

---

# BASES para la CONSERVACIÓN y el MANEJO de la COSTA URUGUAYA

R. Menafrá  
L. Rodríguez-Gallego  
F. Scarabino  
D. Conde  
(editores)



---

La referencia correcta de este libro es:

**Menafría R Rodríguez-Gallego L Scarabino F & D Conde (eds)** 2006 Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. VIDA SILVESTRE URUGUAY, Montevideo. i-xiv+668pp

**Armado y diagramación:** Javier González

**Fotografía de portada:** Faro de Cabo Polonio (Rocha)  
Diego Velazco - Aguaclara Fotostock,  
[www.aguaclara.com.uy](http://www.aguaclara.com.uy)

Impreso en GRAPHIS Ltda, en el mes de octubre de 2006  
Nicaragua 2234, Montevideo, Uruguay  
Tels.: 409 6821-409 9168. E-mail: [graphis@adinet.com.uy](mailto:graphis@adinet.com.uy)  
Depósito legal: 339.537/06

ISBN: 9974-7589-2-0

Las opiniones e informaciones contenidas en este libro son exclusiva responsabilidad de sus autores, y no reflejan necesariamente aquellas de VIDA SILVESTRE URUGUAY, US Fish and Wildlife Service, Facultad de Ciencias, o de las instituciones a las cuales los autores están vinculados.

---

---

## Índice

<b>LISTA DE AUTORES PARTICIPANTES</b> .....	<b>i</b>
<b>PRÓLOGO</b>	
<i>OSCAR IRIBARNE</i> .....	<b>v</b>
<b>PRÓLOGO</b>	
<i>ULRICH SEELIGER</i> .....	<b>vii</b>
<b>PREFACIO</b> .....	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>x</b>
<b>Mapa general de la costa platense-atlántica</b> .....	<b>xi</b>
<b>Mapa de la costa Oeste del Río de la Plata</b> .....	<b>xii</b>
<b>Mapa del sector centro-Sur de la costa platense-atlántica</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Mapa del sector Este de la costa atlántica</b> .....	<b>xiv</b>
<b>COSTA PLATENSE-ATLÁNTICA</b>	
<b>Evolución paleogeográfica y dispersión de los sedimentos del Río de la Plata</b> <i>RICARDO N. AYUP-ZOUAIN</i> .....	<b>1</b>
<b>Geología de la costa uruguaya y sus recursos minerales asociados</b> <i>CÉSAR A. GOSO AGUILAR &amp; ROSSANA MUZIO</i> .....	<b>9</b>
<b>Dinámica y fuentes de sedimentos de las playas uruguayas</b> <i>DANIEL PANARIO &amp; OFELIA GUTIÉRREZ</i> .....	<b>21</b>
<b>Geomorfología y procesos erosivos en la costa atlántica uruguaya</b> <i>MARÍA ALEJANDRA GÓMEZ PIVEL</i> .....	<b>35</b>
<b>Fitoplancton de la zona costera uruguaya: Río de la Plata y Océano Atlántico</b> <i>GRACIELA FERRARI &amp; LETICIA VIDAL</i> .....	<b>45</b>
<b>El impacto de las floraciones algales nocivas: origen, dispersión, monitoreo, control y mitigación</b> <i>SILVIA M. MÉNDEZ</i> .....	<b>57</b>
<b>Flora y vegetación de la costa platense y atlántica uruguaya</b> <i>EDUARDO ALONSO-PAZ &amp; MARÍA JULIA BASSAGODA</i> .....	<b>71</b>
<b>Fauna parasitaria del lobo fino <i>Arctocephalus australis</i> y del león marino <i>Otaria flavescens</i> (Mammalia, Otariidae) en la costa uruguaya</b> <i>DIANA MORGADES, HELENA KATZ, OSCAR CASTRO, DINORA CAPELLINO, LOURDES CASAS, GUSTAVO BENÍTEZ, JOSÉ MANUEL VENZAL &amp; ANTONIO MORAÑA</i> .....	<b>89</b>
<b>Zooplancton gelatinoso de la costa uruguaya</b> <i>MARÍA GABRIELA FAILLA SIQUIER</i> .....	<b>97</b>
<b>Zooplancton de ambientes costeros de Uruguay: añadiendo piezas al rompecabezas</b> <i>GUILLERMO CERVETTO, DANILO CALLIARI, LAURA RODRÍGUEZ-GRAÑA, GISSELL LACEROT &amp; RAFAEL CASTIGLIONI</i> .....	<b>105</b>
<b>Faunística y taxonomía de invertebrados bentónicos marinos y estuarinos de la costa uruguaya</b> <i>FABRIZIO SCARABINO</i> .....	<b>113</b>

---

---

<b>Gasterópodos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación</b> <i>FABRIZIO SCARABINO, JUAN CARLOS ZAFFARONI, ALVAR CARRANZA, CRISTHIAN CLAVIJO &amp; MARIANA NIN</i> .....	143
<b>Bivalvos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación</b> <i>FABRIZIO SCARABINO, JUAN CARLOS ZAFFARONI, CRISTHIAN CLAVIJO, ALVAR CARRANZA &amp; MARIANA NIN</i> .....	157
<b>Patrones geográficos de diversidad bentónica en el litoral rocoso de Uruguay</b> <i>ALEJANDRO BRAZEIRO, ANA INÉS BORTHAGARAY &amp; LUIS GIMÉNEZ</i> .....	171
<b>Comunidades bentónicas estuarinas de la costa uruguaya</b> <i>LUÍS GIMÉNEZ</i> .....	179
<b>Asociaciones de moluscos bentónicos cuaternarios en la costa uruguaya: implicancias paleoecológicas</b> <i>SERGIO MARTÍNEZ &amp; ALEJANDRA ROJAS</i> .....	189
<b>Los recursos pesqueros de la costa de Uruguay: ambiente, biología y gestión</b> <i>WALTER NORBIS, LAURA PAESCH &amp; OSCAR GALLI</i> .....	197
<b>Áreas de cría de peces en la costa uruguaya</b> <i>SUSANA RETTA, GUSTAVO MARTÍNEZ &amp; ADRIANA ERREA</i> .....	211
<b>Características biológicas de la corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>) en el Río de la Plata y su Frente Marítimo</b> <i>ERNESTO CHIESA, OSCAR D. PIN &amp; PABLO PUIG</i> .....	219
<b>Abundancia, capturas y medidas de manejo del recurso corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>) en el Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (1975-2003)</b> <i>OSCAR D. PIN, GUILLERMO ARENA, ERNESTO CHIESA &amp; PABLO PUIG</i> .....	225
<b>Herpetofauna de la costa uruguaya</b> <i>RAÚL MANEYRO &amp; SANTIAGO CARREIRA</i> .....	233
<b>Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya</b> <i>MILAGROS LÓPEZ-MENDILAHARSU, ANDRÉS ESTRADES, MARÍA NOEL CARACCIO, VICTORIA CALVO, MARTÍN HERNÁNDEZ &amp; VERÓNICA QUIRICI</i> .....	247
<b>Conservación y manejo de tortugas marinas en la zona costera uruguaya</b> <i>MARTÍN LAPORTA, PHILIP MILLER, MARIANA RÍOS, CECILIA LEZAMA, ANTONIA BAUZÁ, ANITA AISENBERG, MARÍA VICTORIA PASTORINO &amp; ALEJANDRO FALLABRINO</i> .....	259
<b>Aves de la costa sur y este uruguaya: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación</b> <i>JOAQUÍN ALDABE, SEBASTIÁN JIMÉNEZ &amp; JAVIER LENZI</i> .....	271
<b>La franciscana <i>Pontoporia blainvillei</i> (Cetacea, Pontoporiidae) en la costa uruguaya: estudios regionales y perspectivas para su conservación</b> <i>CAROLINA ABUD, CATERINA DIMITRIADIS, PAULA LAPORTA &amp; MARILA LÁZARO</i> .....	289
<b>Revisión preliminar de registros de varamientos de cetáceos en la costa uruguaya de 1934 a 2005</b> <i>DANIEL DEL BENE, VIRGINIA LITTLE, RICARDO ROSSI &amp; ALFREDO LE BAS</i> .....	297

---

---

<b>Distribución, reproducción y alimentación del lobo fino <i>Arctocephalus australis</i> y del león marino <i>Otaria flavescens</i> en Uruguay</b> <i>ALBERTO PONCE DE LEÓN &amp; OSCAR D. PIN</i> .....	305
<b>Tuberculosis en pinnípedos (<i>Arctocephalus australis</i> y <i>Otaria flavescens</i>) de Uruguay</b> <i>MIGUEL CASTRO RAMOS, HELENA KATZ, ANTONIO MORAÑA, MARÍA INÉS TISCORNIA, DIANA MORGADES &amp; OSCAR CASTRO</i> .....	315
<b>Interacciones entre lobos marinos y pesca artesanal en la costa de Uruguay</b> <i>DIANA SZTEREN &amp; CECILIA LEZAMA</i> .....	321
<b>Mamíferos terrestres no voladores de la zona costera uruguaya</b> <i>ENRIQUE M. GONZÁLEZ</i> .....	329
<b>Vertebrados fósiles de la costa uruguaya</b> <i>ANDRÉS RINDERKNECHT</i> .....	343
<b>Especies acuáticas exóticas en Uruguay: situación, problemática y manejo</b> <i>ERNESTO BRUGNOLI, JUAN CLEMENTE, GUSTAVO RIESTRA, LUCÍA BOCCARDI &amp; ANA INÉS BORTHAGARAY</i> .....	351
<b>Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación</b> <i>OMAR DEFEFO, DIEGO LERCARI, ANITA DE ÁLAVA, JULIO GÓMEZ, GASTÓN MARTÍNEZ, ELEONORA CELENTANO, JUAN PABLO LOZOYA, SEBASTIÁN SAUCO, DANIEL CARRIZO &amp; ESTELA DELGADO</i> .....	363
<b>Estado actual, propuestas y perspectivas de manejo de las Áreas Protegidas Costeras</b> <i>JUAN CARLOS GAMBAROTTA</i> .....	371
<b>Bases ecológicas y metodológicas para el diseño de un Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Uruguay</b> <i>ALEJANDRO BRAZEIRO &amp; OMAR DEFEFO</i> .....	379
<b>COSTA del RÍO de la PLATA</b>	
<b>Evolución de la desembocadura del Arroyo Pando (Canelones, Uruguay): ¿tendencias naturales o efectos antrópicos?</b> <i>OFELIA GUTIÉRREZ &amp; DANIEL PANARIO</i> .....	391
<b>La Bahía de Montevideo: 150 años de modificación de un paisaje costero y subacuático</b> <i>PIERRE GAUTREAU</i> .....	401
<b>Monitoreo de cianobacterias en la costa de Montevideo (Uruguay)</b> <i>DANIEL SIENNA &amp; GRACIELA FERRARI</i> .....	413
<b>Comunidad componente de tremátodos larvales de <i>Heleobia australis</i> (Mollusca, Cochliopidae) en la costa uruguaya del Río de la Plata</b> <i>OSCAR CASTRO, DANIEL CARNEVIA, ALEJANDRO PERRETTA &amp; JOSÉ MANUEL VENZAL</i> .....	421
<b>Composición y ecología de la fauna epígea de Marindia (Canelones, Uruguay) con especial énfasis en las arañas: un estudio de dos años con trampas de intercepción</b> <i>FERNANDO G. COSTA, MIGUEL SIMÓ &amp; ANITA AISENBERG</i> .....	427
<b>Ictioplancton costero de la zona de transición estuarina del Río de la Plata (Uruguay)</b> <i>GABRIELA MANTERO, SUSANA RETTA &amp; MARCELO RODRÍGUEZ</i> .....	437

---

---

<b>Ecología de un ensamble de anuros en un humedal costero del sudeste de Uruguay</b> <i>INÉS DA ROSA, ARLEY CAMARGO, ANDRÉS CANAVERO, DANIEL E. NAYA &amp; RAÚL MANEYRO</i> .....	447
<b>Aves de la costa de Montevideo urbano: variación espacial y estacional</b> <i>MACARENA SARROCA, MATILDE ALFARO, JAVIER LENZI, SEBASTIÁN JIMÉNEZ, CAROLINA ABUD &amp; DIEGO CABALLERO-SADI</i> .....	457
<b>Contaminación de la Bahía de Montevideo y zona costera adyacente y su relación con los organismos bentónicos</b> <i>PABLO MUNIZ, NATALIA VENTURINI &amp; LETICIA BURONE</i> .....	467
<b>La pesca artesanal en el Río de la Plata: su presente y una visión de futuro</b> <i>PABLO PUIG</i> .....	477
<b>COSTA ATLÁNTICA</b>	
<b>Paleolimnología: desarrollo de las lagunas costeras del sudeste de Uruguay durante el Holoceno</b> <i>FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ, PETER SPRECHMANN, HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, ROBERTO BRACCO, ADRIANA RODRÍGUEZ, PETER ESTOL &amp; VIRGINIA ACEVEDO</i> .....	487
<b>Fisonomía y composición florística de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)</b> <i>SILVANA MASCIADRI, ELOISA FIGUEREDO &amp; LILIANA DELFINO</i> .....	495
<b>Estructura y regeneración del Bosque de Ombúes (<i>Phytolacca dioica</i>) de la Laguna de Castillos (Rocha, Uruguay)</b> <i>MARÍA GABRIELA RODRÍGUEZ-GALLEGO</i> .....	503
<b>Estructura poblacional y reproducción del tatucito <i>Emerita brasiliensis</i> (Decapoda: Hippidae) en playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)</b> <i>ENRIQUE PELUFFO</i> .....	513
<b>Invertebrados bentónicos de La Paloma (Rocha, Uruguay)</b> <i>MARIO DEMICHELÌ &amp; FABRIZIO SCARABINO</i> .....	523
<b>Ecología de comunidades de playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)</b> <i>LUIS GIMÉNEZ &amp; BEATRIZ YANNICELLI</i> .....	535
<b>Transgresiones y regresiones marinas en la costa atlántica y lagunas costeras de Uruguay: efectos sobre los peces continentales</b> <i>MARCELO LOUREIRO &amp; GRACIELA GARCÍA</i> .....	545
<b>Las pesquerías en las lagunas costeras salobres de Uruguay</b> <i>GRACIELA FABIANO &amp; ORLANDO SANTANA</i> .....	557
<b>La pesca artesanal en la Paloma (Rocha, Uruguay): período 1999-2001</b> <i>ELIZABETH DELFINO, GRACIELA FABIANO &amp; ORLANDO SANTANA</i> .....	567
<b>Situación de la administración del recurso lobos y leones marinos en Uruguay</b> <i>ENRIQUE PÁEZ</i> .....	577
<b>Ballena franca (<i>Eubalaena australis</i>) en la costa atlántica uruguaya</b> <i>MARIANA PIEDRA, PAULA COSTA, PAULA FRANCO FRAGUAS &amp; RAFAEL ÁLVAREZ</i> .....	585
<b>Evaluación del turismo de observación de ballenas como una herramienta para la conservación y el manejo de ballena franca austral (<i>Eubalaena australis</i>)</b> <i>RODRIGO GARCÍA &amp; UZI SABAH</i> .....	591

---

---

<b>Biodiversidad y calidad de agua de 18 pequeñas lagunas en la costa sureste de Uruguay</b> <i>CARLA KRUK, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, FEDERICO QUINTANS, GISELL LACEROT, FLAVIO SCASSO, NÉSTOR MAZZEO, MARIANA MEERHOFF &amp; JUAN CÉSAR PAGGI</i> .....	599
<b>Procesos estructuradores de las comunidades biológicas en lagunas costeras de Uruguay</b> <i>SYLVIA BONILLA, DANIEL CONDE, LUIS AUBRIOT, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, CLAUDIA PICCINI, ERIKA MEERHOFF, LAURA RODRÍGUEZ-GRAÑA, DANILO CALLIARI, PAOLA GÓMEZ, IRENE MACHADO &amp; ANAMAR BRITOS</i> .....	611
<b>Efectos del Canal Andreoni en playas de Rocha: deterioro ambiental y su efecto en la biodiversidad</b> <i>DIEGO LERCARI &amp; OMAR DEFEQ</i> .....	631
<b>Interfase de conflictos: el sistema costero de Rocha (Uruguay)</b> <i>DANIEL DE ÁLAVA</i> .....	637
<b>Importancia de los procesos participativos en la planificación: percepciones de naturaleza y áreas a proteger en Castillos (Rocha, Uruguay) y su zona de influencia costera</b> <i>DIEGO MARTINO &amp; ANDREA SCHUNK</i> .....	651
<b>Aprovechamiento prehistórico de recursos costeros en el litoral atlántico uruguayo</b> <i>HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, CAROLA CASTIÑEIRA, IRINA CAPDEPONT &amp; FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ</i> .....	661

---

---

## Lista de autores participantes

**Adriana Errea** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Adriana Rodríguez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Alberto Ponce de León** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Departamento de Mamíferos Marinos

**Alejandra Rojas** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Bioestratigrafía y Paleocología

**Alejandro Brazeiro** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Departamento de Ecología

**Alejandro Fallabrino** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Alejandro Perretta** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Instituto de Investigaciones Pesqueras "Dr. Víctor Bertullo"

**Alfredo Le Bas** - ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA); Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Fisiología y Nutrición

**Alvar Carranza** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Investigación y Desarrollo (I+D)

**Ana Inés Borthagaray** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Departamento de Ecología

**Anamar Britos** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Andrea Schunk** - Intendencia Municipal de Colonia, Dirección de Turismo

**Andrés Canavero** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados

**Andrés Estrades** - ONG Proyecto Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Andrés Rinderknecht** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Departamento de Paleontología; Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Departamento de Evolución de Cuenas

**Anita Aisenberg** - Ministerio de Educación y Cultura, Instituto de Investigaciones Biológicas "Clemente Estable", Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución; ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Anita de Álava** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

**Antonia Bauzá** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Antonio Moraña** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Área de Anatomía Patológica

**Arley Camargo** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados

**Beatriz Yannicelli** - Universidad de Concepción, Centro Oceanográfico del Pacífico Sudoriental (COPAS); Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

**Carla Kruk** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Carola Castiñeira** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP), Laboratorio de Estudios del Cuaternario del Uruguay; Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología

**Carolina Abud** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay; ONG Averaves, Investigación y Conservación de Aves

**Caterina Dimitriadis** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay

**Cecilia Lezama** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**César A. Goso Aguilar** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Geología Regional y Ambiental

**Claudia Piccini** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Cristhian Clavijo** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Secciones Malacología y Zoología Invertebrados

**Daniel Carnevia** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Instituto de Investigaciones Pesqueras "Dr. Víctor Bertullo"

**Daniel Carrizo** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

**Daniel Conde** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Daniel de Álava** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Daniel Del Bene** - ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA)

**Daniel E. Naya** - Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad & Departamento de Ecología

**Daniel Sienna** - Intendencia Municipal de Montevideo, Departamento de Desarrollo Ambiental, Laboratorio de Calidad de Ambiental

**Daniilo Calliari** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

**Daniel Panario** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Diana Morgades** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias

**Diana Szteren** - Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Mamíferos Marinos, La Paz (México)

**Diego Caballero-Sadi** - ONG Averaves-Investigación y Conservación de Aves

**Diego Lercari** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)



---

**Diego Martino** - Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES)

**Dinora Capellino** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias

**Eduardo Alonso-Paz** - Universidad de la República, Facultad de Química, Cátedra de Botánica

**Eleonora Celentano** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

**Elizabeth Delfino** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Base de DINARA en La Paloma (Rocha)

**Eloisa Figueredo** - Investigadora independiente

**Enrique M. González** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Sección Mastozoología

**Enrique Páez** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos

**Enrique Peluffo** - Investigador independiente

**Erika Meerhoff** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Ernesto Brugnoli** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

**Ernesto Chiesa** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales

**Estela Delgado** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

**Fabrizio Scarabino** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, secciones Malacología y Zoología Invertebrados

**Federico Quintans** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Felipe García-Rodríguez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Fernando G. Costa** - Ministerio de Educación y Cultura, Instituto de Investigaciones Biológicas "Clemente Estable", Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución

**Flavio Scasso** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Gabriela Mantero** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Gastón Martínez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR); Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Bentónicos

**Gisell Lacerot** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Graciela Fabiano** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Base de DINARA en La Paloma (Rocha)

**Graciela Ferrari** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Graciela García** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Genética Evolutiva

**Guillermo Arena** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales

**Guillermo Cervetto** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Gustavo Benítez** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias

**Gustavo Martínez** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Gustavo Riestra** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Bentónicos; Museo de Historia Natural "Dr. Carlos Torres de la Llosa"

**Helena Katz** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Área de Histología y Embriología

**Hugo Inda** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP), Laboratorio de Estudios del Cuaternario del Uruguay

**Inés da Rosa** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados

**Irene Machado** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Irina Capdepon** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP), Laboratorio de Estudios del Cuaternario del Uruguay; Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología

**Javier Lenzi** - Proyecto Albatros y Petreles-Uruguay; ONG Averaves-Investigación y Conservación de Aves

**Joaquín Aldabe** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Sección Ornitología; ONG Aves Uruguay (Grupo Uruguayo para el Estudio y Conservación de las Aves)

**José Manuel Venzal** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias

**Juan Carlos Gambarotta** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, Refugio de Fauna Laguna de Castillos

**Juan Carlos Zaffaroni** - ONG Sociedad Malacológica del Uruguay

**Juan César Paggi** - CONICET Argentina, Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe (Argentina)

**Juan Clemente** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Juan Pablo Lozoya** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

- 
- Julio Gómez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)
- Laura del Puerto** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP), Laboratorio de Estudios del Cuaternario del Uruguay; Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología
- Laura Paesch** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales
- Laura Rodríguez-Graña** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, secciones Oceanología y Limnología
- Leticia Burone** - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Laboratório de Ecologia Bêntica
- Leticia Vidal** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Leonardo Ortega** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente
- Liliana Delfino** - Intendencia Municipal de Montevideo, Museo y Jardín Botánico Profesor Atilio Lombardo
- Lorena Rodríguez-Gallego** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Lourdes Casas** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias
- Lucía Boccardi** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Luis Giménez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología
- Luis Aubriot** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Macarena Sarroca** - ONG Averaves-Investigación y Conservación de Aves
- Marcelo Loureiro** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados
- Marcelo Rodríguez** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente
- María Alejandra Gómez Pivel** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica
- María Gabriela Failla Siquier** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Invertebrados
- María Gabriela Rodríguez-Gallego** - Investigadora independiente
- María Inés Tiscornia** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Bioquímica y Biología Molecular
- María Julia Bassagoda** - Universidad de la República, Facultad de Química, Cátedra de Botánica
- María Noel Caraccio** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay; Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Genética Evolutiva
- María Victoria Pastorino** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay
- Mariana Meerhoff** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Mariana Nin** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, secciones Malacología y Zoología Invertebrados
- Mariana Piedra** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay-Proyecto Francaaustral
- Mariana Ríos** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay
- Marila Lázaro** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay
- Mario Demicheli** - Ministerio de Educación y Cultura, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, secciones Malacología y Zoología Invertebrados
- Martín Hernández** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay; Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Genética Evolutiva
- Martín Laporta** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay
- Matilde Alfaro** - ONG Averaves, Investigación y Conservación de Aves
- Miguel Castro Ramos** - Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, División de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino", Laboratorio de Tuberculosis
- Miguel Simó** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Entomología
- Milagros López-Mendilaharsu** - ONG Proyecto Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay
- Natalia Venturini** - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Laboratório de Ecologia Bêntica; Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología
- Néstor Mazzeo** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología
- Ofelia Gutiérrez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)
- Omar Defeo** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)
- Orlando Santana** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Base de DINARA en La Paloma (Rocha)
- Oscar Castro** - Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología y Enfermedades Parasitarias
- Oscar D. Pin** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales
- Oscar Galli** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales
-

---

**Pablo Muniz** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

**Pablo Puig** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales

**Paola Gómez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Paula Costa** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay-Proyecto Francaustral

**Paula Franco Fraguas** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay-Proyecto Francaustral

**Paula Laporta** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay

**Peter Estol** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Peter Sprechmann** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Paleontología

**Philip Miller** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Pierre Gautreau** - Laboratorio "Hommes, Villes, Territoires", Université des Sciences et Technologies de Lille 1

**Rafael Álvarez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Etología-Cetáceos Uruguay-Proyecto Francaustral

**Rafael Castiglioni** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

**Raúl Maneyro** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados; Pontificia Universidade Católica de Rio Grande do Sul, Museu de Ciências e Tecnologia & Faculdade de Biociências, Laboratório de Herpetologia

**Ricardo N. Ayup-Zouain** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica

**Ricardo Rossi** - ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA)

**Roberto Bracco** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Rodrigo García** - ONG Organización para la Conservación de Cetáceos (OCC)

**Rossana Muzio** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Geología Regional y Ambiental

**Santiago Carreira** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Zoología Vertebrados

**Sebastián Jiménez** - Proyecto Albatros y Petreles-Uruguay; ONG Averaves-Investigación y Conservación de Aves

**Sebastián Saucó** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

**Sergio Martínez** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Bioestratigrafía y Paleocología

**Silvana Masciadri** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias

**Silvia M. Méndez** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos

**Sylvia Bonilla** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Limnología

**Susana Retta** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Oceanografía y Medio Ambiente

**Uzi Sabah** - ONG Organización para la Conservación de Cetáceos (OCC)

**Verónica Quirici** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Victoria Calvo** - ONG Karumbé, Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas del Uruguay

**Virginia Acevedo** - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)

**Virginia Little** - ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA)

**Walter Norbis** - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Sección Recursos Demersales; Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Oceanología

---

## Prólogo

OSCAR IRIBARNE

Me resulta especialmente grato presentar el libro “Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya”. La interfase entre la tierra y el océano ocupa una parte mínima de la superficie del océano mundial pero su productividad es muy alta y aporta una parte importante de las capturas globales de organismos marinos. Esta alta productividad esta generada en gran parte por los nutrientes que aporta el agua de origen continental (ríos, arroyos, napas freáticas) y por los intercambios producidos en los bordes de plataformas y/o surgencias en general. Estos ambientes de interface tierra-mar son “áreas vitales” por su oferta de hábitat y recursos alimenticios para organismos terrestres y acuáticos, pero también suelen ser áreas de intenso uso humano por tener alto valor recreacional y productivo. Por lo tanto, los conflictos son cada vez más importantes y por eso es necesario intervenir para mantener un balance entre los efectos antrópicos (locales, regionales y/o globales) y los resultados ambientales. Dada estas características, entender la dinámica y los procesos ecológicos de los ambientes costeros, aparte de ser académicamente interesante, está directamente relacionado a problemas prácticos que encuentran quienes tienen la responsabilidad de manejar y/o conservar estos ecosistemas. En ese marco, sin entender los procesos ecológicos locales, es poco probable predecir sus respuestas a disturbios antropogénicos comunes tales como eutrofización (e.g. agroecosistemas circundantes o efluentes cloacales), cambios climáticos (e.g. cambios a mediano plazo como El Niño/La Niña o largo plazo como el cambio global), usos sustentables de pastizales en ganadería (e.g. quemadas programadas) o introducción de especies. Aún más, una práctica tan común como la restauración de ambientes degradados o dañados (e.g. derrames de petróleo) sin el conocimiento necesario sería simplemente por prueba y error. Conocer los procesos ecológicos de un sistema obviamente no es tarea sencilla, ya que exige proyectos de investigación interdisciplinarios en una variedad de aspectos ambientales e incluyendo al hombre como parte del ambiente. Muchas veces se recurre a conocimientos “paradigmáticos” sobre ambientes asimilares, pero lamentablemente muchos de esos trabajos tienen limitada generalidad debido que fueron realizados en uno o unos pocos sitios del mundo. Como consecuencia, si bien sirven para generar un buen marco teórico y definir hipótesis interesantes, nada reemplaza reevaluar esas hipótesis en nuestra región.

La región comprendida entre el sur de Brasil y el norte de Argentina, la que incluye a la costa uruguaya, es ambientalmente muy compleja. Esto es en gran medida porque en muchos aspectos funciona como una gran área de transición entre biomas diferentes (denominado “ecotono”). Todas las zonas costeras son en sí mismas ecotonos, ya que intrínsecamente son interfases tierra-agua. En este caso mucho más complejo que la mayoría de los sistemas costeros, dada la presencia de un sistema casi continuo de lagunas costeras. Por otro lado, otra fuente de complejidad ambiental en esta región es la influencia del Río de La Plata, uno de los sistemas estuariales más grandes del mundo. La descarga del Río de la Plata es predominantemente hacia el norte, por lo que la costa uruguaya esta siempre bajo su efecto. Por otro lado, la costa uruguaya es una área de transición entre dos biomas o provincias biogeográficas oceánicas muy diferentes, una templado cálido, pobre en nutrientes (Provincia de la Corriente Costera de Brasil; Corriente subtropical de Brasil) que discurre hacia el sur y otro frío o templado-frío rico en nutrientes (Provincia de la Plataforma Atlántica Sudoeste; Corriente fría de Malvinas, una rama de la corriente Antártica; *sensu* Longhursts 1988) que discurre hacia el norte. Ambas corrientes circulan paralelas a la plataforma continental y luego de su colisión en una zona frontal denominada Zona de Confluencia (localizada entre los 34-35° y 40-4° S) derivan hacia el este. La zona de Confluencia es una región altamente dinámica caracterizada por velocidades de superficie muy intensas asociada a complejas generaciones de giros y desprendimientos en formas de filamentos con alta variabilidad espacio temporal. Si bien esta zona de confluencia ocurre en aguas por fuera de la plataforma marítima, esta tiene también fuertes implicancias en las zonas costeras afectando las biomasa y diversidades locales. Como todas estas zonas de encuentro entre corrientes, esta confluencia sufre oscilaciones periódicas e importantes en su posición latitudinal. Esta oscilación genera fuertes variaciones estacionales en las características de sus aguas en un área costera latitudinalmente muy extendida, que incluye al área de interés de este libro. Es decir, desde el punto de vista ecológico, esta es una gran área ecotonal, entre un sistema templado cálido de origen ecuatorial y uno frío de origen subantártico.

---

Dadas estas características, proveer las bases para la conservación y el manejo de un ambiente costero tan importante y complejo como es la costa uruguaya es un desafío muy importante. Para lograr ese objetivo es necesario sintetizar la mayor diversidad de información ambiental conocida, hacerlo en función de un objetivo claro que es el desarrollo sustentable, y finalmente hacerlo en un lenguaje que resulte accesible a aquellos que no son especialistas en las temáticas abordadas. La comunicación es de suma importancia aunque quizás producto de la presión por publicar en revistas científicas es una de las mayores falencias de los que trabajamos en ciencias ambientales. Pero mi impresión es que, a pesar de las dificultades intrínsecas del objetivo de este libro, estos se cumplen de manera más que satisfactoria. Tras su publicación este libro pasará a ser en forma inmediata una herramienta de enorme valor para la preservación y el manejo de ambientes costeros de la región, no solo para los especialistas sino también para administradores de recursos naturales y para los ciudadanos que tengan como objetivo común proteger el valioso legado natural de la costa uruguaya.

**Dr. Oscar Iribarne**

CONICET

Laboratorio de Ecología, Biología

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Mar del Plata

CC 573 Correo Central

B7600WAG, Mar del Plata

Argentina

E-mail: [osiriba@mdp.edu.ar](mailto:osiriba@mdp.edu.ar)

---

---

## Prólogo

ULRICH SEELIGER

Latin America's southwestern Atlantic coast extends for more than 10,000 km between tropical and polar zones, encompassing a great diversity of ecosystems that control rich resources of inshore environments. Somewhere between 30° and 40° S, the southward-flowing Brazil Current and northward-flowing Malvinas Current converge, giving rise to the Subtropical Convergence in the Southwest Atlantic. The variability of the western boundary currents and the Subtropical Convergence, together with continental runoff from the La Plata River and Patos-Mirim Lagoon drainage basins, directly influence structure, processes and function of the region's coastal ecosystems. Hence, coastal systems of southern Brazil, Uruguay and northern Argentina are an integrated and interdependent ecological continuum that defies political boundaries.

Coastal ecosystems in the Southwest Atlantic are impacted by climate change on latitudinal scales; however, resource exploitation occurs at regional and local levels. Many of the systems had already undergone significant changes by the end of the 19th century and, owing to the demands of society, exploitation intensified during the 20th century. Today, the rate of coastal resource development presents a tremendous challenge, and coastal communities have a vital stake in the management of coastal areas.

Fortunately, our understanding of coastal ecosystems and their ecology continuously evolve. Contrary to the situation of coasts that suffered the consequences of uncontrolled resource exploitation in the past, the currently available information on coastal ecosystems of southern Brazil, Uruguay and northern Argentina can help to prevent further deterioration.

In recent years, synthesis of information on coastal ecosystems, published in the international literature, on the southwestern Atlantic has grown significantly. The current publication "Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya" therefore is a timely and important contribution to further our knowledge and understanding of coastal ecosystems in Uruguay. The editors, accepting the challenging proposal by the NGO Vida Silvestre-Sociedad Uruguaya para la Conservación de la Naturaleza and the Facultad de Ciencias, are to be congratulated for their competent appraisal of the rapidly changing nature of coastal Uruguay.

The book, tapping the enormous research potential of Uruguayan science, expands our appreciation of patterns, behavior and function of coastal systems in Uruguay. Considering conflicting interests, the book also assesses sustainable management and identifies ecological research needs to meet future socio-economic demands. Finally, the information presented by "Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya" is bound to enhance joint ecological research efforts and common coastal area management solutions in Uruguay, Brazil and Argentina, thus linking their coastal systems beyond political boundaries.

**Ulrich Seeliger, PhD**

Professor of Coastal Ecology

Depto. Oceanografía

Fundação Universidade Federal do Rio Grande-FURG

[www.ecoscientia.com.br](http://www.ecoscientia.com.br)

---

---

## Prefacio

Los ecosistemas costeros brindan una amplia variedad de recursos y servicios a la sociedad, entre los que se destacan el suministro de alimentos, la regulación hídrica, la purificación del agua, la recreación y el turismo. Lamentablemente, estos ecosistemas se ven alterados a nivel mundial por el incremento de la población costera, la creciente demanda por sus recursos, y un descontrolado desarrollo urbano y de infraestructura. Más aún, es probable que en el futuro estos impactos se vean exacerbados por el cambio climático (por ejemplo el incremento del nivel del mar).

Las tendencias actuales revelan que al igual que otras zonas costeras de América Latina y del mundo, la costa uruguaya está inmersa en un proceso acelerado de transformación, producto de la sobreexplotación de sus recursos y servicios asociados. Urge entonces un manejo sistemático e integrado que considere la multiplicidad de intereses, de demandas y de actores, así como la variabilidad natural de estas áreas.

Un factor importante para el éxito de un proceso de manejo integrado de la zona costera es la participación de las ciencias naturales en todas sus etapas. La Biología, la Ecología, las Geociencias y la Arqueología, entre otras disciplinas, son imprescindibles en dicho proceso. Si bien existe un volumen importante de información generada por estas disciplinas en relación a la costa uruguaya, buena parte de él no es de fácil acceso debido a su dispersión, difusión limitada o por permanecer aún inédita.

En general, las decisiones de manejo sobre temáticas costeras se toman basándose en la mejor información disponible en el momento, y casi nunca con los recursos o tiempos adecuados para obtener la información científica y técnica necesaria. En Uruguay, gran parte de la información generada sobre la costa en el ámbito científico-técnico no ha sido utilizada por las instituciones de gobierno en la toma de decisiones, revelando así la falta de integración entre las ciencias y el manejo. El ámbito político-institucional no ha reconocido aún cabalmente que las decisiones de manejo de la zona costera requieren de un enfoque integrado a nivel multisectorial, interinstitucional e interdisciplinario.

La urgencia de un manejo sustentable de los recursos naturales costeros implica un doble compromiso: la comunidad científica debe adecuar sus tiempos y prioridades para aportar activa y efectivamente a la resolución de las problemáticas identificadas; el ámbito político-institucional, además de reconocer y promover el rol de la ciencia en los procesos de manejo, deberá proveer los recursos necesarios a través de una adecuada inversión en infraestructura y recursos humanos. La construcción de un lenguaje común y de una rutina de trabajo conjunto representan los principales desafíos que la comunidad científica y el ámbito político-institucional uruguayos deben resolver para alcanzar con éxito un manejo integrado de la zona costera.

En este contexto, la publicación de "Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya" ofrece un volumen considerable de la información existente sobre la costa, destacando así el esfuerzo y capacidad de la comunidad científica en esta temática relevante para el país. VIDA SILVESTRE URUGUAY efectiviza de esta manera uno de sus objetivos institucionales: hacer operativa la información existente sobre el ambiente y los recursos naturales de Uruguay. Esta modalidad de publicación permite difundir, en un ámbito local, la información oportunamente publicada en revistas internacionales o regionales. Paralelamente, permite mitigar la condición inédita de mucha información valiosa (en ciertas temáticas información única a nivel nacional) que por razones variadas no ha sido publicada (por ejemplo carencia de estímulo institucional, escasez y limitaciones de revistas nacionales, falta de dedicación exclusiva a la investigación). Este libro contiene 63 artículos, escritos por más de 150 autores, referidos a la naturaleza de la costa uruguaya. Se reúne y sintetiza información crucial sobre el patrimonio biológico, geológico, paleontológico y arqueológico de esta zona costera, y se contribuye con nuevos conceptos y enfoques en relación a las prioridades y perspectivas de investigación, así como a las implicancias para la conservación y el manejo. Se destaca en varios artículos el enfoque social o la incorporación de temáticas vinculadas, demostrando así la relevancia y necesidad de la integración entre las ciencias sociales y las ciencias naturales para la conservación y el manejo.

Como obra de preparación simultánea a la presente destacamos como insumo desde las Geociencias a la serie "Cuencas Sedimentarias del Uruguay. Geología, Paleontología y Recursos Naturales" (DIRAC, Facultad de Ciencias, UdelaR). Información fundamental sobre estas disciplinas para la conservación y el manejo de la costa uruguaya está contenida allí.

---

---

El área geográfica considerada en este libro incluye la costa del Río de la Plata y del Océano Atlántico, desde Punta Gorda (Colonia) hasta Chuy (Rocha). El concepto de costa utilizado se extiende en el mar hasta la isóbata de 50 m; aunque algo arbitrario, es un límite natural usualmente considerado y reflejado en una variedad de patrones y procesos en aguas someras. Hacia el continente, los límites son más difusos, pero incluyen los ambientes asociados a planicies, usualmente influenciados por la salinidad y la arena. Otros ambientes son considerados por su proximidad a la línea de costa o por la intervención antropogénica que exhiben.

Los artículos fueron ordenados de acuerdo a un criterio geográfico basado en el área de estudio específica de cada trabajo y se presentan en tres secciones: Costa platense-atlántica (estudios que abarcan a la costa en su globalidad), Costa del Río de la Plata (estudios desarrollados entre Punta Gorda y Punta de Este) y Costa atlántica (entre Punta del Este y Chuy). Los mapas incluidos a continuación muestran la ubicación de las principales localidades y accidentes geográficos de la costa uruguaya, muchos de los cuales son mencionados en diversos artículos de este volumen. Además, en la portada de cada artículo se incluye un mapa esquemático indicativo del área de estudio de referencia.

Como editores hemos fomentado que los artículos incorporaran implicancias y otras consideraciones para la conservación y el manejo, así como prioridades y perspectivas para futuras investigaciones que la ciencia uruguaya y el ámbito político-institucional deberían abordar. La tarea como editores incluyó no solamente aspectos relativos a la forma sino también al contenido, a través de una dinámica interacción con los autores. Sin embargo, las opiniones vertidas en los mismos se consideran de exclusiva responsabilidad de los autores.

Distintos aspectos han limitado la magnitud de este esfuerzo; por variadas razones, diversas investigaciones no pudieron ser incluidas en esta edición, lo que sin duda amerita la elaboración de un segundo volumen. Pese al particular interés por incluir la mayor cantidad de antecedentes nacionales, esto no pudo lograrse totalmente en parte debido a limitaciones de espacio. Asimismo, limitaciones de tiempo han impedido incluir un análisis del conjunto de los artículos aquí publicados, el cual se encuentra en elaboración. Un análisis inicial permite considerar, en un contexto general, algunos aspectos destacables de la información contenida en este volumen. Como es esperable, los investigadores de la Universidad de la República y de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos aportan sustancialmente al mismo. Sin embargo, la falta de estímulo a nivel nacional de ciertas líneas de investigación es parcialmente responsable de la ausencia de algunas temáticas relevantes. Las ONGs contribuyen a esta publicación demostrando su rol activo en la generación de conocimiento y promoción de actividades de conservación, aspectos generalmente no valorados en forma adecuada a nivel nacional. Asimismo, a pesar de estar casi desprovisto de personal, el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología contribuye con varios artículos, producto de un núcleo de investigadores y estudiantes vinculados a la institución.

Entre las múltiples prioridades de investigación resultantes de este libro se destaca la necesidad de mayor generación de conocimiento acerca de la biota de la costa del Río de la Plata al W de Montevideo. La rápida colonización de especies exóticas y el desarrollo portuario e industrial plantean amenazas a la biodiversidad de este sector de la costa uruguaya. En toda la costa se destaca la urgente necesidad de limitar la urbanización en áreas relictuales y la incorporación de enfoques de desarrollo y usos menos invasivos de los ambientes costeros.

A pesar que esta publicación presenta un enfoque principalmente desde las ciencias naturales, consideramos que la participación de las comunidades locales en los procesos de conservación y manejo debería ser un aspecto fundamental a implementar. Asimismo, la sensibilización, educación y divulgación sobre los valores de la costa uruguaya, en particular dirigida a actores locales y turistas, debería fomentarse especialmente.

En este contexto, el Manejo Costero Integrado debería incorporarse definitivamente como práctica del accionar institucional y social, acompañando las tendencias internacionales y liderando una ansiada, pero aún adeudada, planificación estratégica de desarrollo para la zona costera uruguaya.

**Rodrigo Menafra**  
**Lorena Rodríguez-Gallego**  
**Fabrizio Scarabino**  
**Daniel Conde**



---

## Agradecimientos

Este libro es el resultado del apoyo de numerosas personas y algunas instituciones que creyeron en este proyecto. Por esto, los editores brindamos nuestro más sentido agradecimiento a:

-Los más de 150 autores por su participación, compromiso y entusiasmo con este proyecto. Ellos son los verdaderos protagonistas de este libro. Entendieron y rápidamente adoptaron el espíritu del mismo, se adaptaron a los plazos cambiantes, aceptaron sugerencias y aportaron positivamente en las numerosas instancias de intercambio.

-A Javier González, cuya capacidad, responsabilidad y paciencia fueron fundamentales para lograr este producto. Su compromiso con este proyecto claramente excedió un trabajo estándar de armado y diagramación. El apoyo inicial de José de los Santos en estos aspectos proporcionó una base de trabajo que también agradecemos.

-A VIDA SILVESTRE URUGUAY, que a través de sus socios y colaboradores más activos, proporcionó inspiración y apoyo constante.

-A la United States Fish and Wildlife Service, por la financiación y tolerancia otorgadas.

-A la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República que apoyó la dedicación horaria de DC para este proyecto.

-A los Dres. Ulrich Seeliger y Oscar Iribarne, por sus respectivos prólogos; confiamos en que este libro contribuya a afianzar lazos para el abordaje de problemáticas regionales costeras comunes.

-A Margarita Amato, por su paciencia, tolerancia y facilidades indispensables que dio a FS.

-A los Gambarotta-Rodríguez y Menafrá-Viacava, que vieron con resignación y simpatía simultáneas el uso de sus hogares como oficinas.

-A Philip Miller, por el diseño y armado de los mapas que realizó cumpliendo un viejo ofrecimiento de colaboración.

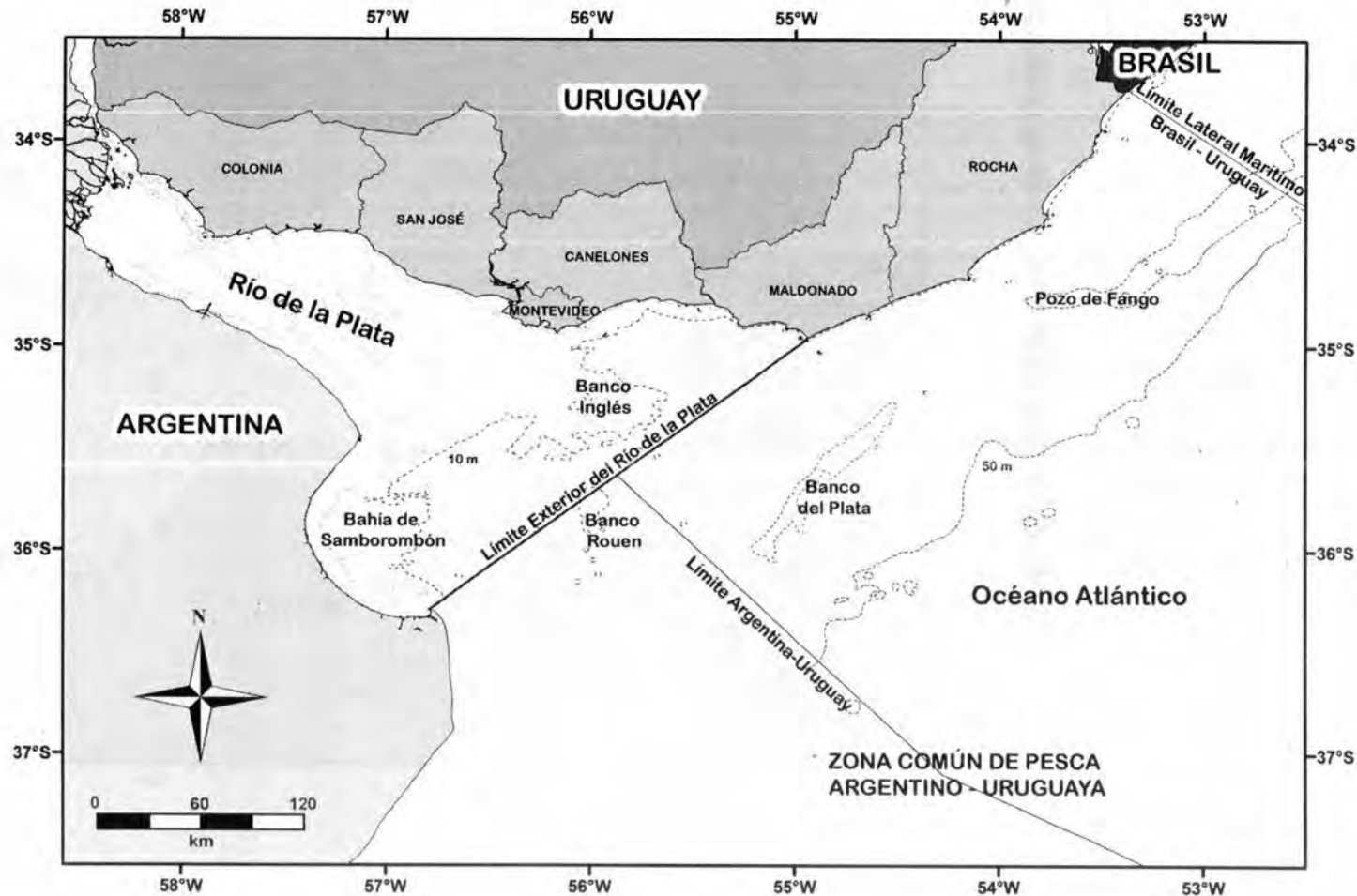
-A GRAPHIS, que a través de su compromiso con la conservación de la naturaleza uruguaya y el profesionalismo de José y Francisco Antía y equipo asociado, apoyaron desde el principio esta idea.

-A Carlos Penadés (Aguaclara Fotostock), por su interés en el proyecto y el apoyo brindado en relación a la portada de este libro.

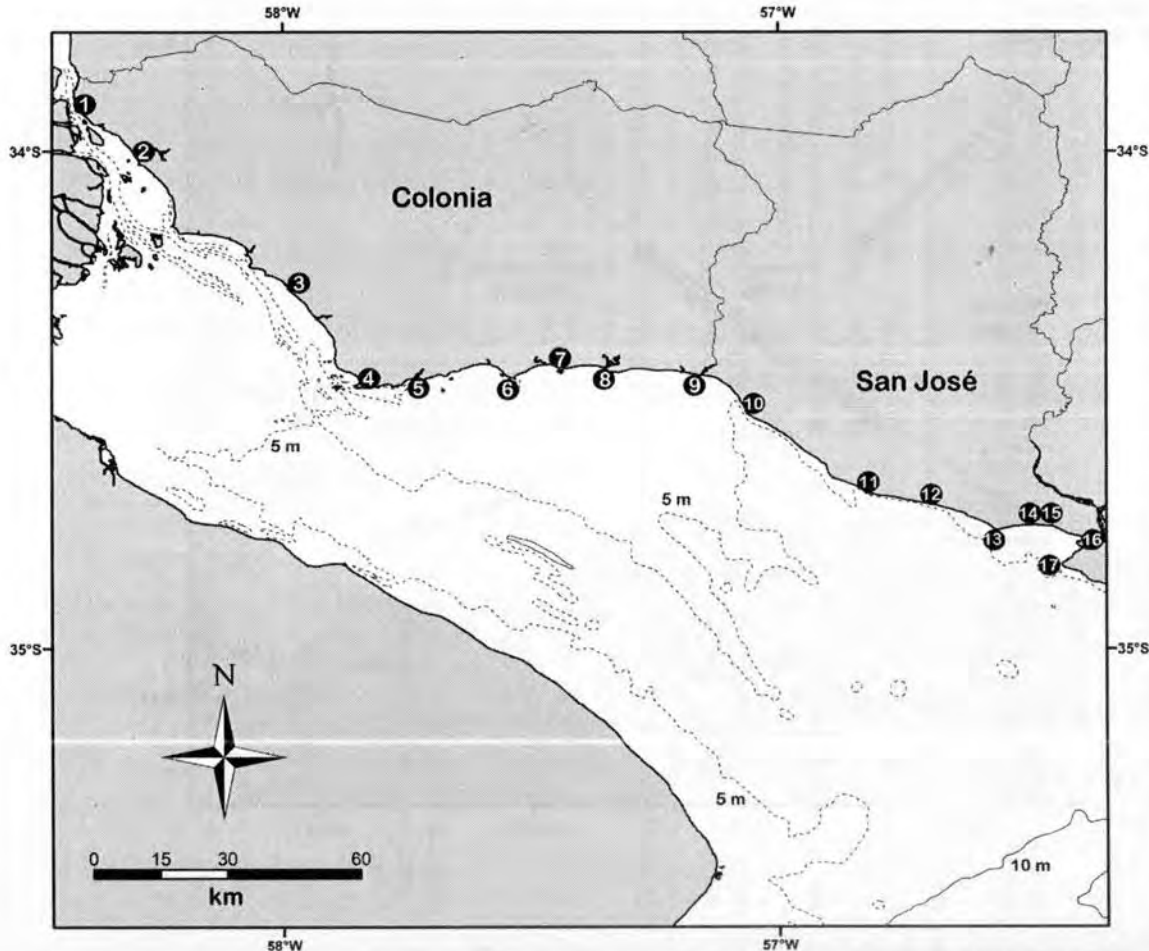
-A MCI-Sur (UdelaR) por permitir el uso de equipo que facilitó nuestro trabajo.

**Rodrigo Menafrá**  
**Lorena Rodríguez-Gallego**  
**Fabrizio Scarabino**  
**Daniel Conde**

# Mapa general de la costa platense-atlántica

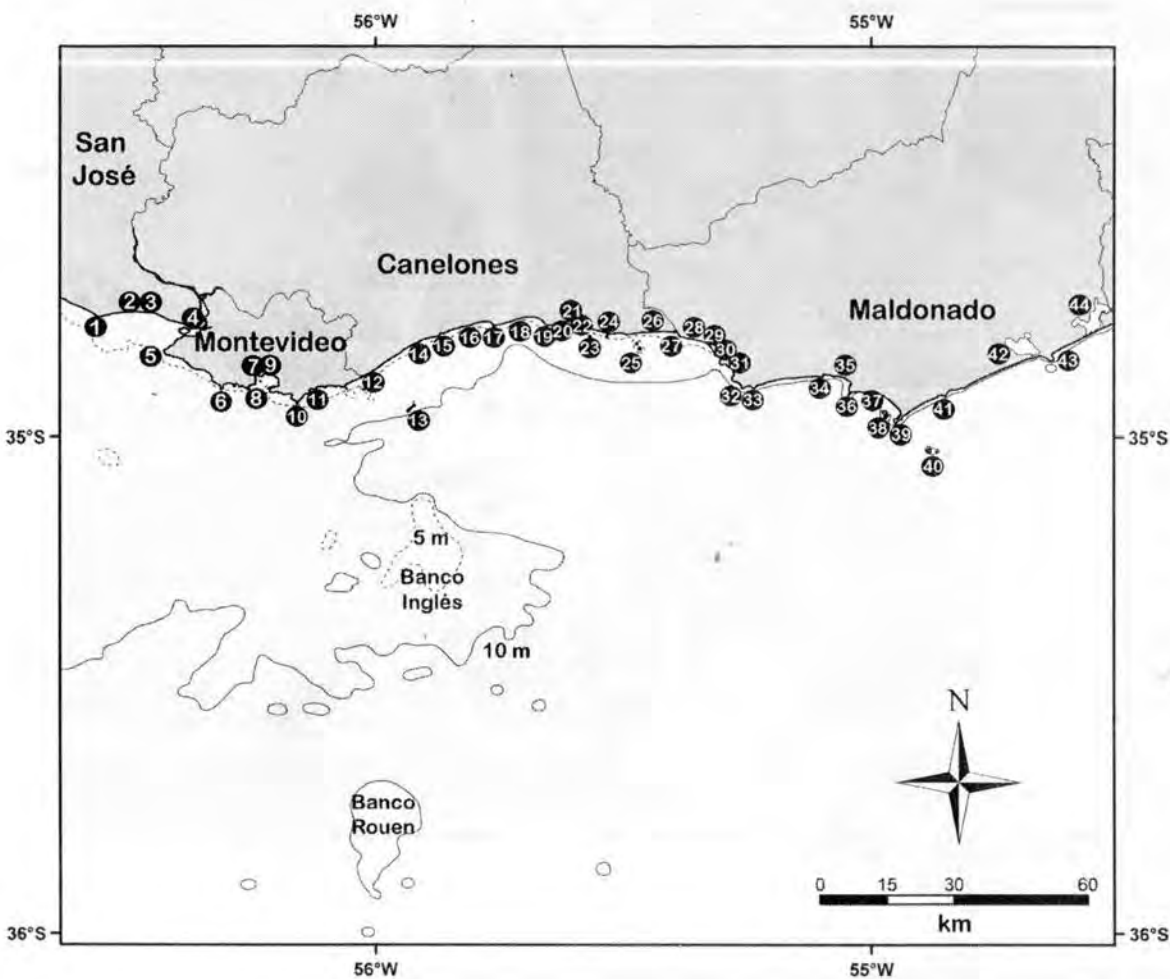


# Mapa de la costa Oeste del Río de la Plata



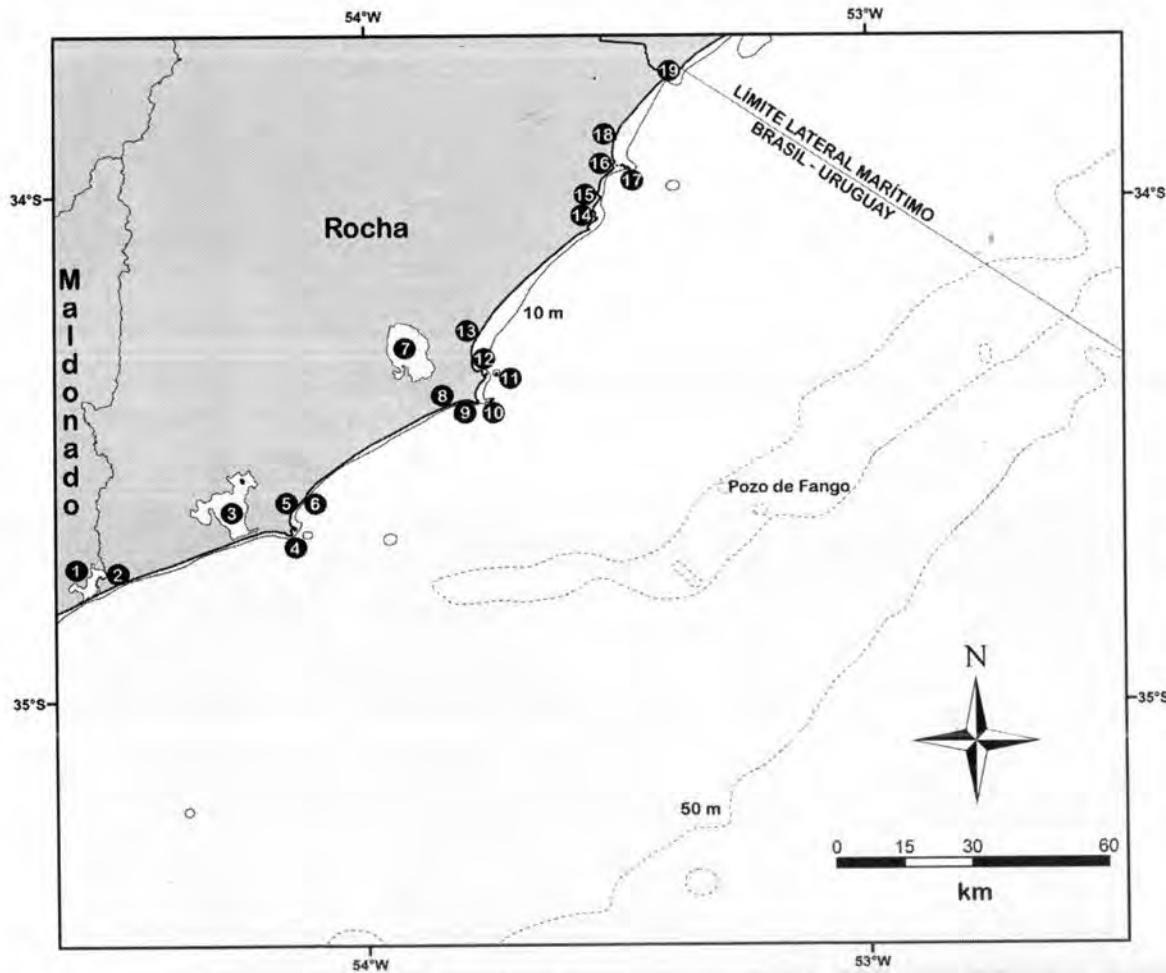
- 1 Punta Gorda
- 2 Carmelo
- 3 Río San Juan
- 4 Colonia del Sacramento
- 5 Riachuelo
- 6 Punta Artilleros
- 7 Juan Lacaze
- 8 Río Rosario
- 9 Arroyo Cufre
- 10 Arazatí
- 11 San Gregorio
- 12 Kiyú
- 13 Punta del Tigre
- 14 Playa Pascual
- 15 Playa Penino
- 16 Río Santa Lucía
- 17 Punta Espinillo

# Mapa de la zona centro-Sur de la costa platense-atlántica



- |    |                          |    |                        |
|----|--------------------------|----|------------------------|
| 1  | Punta Tigre              | 24 | Santa Lucía del Este   |
| 2  | Playa Pascual            | 25 | Bajos del Solís        |
| 3  | Playa Penino             | 26 | Jaureguiberry          |
| 4  | Río Santa Lucía          | 27 | Arroyo Solís Grande    |
| 5  | Punta Espinillo          | 28 | Bella Vista            |
| 6  | Punta Yeguas             | 29 | Las Flores             |
| 7  | Arroyo Pantanoso         | 30 | Playa Verde            |
| 8  | Bahía de Montevideo      | 31 | Pirlópolis             |
| 9  | Arroyo Miguelete         | 32 | Punta Colorada         |
| 10 | Punta Carretas (Brava)   | 33 | Punta Negra            |
| 11 | Playa y Puerto del Buceo | 34 | Arroyo del Potrero     |
| 12 | Arroyo Carrasco          | 35 | Playa Portezuelo       |
| 13 | Isla de Flores           | 36 | Punta Ballena          |
| 14 | Solyamar                 | 37 | Bahía de Maldonado     |
| 15 | Arroyo Pando             | 38 | Isla Gorriti           |
| 16 | Marindia                 | 39 | Punta del Este         |
| 17 | Atlántida                | 40 | Isla e Islote de Lobos |
| 18 | Arroyo Solís Chico       | 41 | Arroyo Maldonado       |
| 19 | La Floresta              | 42 | Laguna José Ignacio    |
| 20 | Guazuvirá                | 43 | José Ignacio           |
| 21 | Arroyo del Bagre         | 44 | Laguna de Garzón       |
| 22 | San Luis                 |    |                        |
| 23 | Isla de La Tuna          |    |                        |

# Mapa del sector Este de la costa atlántica



- ❶ Laguna Garzón
- ❷ El Caracol
- ❸ Laguna de Rocha
- ❹ Cabo Santa María/La Paloma
- ❺ Arachania
- ❻ La Pedrera
- ❼ Laguna Castillos
- ❽ Perla de Rocha o Brisas del Polonio
- ❾ Cabo Polonio
- ❿ Islas del Polonio
- ⓫ Islas de Castillos
- ⓬ Arroyo Valizas
- ⓭ Aguas Dulces
- ⓮ Punta del Diablo
- ⓯ Santa Teresa
- ⓰ Cerro Verde
- ⓱ Islas de la Coronilla
- ⓲ La Coronilla/Canal Andreoni
- ⓳ Barra del Chuy/Arroyo Chuy

## Evolución paleogeográfica y dispersión de los sedimentos del Río de la Plata

RICARDO N. AYUP-ZOUAIN

ricardo.ayup@ufrgs.br



### RESUMEN

El Río de la Plata presenta una dinámica sedimentaria diferenciada, en virtud de recibir gran parte de su carga de sedimentos de las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay. La evolución geológica iniciada desde el Mioceno superior, después de la trasgresión marina sobre el delta actual del Río Paraná, ocupó las áreas costeras más recientes, caracterizando una dinámica donde la circulación oceánica estaba vinculada a la presencia de un evento de variación climática máxima. Desde el Holoceno hasta el Presente, la dinámica del complejo estuarino ejemplifica las condiciones de dispersión y las fuentes asociadas a la posición de los bancos arenosos, que representaban los márgenes de los sistemas regresivos de estabilización marina del sistema Plata: 15-17, 22-26, 40-42, 48-50 y 75-78 m. Diferentes análisis estadísticos y múltiples variables fueron aplicados para un mejor entendimiento del comportamiento de los sedimentos en el sistema a través del Terciario Superior y Cuaternario. Tres soluciones vectoriales sobre la fuente y dispersión fueron encontradas: la primera vinculada a los sedimentos que caracterizaron la suite pampeano-patagónica; una segunda de sedimentos oriundos del Basamento Cristalino, restringida a las arenas localizadas al N de los pozos de fango y finalmente la influencia de los sedimentos oriundos de la Cuenca del Plata. Abordando el modelo de Ayup-Zouain (1987) podemos destacar que el volumen máximo de sedimentos depositados en la actualidad en los diferentes sectores vinculados al complejo sistema son del orden de  $177.6 \times 10^6$  ton año<sup>-1</sup>, de los cuales  $62.7 \times 10^6$  ton año<sup>-1</sup> están en el delta moderno,  $44.5 \times 10^6$  ton año<sup>-1</sup> en el estuario y  $70.4 \times 10^6$  ton año<sup>-1</sup> son exportados hacia la plataforma continental adyacente.

**Palabras clave:** fuente de sedimentos, plataforma continental, Cuaternario, Uruguay

### ABSTRACT

The Río de la Plata presents differentiated sediment dynamics, as a result of receiving great part of its sediment load from the basins of the rivers Paraná and Uruguay. The geologic evolution initiated in the Late Miocene, following the marine transgression over the current delta of the river Paraná, occupied the most recent coastal areas, characterizing a dynamics where oceanic circulation was linked to the presence of an event of maximum climatic change. From the Holocene to the Present, the dynamics of the complex estuary exemplifies the conditions of dispersion and the sources associated to the position of the sandbanks that represented the margins of the regression systems of marine stabilization of the Plata system: 15-17, 22-26, 40-42, 48-50 and 75-78 m. Several statistical and multiple variables analysis were applied in order to better understand the behavior of sediments in the system throughout the Late Tertiary and Quaternary. Three vector solutions to the source and dispersion were found: the first linked to the sediments that characterize the set "pampeano-patagónica"; a second of sediments native to Crystalline Basement, restricted to the sands located N of the muddy depressions; finally, the influence of sediments native to the Plata basin. Taking on the model by Ayup-Zouain (1987), we can highlight that the maximum volume of sediments deposited at present in the different sectors of the complex system is in the order of  $177.6 \times 10^6$  ton year<sup>-1</sup>, of which  $62.7 \times 10^6$  ton year<sup>-1</sup> are in the modern delta,  $44.5 \times 10^6$  ton year<sup>-1</sup> in the estuary and  $70.4 \times 10^6$  ton year<sup>-1</sup> are exported towards the adjacent continental shelf.

**Key words:** sediments sources, continental shelf, Quaternary, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

El Río de la Plata presenta una dinámica sedimentaria diferenciada, en virtud de recibir gran parte de su carga de sedimentos de las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay.

La evolución a partir del Mioceno superior, iniciada después de la trasgresión marina sobre el delta actual del río Paraná y la ocupación las áreas costeras más recientes, se caracterizó por una dinámica donde la circulación oceánica estaba vinculada a la presencia de un evento de variación climática máxima. En el Pleistoceno superior (17500 AP), la circulación predominante era oriunda de

la región patagónica, con un nivel del mar regresivo, próximo a la isóbata de 180 m (Ayup-Zouain 1986). La influencia de sedimentos en la plataforma adyacente y en el sector externo era producto de la complejidad de la circulación y del aporte oriundo de la cuenca del Río de la Plata. Desde el Holoceno hasta el Presente, la dinámica del complejo estuarino ejemplifica las condiciones de dispersión y las fuentes en la distribución de los sedimentos en la plataforma continental N de Uruguay y S brasilera (S de la Cuenca de Pelotas). La distribución moderna de los sedimentos del complejo estuarino del Río de la Plata y de la plataforma continental adyacente

permite observar tres zonas dinámicas diferentes: 1) fluvial-delta; 2) estuarina y la costera moderna; y 3) relicta y marina somera.

Los sedimentos de estos sectores de la plataforma continental adyacente están caracterizados por su diversidad de textura (representados por 12 fases diferentes) y por su complejidad en el índice de madurez. Los sedimentos poco maduros y con alta relación de fragmentos de rocas son oriundos de la región pampeana patagónica provenientes del transporte dominante de las componentes de plataforma somera y costeros. Los sedimentos más maduros y estables de la región de plataforma adyacente al complejo Río de la Plata, son policíclicos y originarios de la cuenca del Plata (ríos Paraná y Uruguay).

### LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MINERALES DETRÍTICOS

Una selección del total de las muestras analizadas del sector permitió, a partir del análisis de 211 muestras de sedimentos (Fig. 1), la identificación de 24 minerales, los que fueron procesados estadísticamente.



Figura 1. Mapa de localización de las muestras de sedimentos para análisis mineralógico.

El análisis de la fracción de minerales pesados en la región externa del Río de la Plata y plataforma continental adyacente presenta una distribución variable. La zona central adyacente al mismo separa dos áreas, una rica al S y una de bajas concentraciones al N. Los patrones de distribución al N siguen la orientación de la línea de la costa actual, predominantemente en forma longitudinal y otras en concentraciones ortogonales, pero en formas eventualmente de manchas; las concentraciones de minerales pesados oscilan de 7.6 a 26.8% del peso total de la muestra, disminuyendo progresivamente en la dirección del margen continental.

La presencia de minerales altamente magnéticos es relativamente baja (en la mayor parte de las localidades, menor que 1%); el mineral más abundante en este grupo es la magnetita (70%) y complementariamente cantidades variables de ilmenita, cromita y hematina.

Los grupos de minerales más abundantes corresponden a los piroxenos, identificando cuatro especies: diopsidio, augita, estantita e hipersténio. Los anfibolitos están representados por hornblendas y tremolito-actinotita. Esta última, generalmente dominante en los anfíboles sobre la primera. Apatitas junto con el zircón son un mineral de distribución importante. Las mayores concentraciones quedan localizadas en las proximidades de la costa uruguaya y frontal a la influencia pretérita y actual del estuario.

### COMPORTAMIENTO POR ANÁLISIS MULTIVARIADO

Los resultados del análisis de componentes principales aplicados permiten observar la presencia de siete componentes. Las diferentes componentes resultantes auxiliaron para determinar la variación regional de los minerales pesados en los sedimentos superficiales del fondo, verificando la relación que los depósitos (muestras) presentan con las influencias de las fuentes (dispersión y estabilidad).

Para una mejor visualización e interpretación de los resultados fueron construidos histogramas con la variación de las cargas factoriales de las variables (minerales) contenidas en la matriz original (Fig. 2). El valor correspondiente a 0.40 para las cargas fue considerado como aceptable para su inclusión en el diagrama, pero valores menores también fueron incluidos.

### Cargas factoriales de los componentes principales (fuente sedimentaria)

C1: Alta estabilidad mineralógica, oriundos de rocas metamórficas de alto grado asociadas a rocas pegmatíticas.

C2: Baja estabilidad mineralógica, oriundos de rocas ultra-básicas e intermediarias.

C3: Productos residuales oriundos de rocas metamórficas de contacto, principalmente derivados de esquistos y filitos. Poco intemperismo químico.

C4: Área fuente derivada de rocas faneríticas y gneises.

C5: Sedimentos asociados a diques y venas. El rutilo explica la madurez y no la dispersión.

C6: Sedimentos altamente maduros e estables, oriundos de rocas metamórficas de alto grado.

C7: Sedimentos oriundos de rocas metamórficas ricas en aluminio.

El componente 1 del análisis, en el que todas las variables mineralógicas se presentan con una elevada correlación positiva determinó el área fuente y la estabilidad mineralógica para los sedimentos oriundos de las rocas metamórficas de alto grado, asociadas con pegmatitas.

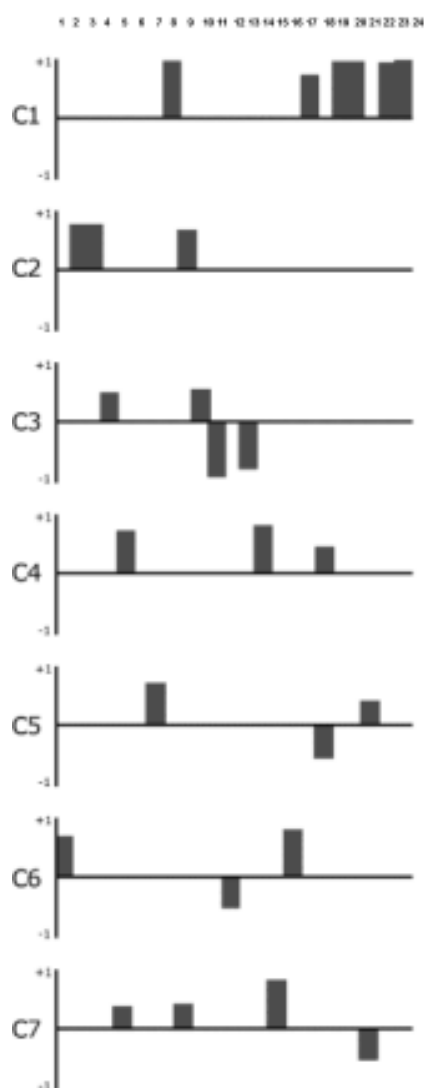


Figura 2. Distribución de las cargas factoriales del Análisis de Componentes Principales (PCA).

También se observó una correlación positiva entre los componentes mineralógicos del componente 2. En este componente los minerales presentes se caracterizan por indicar una baja estabilidad mineralógica, caracterizando un área fuente a partir de rocas ultra básicas e intermedias.

El componente 3 permite observar minerales con cargas positivas y negativas, lo que permite determinar la presencia de productos residuales oriundos de metamorfismo de contacto, principalmente derivados de esquistos y filitos, con ausencia o menor mezcla de materiales derivados de rocas ígneas intermedias y ácidas, y de bajo intemperismo químico.

El área fuente derivada de rocas faneríticas graníticas y gneises queda definida por la presencia de los minerales que constituyen el componente 4.

Las características presentadas por los minerales que identifican el componente 5 distinguen depósitos correspondientes a sedimentos oriundos de rocas asociadas a diques y venas. El valor negativo del rutilo, en este caso, explica la elevada madurez debido a la fuente y no a la dispersión.

Elevada madurez y estabilidad de los sedimentos identifican el componente 6, principalmente por la correlación existente entre los granates y el rutilo en contraste con la presencia del diopsido, lo que puede establecer que las rocas metamórficas de alto grado representan el área fuente para estos sedimentos.

El componente 7 explica 5.3% del total de los sedimentos y caracteriza la dispersión a partir de rocas metamórficas ricas en aluminio.

La segunda técnica de análisis estadístico multivariado, aplicado en los minerales pesados fue el análisis de agrupamiento. Los resultados del análisis de agrupamientos caracterizaron cuatro grupos importantes de suites (Fig. 3) asociados con el análisis de componentes principales (PCA). Los grupos identificaron (Tabla 1):

Grupo 1. Poca madurez mineralógica, inestables y dispersión de los sedimentos oriundos del S (pampeanos patagónicos).

Grupo 2. Sedimentos altamente maduros oriundos del escudo del E del Uruguay.

Grupo 3. Sedimentos de alta madurez, oriundos del Escudo del S de Brasil y de Uruguay.

Grupo 4. Sedimentos altamente inestables y con baja madurez, asociados al re-trabajo por corrientes litorales, oriundas de la región S en épocas pretéritas.

Tabla 1. Grupos identificados y sus componentes principales.

AGRUPAMIENTOS	COMPONENTES PRINCIPALES
Grupo 1	C2
Grupo 2	C4 + C6
Grupo 3	C1 + C5
Grupo 4	C3 + C7

La correlación entre los resultados de la aplicación del análisis de componentes principales (PCA) y de agrupamiento (Cluster) permitieron obtener un éxito de 75.2% en el comportamiento de las muestras.

Es interesante caracterizar la fuerte relación que los mismos presentan con el área fuente, la resistencia a la abrasión y la respuesta al transporte. En este caso, la representación gráfica explica las relaciones entre los minerales. En función de los resultados obtenidos sobre la información de las especies asociadas así como de su agrupamiento, podemos considerar que existe el siguiente criterio de correlación:

A pesar de ser observada una correlación entre grupos de minerales que identifican muestras de sedimentos con los factores que definen la dispersión de esos minerales y el área fuente, no es suficientemente satisfac-



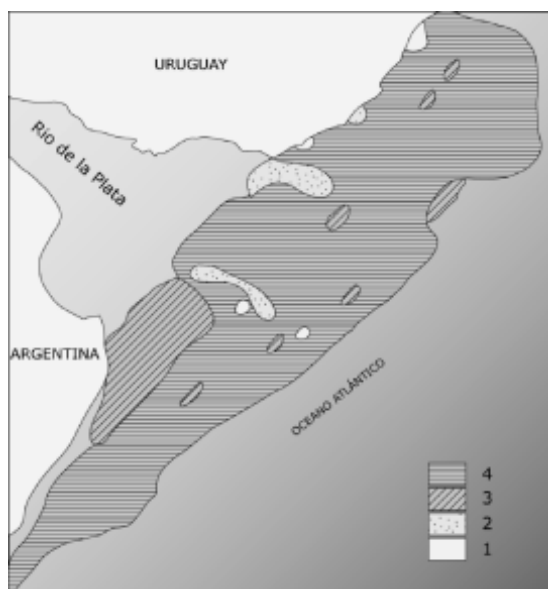


Figura 3. Distribución espacial del agrupamiento de las 24 variables mineralógicas.

toria la dispersión de los minerales en la región. Esto se debe a que no queda claro cuáles son los principales patrones de distribución de los minerales y su interacción con los agentes dinámicos actuantes en el transporte. Estos factores son importantes para entender la distribución de los diferentes tipos de zonaciones de biomas ecológicos.

El análisis factorial modo-Q aplicado para identificar procesos evolutivos con el uso de minerales pesados, fue aplicado originalmente por Mazzullo & Wither (1984). Posteriormente, otras aplicaciones de este modelo fueron realizadas por Berquist (1986), Clemens & Komar (1988), Komar *et al.* (1989), Ozalpasan (1989), Ayup-Zouain (1991), Weschenfelder (1996) y Wolf (2000), que aplicaron esta técnica en los sedimentos de la plataforma continental y áreas costeras, para determinar área fuente y dispersión.

La principal ventaja del empleo de esta técnica estadística multivariada es que el número de factores que caracterizan el resultado final siempre va a estar representado por la composición de una muestra de sedimento; así, un elemento del conjunto actúa como parámetro patrón que permite establecer la mezcla en la composición de cada sitio considerado. De esta forma podemos describir, a partir de la composición de cada miembro patrón (*end member*), las condiciones que actuaron sobre el sistema, siempre a partir de las mezclas observadas, definiendo así los vectores de dispersión sobre los componentes mineralógicos que caracterizaron el transporte y el depósito de los sedimentos.

El resultado obtenido a partir del Factor I está vinculado a los sedimentos que caracterizaron la suite pampeano-patagónica, siendo que la presencia de la misma ya había sido citada por Etchichury & Remiro (1960), Urien (1967), Urien & Ewing (1974), Bercowski

(1978), Tomazelli (1978), Ayup-Zouain (1985; 1987; 1991), Corrêa (1990) y Ayup-Zouain *et al.* (2001; 2003). Una característica importante de este factor es que representa, además de la muestra patrón, varias muestras con valores de componentes finales con cargas equivalentes a 1.00. Esto significa que este conjunto presenta aproximadamente el mismo origen y composición que la muestra patrón. Por otro lado, esto refleja que las condiciones de transporte y dispersión de los minerales eran bastante homogéneas, con la ausencia de procesos de mezcla con los otros componentes. Debemos destacar que todas las muestras con valores de comportamiento unitario están localizadas en diferentes profundidades y separadas por fajas de distribución de mezclas del orden de 20%, donde dominan los otros factores (Fig. 4).

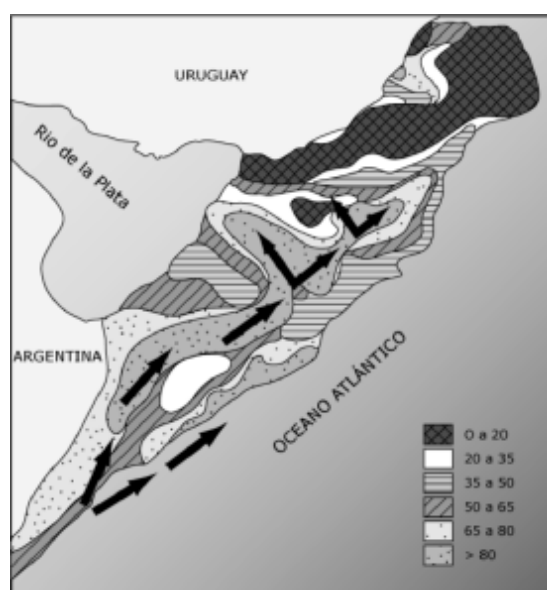


Figura 4. Distribución del Factor I del análisis mineralógico modo-Q-R.

Podemos establecer que cada muestra con potencial de cargas equivalente a 100 representa la dispersión S de los sedimentos pampeanos-patagónicos, y que estaría localizada en un sector relicto de línea de costa, o sea, que la dispersión y el transporte serían muy próximos de la línea de la costa, a partir de las componentes finales del transporte litoral; cada nivel máximo de valores coincidentes con un nivel de estabilización. Consecuentemente, en cada nivel habría una estabilización y transferencia del sistema fluvial o complejo deltaico del Río de la Plata. Otro aspecto importante del resultado de estos datos es la baja mezcla que los mismos presentan con los sedimentos de los pozos de fango.

Las isóbatas en las que fueron verificados los valores de localización de los paleoniveles de estabilización del complejo Plata son 17, 22-23, 26, 40, 50 y 78 m. Así, podemos considerar que al estar asociados con la fisiografía del fondo, existe una correlación con la posición de los bancos arenosos, agrupados de esta forma en

cinco niveles regresivos de estabilización marina del sistema Plata: 15-17, 22-26, 40-42, 48-50 y 75-78 m.

En el complejo Banco La Plata podemos observar una distribución con orientación SE-NW, las que caracterizan los procesos paleogeográficos entre las isóbatas de 40-42 a 22-26 m, con una micro estabilización intermedia del nivel del mar.

La faja de bajas concentraciones localizada en el sector exterior NE, al S de los pozos de fango, caracteriza la mezcla importante de estos sedimentos con los otros factores. Es aquí que observamos la mayor influencia de los minerales que identifican este factor en la dirección a la desembocadura moderna del Río de la Plata, cruzando el Banco La Plata. Esto posiblemente sea resultado de dos procesos conjuntos: el aporte producido por la deriva litoral con dirección SW-NE asociado con el aumento relativo del nivel del mar de forma progresiva. Así fue facilitada la mezcla con los sedimentos que ocupaban la región costera pretérita y que hoy esta localizada en profundidades mayores a 70 m.

El Factor II corresponde a sedimentos oriundos del Basamento Cristalino y se constata que su influencia se restringe a las arenas localizadas al N de los pozos de fango. La muestra patrón esta localizada en las adyacencias de los principales afloramientos, presentando mezclas fuertes en las proximidades de los pozos de fango, al S y en las inmediaciones del Chuy. En este sector se observa una amplia influencia de las mezclas, posiblemente por la complejidad de las fuentes y principalmente por la dinámica actuante en el pasado. Se puede observar que estos sedimentos, que se caracterizan por su elevada estabilidad, son oriundos de rocas que constituían la planicie costera adyacente. Por tal motivo, su influencia se restringió exclusivamente a la faja estrecha entre los pozos de fango y la línea de costa actual, con prolongación a la plataforma S de Brasil (Fig. 5).

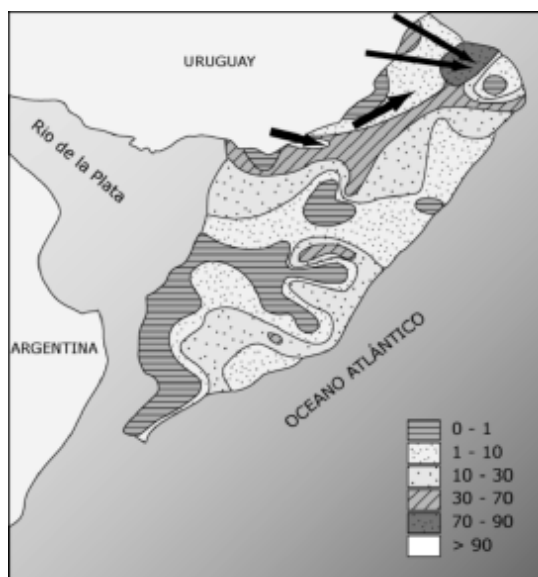


Figura 5. Distribución del Factor II del análisis mineralógico modo Q-R.

Los sedimentos oriundos de la cuenca del Río de la Plata tienen la mayor influencia en esta área, caracterizando el Factor III. La principal zona de dispersión son los pozos de fango y el Banco La Plata al N, la zona frontal adyacente a Punta Médanos en la zona S y en la región exterior coincidente con la presencia de algunos de los canales observados en las cartas batimétricas. La dispersión en el Banco La Plata fue bien marcada, oriunda del sector N y con orientación NNE-SSW, la cual alcanza hasta la isóbata de 30 m, a partir de donde existe una faja de mezclas con bajas concentraciones y nuevamente un aumento con indicadores de más de 60%, que sería la prolongación de la faja de altas concentraciones mencionada para el segundo factor. Podemos caracterizar el producto final de la distribución de los sedimentos a partir de este factor, como derivados de la influencia del paleocauce del Río de la Plata y sus diferentes tributarios. De esta forma, podemos considerar que los diferentes canales de drenaje que ocupaban la zona exterior hasta la isóbata de 70 m fueron regresando (transgresión marina) y consecuentemente recubiertos por sedimentos oriundos del S, en varias etapas sucesivamente hasta llegar al nivel correspondiente a la isobata de 30 m con relación al actual. Por su composición queda claro que no fueron modificados a lo largo del tiempo.

El depocentro observado está localizado entre las isóbatas de 20 y 40 m, al S de la desembocadura del Río de La Plata y adyacente a Punta Médanos. Esta distribución muestra la influencia relictual de la descarga en este sector S de un antiguo sistema de drenaje oriundo del Río de la Plata. Otras localidades con valores de mezcla superior a 40% indican la fuerte dispersión mineralógica que estos sedimentos ejercieron sobre el área. Esta influencia fue observada principalmente en las adyacencias del Canal Norte y de los pozos de fango, así como también en la porción S de la plataforma continental, adyacente a la actual desembocadura del Río de la Plata, y delimitando los paleovalles, asociados con los canales observados en la geomorfología del sistema. Existe relación entre la posición de las cabeceras de los sistemas de valles, donde estarían localizados los abanicos de deltas que fueron alimentados por los sedimentos oriundos de esta fuente platina a lo largo del tiempo (Fig. 6).

Como resultado de la dispersión de estos factores fue elaborada la figura 7, en la cual es posible observar las principales zonas de influencia de cada factor considerado. Podemos establecer que el Factor I es el de mayor distribución espacial en el área, como consecuencia de su dispersión originalmente desde el S de la zona de plataforma hasta las adyacencias de los pozos de fango, ocupando el Banco La Plata (hasta la isóbata de 17 m) y la plataforma adyacente a partir de los niveles desde 22-26 m de profundidad hasta los 70 m; en la región S, hasta la isóbata de 55 m al N de los 36° S.

Esto tiene una consecuencia muy importante, ya que durante estos niveles de estabilización gran parte de la carga de la cuenca del Plata era depositada dentro del actual sistema; de esta forma, enormes cantidades de

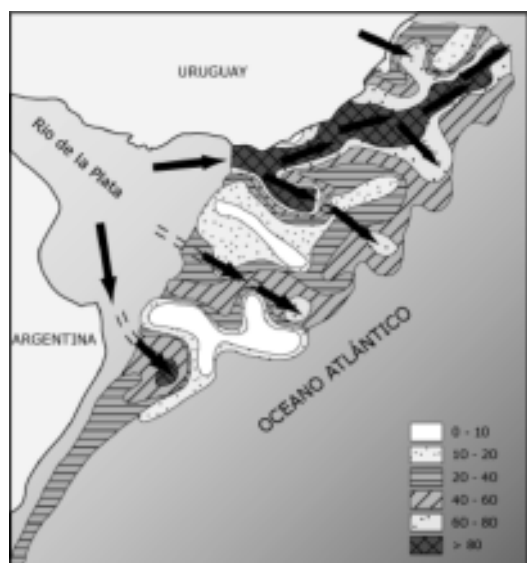


Figura 6. Distribución del Factor III del análisis mineralógico modo Q-R.

minerales de baja estabilidad y materia orgánica eran depositadas en el interior. Los procesos de serpentinización de los minerales con baja estabilidad y acumulación de materia orgánica son factores importantes en la generación de depósitos de gas somero. Trabajos de Parker & Paterlini (1990), Ayup-Zouain *et al.* (2000; 2002), Weschenfelder (2005) y Ayup-Zouain *et al.* (2005) demuestran la presencia de este elemento en la región. Este acumulo de gas somero (metano) tiene importancia para la producción y el desarrollo de enormes bancos de moluscos, lo que se observa en varias regiones, muchas utilizadas para el cultivo (Rías de Galicia).

El Factor II al ser analizado en el conjunto tiene su dispersión restringida a las adyacencias de la costa N en las proximidades de la región costera de Uruguay y en dirección a la costa del S de Brasil. Se considera este aporte como de arenas maduras policíclicas y ricas en contenido de elementos minerales de alto valor económico (e.g. Ni, Cd, Fe).

Por último, el Factor III, que representa la influencia de los sedimentos oriundos de la cuenca del Plata (provincia Platina o sedimentos platenses; Etchichury & Remiro 1960; Tomazelli 1978). Tienen su dispersión restringida a los sectores localizados en la plataforma continental interna y media, asociado con los canales de drenaje pretéritos, y con el Canal Norte y los pozos de fango, con la particularidad de "cruzar" eventualmente el Banco La Plata.

Abordando el modelo propuesto por Ayup-Zouain (1987) de aporte sedimentario de la Cuenca del Plata y la plataforma continental adyacente (Fig. 8) se destaca que el volumen máximo de sedimentos depositados en la actualidad en los diferentes sectores vinculados al complejo sistema es del orden de  $177.6 \times 10^6$  ton año<sup>-1</sup>, de los cuales 62.7 se depositan en el delta moderno y 44.5 en el

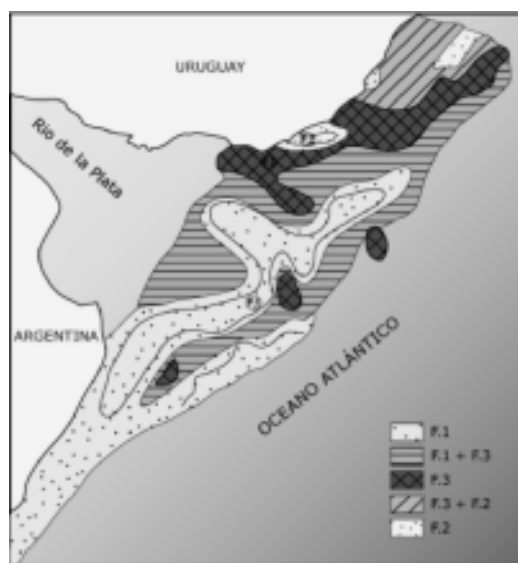


Figura 7. Distribución de los tres factores y sus mezclas para describir la dispersión y fuentes de sedimentos.

estuario, mientras que 70.4 son exportados hacia la plataforma continental adyacente

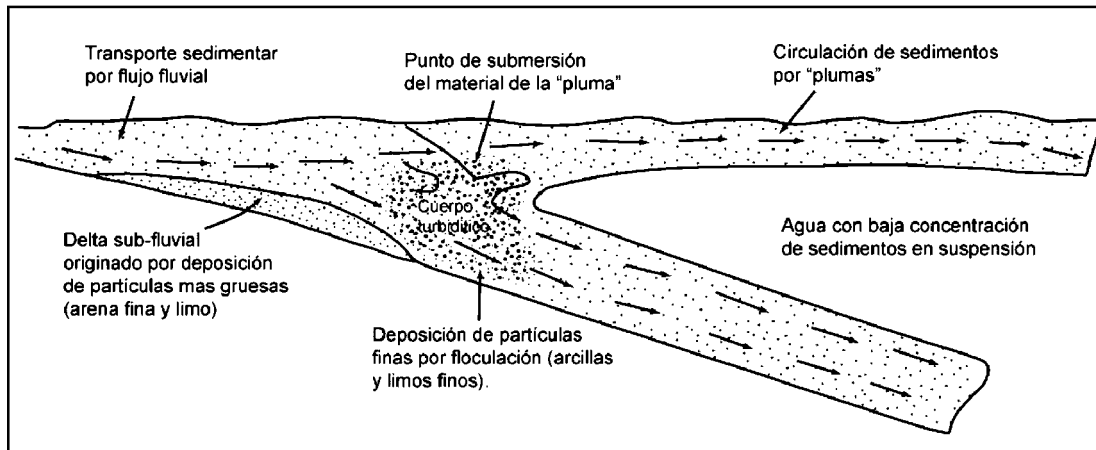
Por último, el modelo de aporte puede ser utilizado, considerando la localización variable del nivel del mar, efectuando de esta forma la adecuación análoga del mismo para cada sector vinculado a la localización del delta durante las variaciones ocurridas durante el Terciario y el Cuaternario (Fig. 9).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

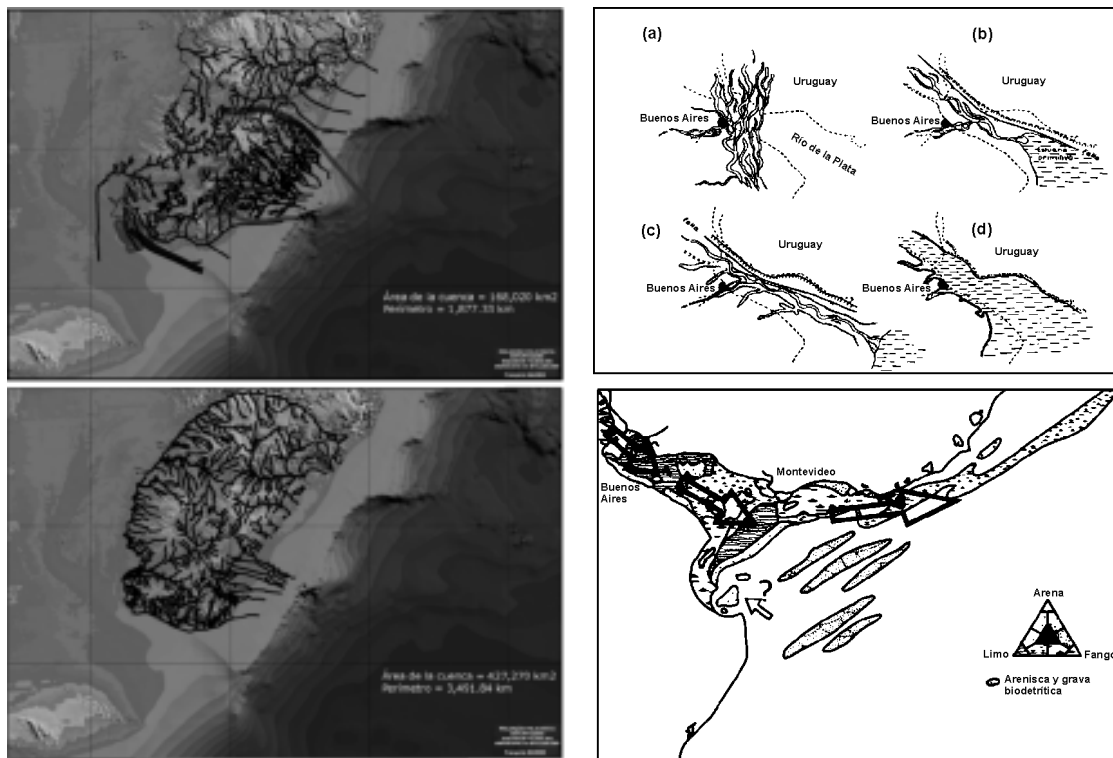
Estos resultados permiten detectar de una forma muy particular la evolución del sistema estuario a través del Terciario Superior y Cuaternario y el modelo de transporte de los sedimentos, y su interacción con el sistema marino. La construcción de un sistema de canales complejos y de un delta con progradación normal de sedimentos caracteriza una distribución en la superficie del fondo de secuencias finas a groseras desde el sector central, a muy finas en sectores de dominio de transporte turbidítico. Es importante asociar esta relación con los procesos de variación geoquímica superficial del sistema sulfato y metano, por la presencia de grandes concentraciones de materia orgánica y de metano en función del gran aporte de fangos. Se destaca asimismo una amplia correlación del stock de metano de origen orgánico con la distribución de una fauna de moluscos diversa y abundante, como consecuencia de la gran disponibilidad de carbono.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACION Y EL MANEJO

Esta fuerte correlación existente entre la fuente y la dispersión de sedimentos, que con el tiempo geológico dan la posibilidad de una fuerte concentración y transformación de la materia orgánica, condicionando el



**Figura 8.** Modelo de transporte de sedimentos en el sistema del Río de la Plata. Perfil modelo desde el sistema fluvial hasta la desembocadura. El sector central muestra los elementos de circulación y variación del mecanismo de transporte sedimentar a partir del "cuerpo turbidítico" (modificado de Ayup-Zouain 1987a).



**Figura 9.** Diagrama de evolución del sistema de paleodrenaje desde el Mioceno hasta el presente. Detalles de la variación del proto-estuario y del flujo de transporte de sedimentos (modificado de Ayup-Zouain *et al.* 2002). El cuadro superior izquierdo identifica el drenaje en la fase II de la formación del sistema, indicando de forma clara un sector costero delineado en el final del Eo-Oligoceno. En el cuadro superior derecho se observa la propuesta de formación del Río de la Plata sugerida a partir de análisis de arcillas (González Bonorino 1965). El cuadro inferior izquierdo representa el sistema de drenaje construido en la fase (c) del cuadro anterior, previo a la construcción final del sistema. El cuadro inferior a la derecha muestra los vectores de transporte de los volúmenes de sedimentos a la plataforma y al talud continental, así como el aporte al interior desde la región S, superpuesto a un mapa resumido de las composiciones texturales de los sedimentos superficiales del fondo.

balance de carbono en el sistema, y dejando el mismo en disposición de uso, puede eventualmente, sin un estudio sistemático de las variaciones en nivel superficial (3.5 a 4 m de la superficie del fondo) confundir sobre las fuentes reales de variación del sistema. Excesivas cantidades de materia orgánica, sin la debida demanda para su

transformación por captura en bancos de moluscos, puede llevar a una demanda superior de oxígeno en el sistema. De esta forma, algunas variaciones en la estructura de la comunidad bentónica pueden ser observadas no solamente por variación temporal, sino también como producto de las alteraciones por el esfuerzo

de pesca. Es importante considerar el potencial de uso de la fuente de metano presente con diferentes finalidades, ya que el uso de la misma puede disminuir el estrés del ambiente, si el manejo de los volúmenes de captura pesquera no son controlados.

## REFERENCIAS

- Ayup-Zouain RN** 1985a Áreas fontes e dispersão dos minerais pesados na margem continental sul-brasileira e uruguaia. Pp 362-378 *In: Simposio Sul-Brasileiro de Geologia, 2. Anais... Sociedade Brasileira de Geologia*
- Ayup-Zouain RN** 1985b Feições geomorfológicas do Rio de la Plata exterior à margem continental uruguaia. Pp 379-391 *In: Simposio Sul-Brasileiro de Geologia, 2. Anais... Sociedade Brasileira de Geologia*
- Ayup-Zouain RN** 1987a Aporte sedimentar do Rio de la Plata à plataforma continental sul-brasileira e uruguaia. Pp 353-370. *In: Simposio sobre "Ecossistemas da Costa Sul à Sudeste Brasileira: Síntese dos conhecimentos". Publicação ACIESP 2 (54)*
- Ayup-Zouain RN** 1987b Sedimentos do Rio de la Plata e plataforma continental adjacente. Pp 61-72 *In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário 1, Anais... ABEQUA, Porto Alegre*
- Ayup-Zouain RN** 1987c Características do intercâmbio sedimentar entre o Rio de la Plata Exterior à plataforma adjacente. Pesquisas 21:105-126. Porto Alegre
- Ayup-Zouain RN** 1991 Avaliação das mudanças do nível do mar durante o Holoceno na plataforma continental adjacente ao Rio de la Plata. Tese de Doctorado en Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 363 pp (Inédita)
- Ayup-Zouain RN & ICS Corrêa** 2000 Paleodrainage evolution and sedimentation rates to continental margin using regional cyclostratigraphy. Relatório Final. Projeto "Estado da Arte da Análise da Proveniência, da Dispersão Sedimentar e eventos erosivos controladores da sedimentação, na área do Cone de Rio Grande". Exxon Mobil Exploration Company- PETROBRAS-FAURGS (Confidencial)
- Ayup-Zouain RN Corrêa ICS & EG Barboza** 2002 Paleodrainage evolution and sedimentation rates to southern Brazil continental margin using regional cyclostratigraphy. *In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia. João Pessoa, 2002. Anais... :122.*
- Ayup-Zouain RN Corrêa ICS Tomazelli LJ & SR Dillenburg** 2001 Dispersão e proveniência dos minerais pesados nos sedimentos de fundo da plataforma continental sul-brasileira, uruguaia e norte-argentina. Pp 126-127 *In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Imbé, 2001. Boletim de Resumos... Imbé, ABEQUA*
- Ayup-Zouain RN Ferreira HPL Barboza EG & LJ Tomazelli** 2003 Evidencia morfológica de um paleocanal holocênico da Laguna Mirim nas adjacências do Banhado Taim. *In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Recife, 2003. Livro de Resumos... Recife, ABEQUA:82*
- Ayup-Zouain RN Barboza EG Weschenfelder J Barbosa JLS & MLCC Rosa** 2005 Gás presence influenced by paleodrainage evolution and sedimentation rates on the south west Atlantic continental margin. *In: VIII International Conference on Gas in Marine. (Vigo, 5-10 September). Abstracts... (in press).*
- Bercowski F** 1978 Variaciones mineralógicas en sedimentos del Río de la Plata. *In: Congreso Geológico Argentino, 7. Neuquen, 1978. Actas... Neuquen, A.G.A., 2:649-658*
- Berquist CR Jr** 1986 Stratigraphy and heavy mineral analysis in the lower Chesapeake Bay, Virginia: Gloucester Point. College of William & Mary, PhD. Dissertation, 105 pp
- Clemens KE & PD Komar** 1988 Oregon beach-sand compositions produced by the mixing of sediments under a transgressing sea. *Journal of Sedimentary Petrology* 58:519-529
- Corrêa ICS** 1990 Analyse morphostructurale et evolution paléogéographique de la plateforme continentale Atlântique Sud-Brésilienne (Rio Grande do Sul-Brésil). Tesis de Doctorado, Université de Bordeaux I. 314 pp (Inédita)
- Etchichury MC & JR Remiro** 1960 Muestras de fondo de la Plataforma Continental comprendida entre los paralelos 34° y 36°30' de latitude sur y los meridianos 53°10' y 56°30' de longitude oeste. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 6(4):197-263
- González Bonorino F** 1965 Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires y su significación estratigráfico y sedimentológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(1):67-150
- Komar PD & JW Good** 1989 Long-term erosion impacts of the 1982-83 El Niño on the Oregon coast, *Proceedings of Coastal Zone '89*, pp. 3785-3794
- Mazzullo J & KD Withers** 1984 Sources, distribution and mixing of Late Pleistocene and Holocene sand on the South Texas shelf: *Journal of Sedimentary Petrology* 54(4)1319-1334
- Ozalpasan H** 1989 Distribution of heavy minerals on the inner continental shelf of Virginia: Gloucester Point. College of William & Mary, M.A. Thesis, 83 pp (Inédita)
- Parker G & M Paterlini** 1990 Apantallamientos acústicos en sedimentos gasíferos del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45(1-2):17-28
- Tomazelli LJ** 1978 Minerais Pesados da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia* 2(5):103-159. São Leopoldo
- Urien CM** 1967 Los sedimentos modernos del Río de la Plata exterior. *Boletín SHIN* 4(2):113-213.
- Urien CM & M Ewing** 1974 Recent sediments and environment of Southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires and Rio Negro continental shelf. Pp 57-177 *In: Burk & Drake (eds) Geology of Continental Margin. New York, Springer Verlag*
- Weschenfelder J** 1996 Variabilidade morfoodinâmica das praias oceânicas entre Imbé e Arroio do Sal, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis de Maestría, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 131pp (Inédita)
- Weschenfelder J** 2005 Processos sedimentares e variação do nível do mar na região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis de Doctorado en Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 130 pp (Inédita)
- Wolf IM** 2000 Resultados da aplicação da análise fatorial modo Q nos minerais pesados da Plataforma Continental do RS. Tesis de Maestría, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 84 pp (Inédita)

## Geología de la costa uruguaya y sus recursos minerales asociados

CÉSAR A. GOSO AGUILAR\* & ROSSANA MUZIO

\*goso@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La costa uruguaya presenta una conformación geológica -tanto aflorante como subaflorante- relativamente diversa, aunque la misma podría resumirse como constituida por una serie de rocas antiguas -pertenecientes al Basamento Cristalino- con edades que oscilan entre 2300 Ma (Paleoproterozoico) y 500 Ma (Cámbrico). En esa serie aparecen rocas ígneas (plutónicas y volcánicas) de composición variada y rocas metamórficas (de grado bajo a medio de metamorfismo). A su vez, ese conjunto de rocas que constituyen las puntas rocosas (cabos) y cerros son también el substrato sobre el que se apoya casi exclusivamente otro conjunto diverso de rocas sedimentarias y sedimentos que se acumularon durante el Cenozoico y cuyas edades oscilan entre 33 Ma (período Oligoceno del Terciario) y los sedimentos modernos o actuales (del Cuaternario reciente). Estas rocas y sedimentos cenozoicos representan la acción de procesos geológicos vinculados a cuencas de sedimentación marginales (que se encuentran en la actual plataforma continental) y que estuvieron controladas por las oscilaciones del nivel del mar (eustasia) de origen tectónico y climático (glaciaciones). El presente trabajo contiene de manera resumida las características geológicas (denominaciones formacionales, edades y litologías asociadas) de todo el conjunto de rocas y sedimentos que conforman la costa uruguaya. Asimismo, se incluye una descripción de los recursos minerales que existen (en explotación o no) y su uso, así como también, la presencia de acuíferos (fisurados y porosos) y sus principales características hidrogeológicas e hidroquímicas. También se hace referencia a algunos procesos geológicos con impactos negativos sobre el ambiente.

**Palabras clave:** medio físico costero, recursos del subsuelo, acuíferos costeros, Basamento Cristalino, Cenozoico

### ABSTRACT

The Uruguayan coast presents a geologic conformation of wide lithological diversity, mainly represented by rocks of the Crystalline Basement, with ages ranging from 2300 Ma (Palaeoproterozoic) to 500 Ma (Cambrian). These units are composed by igneous rocks (plutonic and volcanic) of diverse composition and by metamorphic rocks (from low to medium grade metamorphism). In addition, these units constitute the main rocky points and topographic highs along the shoreline and underlie an important diversity of sedimentary rocks and sediments deposited since the Cenozoic, around 33 Ma (Oligocene period-Tertiary), to recent or modern sediments (Recent Quaternary). These Cenozoic rocks and sediments represent the action of geological processes related to marginal sedimentation basins (actually located in the continental platform), which were controlled by sea level oscillations (eustatic oscillations) of tectonic and climatic origin (glaciations). The present review contains an outline of the main geological features (formal units involved, ages and lithotypes) that constitute the Uruguayan coast. In addition, the mineral resources associated with these rocks (explored or not), their industrial application and also the presence of aquifer units with their main hydrogeologic and hydrochemical characteristics, are described. Furthermore, briefs comments about some geological processes with negative impact on the environment are discussed.

**Key words:** coastal physical environment, underground resources, coastal aquifers, Crystalline Basement, Cenozoic

### CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

La constitución geológica de la costa platense y oceánica del Uruguay muestra una gran diversidad de materiales rocosos y sedimentos, que evidencian una evolución geológica variada y que dejaron un rico potencial en recursos minerales. Allí han quedado registrados una infinidad de procesos geológicos a lo largo de más de 2300 millones de años (Ma) (Fig. 1).

El sustrato que constituye los principales afloramientos rocosos de la costa uruguaya corresponde a diferen-

tes porciones del denominado Basamento Cristalino. Este basamento comprende unidades litológicas con un amplio rango geocronológico en el cual se reconocen una gran diversidad de rocas ígneas y metamórficas con diferentes grados de evolución y deformación. De acuerdo con las diferentes historias evolutivas, este basamento ha sido subdividido en tres grandes terrenos o provincias litoestructurales: el terreno Piedra Alta, el terreno Nico Pérez y el terreno Cuchilla Dionisio (Bossi *et al.* 1998).

EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	Millones de Años
FANEROZOICO	CENOZOICA	Cuaternario	Holoceno	0.01
			Pleistoceno	1.81
		Terciario	Plioceno	5.33
			Mioceno	23.03
			Oligoceno	33.9
			Eoceno	55.8
	MESOZOICA	Cretácico	Paleoceno	65.5
			145.5	
			Jurásico	199.6
	PALEOZOICA	Trásico	251	
			Pérmico	299
			Carbonífero	359.2
			Devónico	416
			Silúrico	443.7
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICA	Ordovícico	488.3	
		Cámbrico	542	
		1000		
MESOPROTEROZOICA	1600			
	PALEOPROTEROZOICA	2500		
ARQUEANO	3800			
HADAENO	4600			

Figura 1. Escala del tiempo geológico de Gradstein & Ogg (2004).

## ERA PROTEROZOICA

### Terreno Piedra Alta (Paleoproterozoico)

El terreno Piedra Alta, de edad paleoproterozoica, está localizado en la porción occidental del basamento al W de la megafalla Sarandí del Yí-Arroyo Solís Grande (Preciozzi *et al.* 1979). Está representado por cinturones metamórficos de grado bajo y medio, con estructura regional E-W, separados entre sí por extensas áreas granito-gnéissicas. Este conjunto fue intruido además por magmatismo granítico sin-tardi- y pós-orogénico. Esta unidad presenta como último evento magmático la intrusión de un haz de diques máficos, con edades en el entorno de 1800 Ma. Las principales ocurrencias de estas litologías a lo largo de la costa platense son observables en las puntas rocosas de las playas en los departamentos de Canelones y Montevideo (siendo agrupadas como Formación Montevideo) y en la costa de Colonia (Complejo Basal gnéissico-migmatítico).

### Complejo Basal Gnéissico-Migmatítico

Sobre la costa de la ciudad de Colonia y de la localidad de Juan Lacaze se observan rocas metamórficas de grado medio a alto e intrusiones graníticas deformadas e indiferenciadas, agrupadas genéricamente como Complejo Basal según Preciozzi *et al.* (1985). En las localidades mencionadas, esta unidad está representada por gneisses y migmatitas muscovíticos y/o biotíticos, leucócratas, más o menos heterogéneos, con estructuras bandeadas características. Algunas de las mejores exposiciones de estas rocas se encuentran en los alrededores de la desembocadura del Arroyo Rosario y en la Punta de Astilleros de Juan Lacaze. Ya en los alrededores de Colonia del Sacramento y playa de la ciudad de Colonia se observan rocas metamórficas asociadas a zonas de alta deformación, de colores grises

oscuros y presentando estructura bandeada fina, denominadas milonitas y ultramilonitas. Gran parte de estas rocas pueden observarse, además, en los empedrados y muros de la ciudad histórica.

### Formación Montevideo

Las rocas de esta formación constituyen una faja de origen volcano-sedimentario, con orientación N70E, cuya evolución tuvo desarrollo en el Paleoproterozoico, entre 2200 y 1900 Ma. Esta unidad geológica (Bossi 1965; Oyhançabal *et al.* 2003) está representada por rocas metamórficas de grado medio, siendo las más representativas en términos de abundancia los siguientes litotipos: micaesquistos, anfíbolitas, gneisses y cuarcitas. Las mejores exposiciones de estas rocas pueden ser observadas en la costa W del Dpto. de Montevideo (Playa del Cerro, Punta Espinillo y Pajas Blancas), así como en parte de la costa de Canelones. Estas también conforman los afloramientos rocosos de las diversas islas y tómbolos observables a lo largo de la costa platense de Montevideo y Canelones (Fig. 2).

### Intrusiones graníticas asociadas

Uno de los cuerpos graníticos observables en la costa platense del Dpto. de Canelones, que intruye en el terreno Piedra Alta, es el granito del Arroyo Coronilla (Playa de La Tuna, Solís). Se trata de un cuerpo ígneo plutónico de color gris, cuya mineralogía está representada por cuarzo, feldespatos alcalinos, plagioclasas, biotita y/o muscovita.

### Formación Piedras de Afilar

Esta unidad definida inicialmente por Jones (1956), de edad tentativa correspondiente al límite Neoproterozoico-Cámbrico, representa el único registro correspondiente a un evento depositacional sobre el terreno Piedra Alta y está compuesto por una secuencia detrítica grano-decreciente (desde areniscas a pelitas), que culmina hacia el tope de la misma con calizas (Bossi *et al.* 1998). El grado metamórfico que afectó esta secuencia es bajo, existiendo también metamorfismo de contacto generado por diques de composición basáltica que recortan a la secuencia descrita. La sección tipo de estos afloramientos se encuentra en la localidad homónima, estando alguna de estas litologías expuesta en la costa del Balneario Cuchilla Alta. Todo el conjunto se encuentra fuertemente basculado hacia el SW y se apoya en forma discordante sobre unidades del Complejo Basal anteriormente descrito y sobre intrusiones graníticas (granito de Soca y del Arroyo Coronilla) (Goso *et al.* 1990).

### Terreno Nico Pérez (Paleo-Mesoproterozoico)

El terreno Nico Pérez, de edad paleo-mesoproterozoica, está integrado por un núcleo de alto grado metamórfico correspondiente al Eón Arqueano, contornado hacia el E por una secuencia de rocas metamórficas de grado bajo a medio (Bossi *et al.* 1998). Este conjunto litológico constituye el basamento para una plataforma cuya evolución geológica se desarrolló



**Figura 2.** Filones recortando el basamento ortogneísico-anfibolítico de la Formación Montevideo. Foto: E. Masquelín.

durante el Período Neoproterozoico-Cámbrico. Parte del basamento cristalino que constituye este terreno está expuesto en parte de la zona costera platense y está representado en algunos afloramientos rocosos del Balneario Solís y en Punta Rasa (Piriápolis). Están compuestos por rocas granito-gnéissicas, con biotita y/o anfíbol, con estructuras bandeadas, muy similares a las presentes en la Formación Montevideo (Preciozzi *et al.* 1990), debido a lo cual su ubicación espacial y temporal aún está en discusión.

#### **Terreno Cuchilla Dionisio (Neoproterozoico)**

El terreno Cuchilla Dionisio, cuya evolución se ha desarrollado durante el Neoproterozoico, resulta de la acreción de diversos bloques metamórficos, con litologías variadas y cuyas relaciones internas y edades aún continúan en discusión. La ubicación de esta unidad litoestructural corresponde a la porción oriental del basamento cristalino del Uruguay, localizada al E de la megafalla de Sierra Ballena.

#### **Zona de Cizalla de Sierra Ballena**

Esta unidad, considerada como límite tectónico entre los terrenos Cuchilla Dionisio y Nico Pérez (Bossi *et al.* 1998), está representada por un conjunto de rocas metamórficas intensamente deformadas a partir de materiales de composición granítica, denominadas rocas

cataclásticas y miloníticas. Buenas exposiciones de estas litologías pueden observarse sobre la costa de Punta Ballena, tratándose de materiales con estructuras bandeadas de grano muy fino y altos porcentajes de cuarzo.

#### **Faja Granito-Gnéissica Central**

Se trata de un conjunto litológico integrado principalmente por gneisses y migmatitas, muy deformado, intruido por diversos cuerpos de composición granítica (Masquelín 1990). Está compuesto por rocas metamórficas de composición cuarzo-feldespática y biotita (como mineral accesorio), intensamente plegadas y con buenas exposiciones sobre la costa de Punta del Este.

#### **Formación Rocha y Unidad La Paloma**

La Formación Rocha (Sánchez & Mezzano 1993) y Unidad La Paloma (Fragoso César *et al.* 1987) están integradas por un conjunto de rocas metamórficas, que se desarrollan con rumbo general NNE entre las ciudades de Rocha y La Paloma y con algunas exposiciones sobre la margen N y NW de la Laguna Negra. Se trata de rocas de origen sedimentario con grado bajo a muy bajo de metamorfismo, representadas fundamentalmente por metapsamitas y metapelitas intercaladas entre sí, con leve deformación.



### Intrusiones graníticas asociadas

Las diferentes unidades geológicas integrantes del Terreno Cuchilla Dionisio y descritas anteriormente comprenden, además, numerosas intrusiones de cuerpos graníticos tardíos o posteriores a los eventos deformacionales que afectaron a ese bloque tectónico. Varios de esos granitos están expuestos en la zona costera atlántica o en sus proximidades, siendo algunos de esos ejemplos el granito de Garzón, el granito de José Ignacio, el granito de Castillos y el granito de Santa Teresa (Preciozzi *et al.* 1985; Bossi *et al.* 1998; Muzio & Artur 1999) (Fig. 3).



Figura 3. Puntas rocosas (cabos) y afloramientos en bochas del Granito de Santa Teresa en Punta del Diablo (Dpto. de Rocha)

### Formación Playa Hermosa (Neoproterozoico-Cámbrico)

Esta unidad, definida por Masquelin & Sánchez (1993) y reinterpretada por Sánchez & Pazos (1996), corresponde a una sucesión volcano-sedimentaria cuyo mejor desarrollo se expresa entre los balnearios Playa Grande y Playa Verde, próximos a Piriápolis. La Cuenca Playa Verde, así definida por estos autores y que comprende además a las formaciones Las Ventanas y San Carlos (no expuestas en la zona costera) tuvo su desarrollo durante el Neoproterozoico-Cámbrico, generándose sobre el basamento del terreno Nico Pérez, de acuerdo con los límites tectónicos establecidos para el mismo por Bossi *et al.* (1998). La secuencia sedimentaria comprende desde niveles conglomerádicos y brechas, areniscas, limolitas y pelitas. En la porción costera más occidental, parte de este conjunto sedimentario se encuentra recortado por diques y cuerpos subvolcánicos (basaltos, traquitas, microsienitas) correspondientes al magmatismo-penecontemporáneo del Complejo Sierra de Ánimas.

### Complejo Sierra de Ánimas (Neoproterozoico-Cámbrico)

Este complejo plutono-volcánico, cuyas primeras referencias se remontan a Darwin (1876), fue elevado al rango de formación geológica por Bossi (1965) y como Complejo Sierra de Ánimas por Sánchez (1998). Se localiza

al W de la Zona de Cizalla de Sierra Ballena y está relacionado a los eventos distensivos tardi-orogénicos (correspondientes al llamado Ciclo orogénico Brasiliano; Almeida *et al.* 1976), que generaron rifteamientos y cuencas tipo *pull-apart* sobre el basamento cristalino más antiguo (e.g. Cuenca Playa Verde). Está ampliamente expuesto en la costa y alrededores del Balneario Piriápolis, y representado por rocas ígneas intrusivas (sienitas, sienitas cuarzosas y granitos) y subvolcánicas/volcánicas (basaltos, traquitas y riolitas). Es frecuente observar, además, en varias de las puntas rocosas de la costa de esta localidad balnearia, diques de composición basáltica y traquítica/riolítica recortando otras litologías más antiguas (e.g. Punta Rasa y Punta Colorada). Las rocas intrusivas sieníticas y graníticas son rocas cuarzo-feldespáticas, con anfíbol como mineral accesorio, de colores grises a rosado verdoso y texturas equigranulares, con tamaños de cristales medios a gruesos. Las rocas volcánicas de composición intermedia a ácida (e.g. traquitas y riolitas: Punta Colorada, Cerro San Antonio) son rocas levemente porfíricas de colores rosados claros a oscuros, con cristales visibles de feldespato alcalino y cuarzo, respectivamente. Los basaltos están expuestos fundamentalmente como diques, son rocas de textura muy fina de color gris oscuro a negro verdoso, mineralógicamente compuestas por plagioclasas (a veces con cristales visibles a ojo), feldespato alcalino, piroxeno y anfíbol. Presentan evidencias de alteración hidrotermal, siendo frecuente además la presencia de carbonatos, epidoto y cloritas, que le confieren las tonalidades verdosas (Oyhantçabal *et al.* 1993).

### ERA CENOZOICA

#### Formación Fray Bentos (Oligoceno Superior)

Esta formación geológica es el primer registro sedimentario depositacional de la Era Cenozoica en el Uruguay. Se expresa en superficie desde la costa de Colonia hasta la de Maldonado, donde presenta formas de relieve onduladas. Se la puede encontrar en el subsuelo de buena parte de la costa, rellenando depresiones del basamento cristalino o de rocas cretácicas. Allí, los espesores varían entre pocos y decenas de metros.

De una manera general, se incluyen en ella según su abundancia: pelitas, limolitas loésicas, areniscas finas, fangolitas, diamictitos y niveles conglomerádicos, que tienen la característica principal de presentar un color rosado amarronado. Estas litologías pueden presentarse bien cementadas -por carbonatos y sílice- o sueltas (friables).

Contiene entre sus depósitos evidencias de sedimentación fluvial, eólica, flujos en masa de sedimentos y también de procesos no depositacionales, como paleosuelos, que estarían indicando cierta variabilidad en las condiciones climáticas desde secas y cálidas a húmedas y cálidas.

En cuanto al contenido fosilífero la Formación Fray Bentos es relativamente pobre. No obstante, han sido

consignados hallazgos de restos correspondientes a mamíferos, algunos moluscos, icnofósiles y subordinadamente restos de esponjas, diatomeas y tortugas (Ubilla 2004).

#### **Formación Camacho (Mioceno Superior)**

Esta unidad geológica es una de las formaciones que más cantidad y variedad de restos fósiles contiene en el país. Aflora en el litoral de Colonia (Fig. 4), San José y Montevideo (un afloramiento en Las Brujas junto al Río Santa Lucía), con algunas exposiciones en acantilados costeros de espesor decamétrico. Allí, presenta formas de relieve suavemente onduladas. También se la encuentra en el subsuelo de Maldonado y Rocha. Se trata del registro sedimentario de una ingresión marina (mar "enterriense") ocurrida hace unos 10 Ma que se extendió por el centro y hasta el N argentino y S paraguayo.

Está constituida por dos conjuntos de litologías: uno, en el que predominan los depósitos limo arenosos y limosos bioturbados; otro formado por areniscas finas a muy finas, blancas con intercalaciones de areniscas gruesas. En Uruguay el ambiente de sedimentación predominante fue de tipo litoral-costero (plataforma superior, playas y bahías).

Han sido encontrados en esta unidad foraminíferos, restos de ostrácodos, gasterópodos, bivalvos (los más abundantes), braquiópodos, equinodermos, crustáceos, briozoarios, tiburones, chuchos, delfines, ballenas, vertebrados continentales y numerosos icnofósiles. Las asociaciones de invertebrados marinos evidencian condiciones de aguas cálidas y salinidad normal-marina a levemente reducida (Perea & Martínez 2004).

#### **Formación Malvín (Plioceno Superior-Pleistoceno)**

Esta unidad tiene una restringida expresión y está presente fundamentalmente en zonas de relieve fuerte (sierras) ya que ocupa las laderas y piedemonte de regiones con pendiente importante. Se trata de sedimentos gruesos, fundamentalmente para y ortoconglomerados, con clastos de composición oligo y polimíctica (dependiendo de la fuente), con un tamaño de clastos que pueden alcanzar varios centímetros, desde angulosos a redondeados. La matriz es predominantemente areno-gravilosa, con estratificación cruzada, imbricación de clastos, de color gris claro, que presentan espesores de orden métrico. Subordinadamente exponen niveles decimétricos areno conglomerádicos, con matriz arcillosa gris, con clastos angulosos a subredondeados de variada composición, masivos y con estratificación cruzada. Esta unidad representa la actuación de procesos en ambiente continental, de tipo de abanicos aluviales.

#### **Formación Raigón (Plioceno Superior-Pleistoceno)**

Esta formación geológica tiene una relativamente extensa expresión en el S del país, principalmente en los departamentos de Colonia, San José y Canelones. En el subsuelo se la ha atravesado en perforaciones en Maldonado y Rocha, donde muestra espesores que al-



**Figura 4.** Acantilados exponiendo depósitos arenosos y pelíticos muy fosilíferos, de la Formación Camacho en la localidad de San Pedro (Dpto. de Colonia). Foto: S. Martínez.

canzan decenas de metros. Está constituida por un conjunto de litologías diversas granulométricamente, desde conglomerados de tonalidades claras hasta pelitas verdosas, incluyendo samitas de distintos tamaños, que marcan el pasaje de ambientes marino-litorales de la Formación Camacho para ambientes transicional de tipo deltaico y continental de tipo fluvial. Se consigna el hallazgo de restos de aves, roedores, dientes de peces y moluscos asociados a esta formación (Martínez 1994). Del punto de vista de los recursos naturales, esta formación constituye uno de los principales acuíferos del S y del litoral de Uruguay.

#### **Formación Libertad y Formación Dolores (Pleistoceno Medio-Superior)**

Estas formaciones geológicas tienen una importante expresión superficial en el S de Uruguay, exponiéndose en el subsuelo con espesor decamétrico. Se presentan en conjunto estas dos unidades litoestratigráficas, ya que exponen relativa similitud en su constitución litológica. La diferencia es morfogenética, ya que una está asociada a zonas de planicies (Dolores) y la otra muestra formas de relieve onduladas. Están integradas por sedimentos friables, básicamente fangolitas masivas (limo-arcillosas), de color pardo amarronadas, con escaso contenido de gravas y arenas (de composición cuarzo-feldespática), de regular selección, con variable contenido de carbonatos en forma de nódulos, concreciones o pulverulento; ocasionalmente aparecen niveles limosos marrones, ma-

sivos a algo estratificados, relativamente bien seleccionadas, a veces algo cementados por carbonatos. Estos sedimentos fueron depositados en ambientes de sedimentación continental, asociados a mecanismos de removilización en masa de sedimentos, con intercalaciones de sedimentación eólica, en períodos glaciales de clima semiárido durante el Cuaternario. Estos sedimentos contienen restos fosilíferos fundamentalmente de vertebrados, aunque aparecen también restos de moluscos e icnofósiles.

#### **Formación Chuy (Pleistoceno Medio-Superior) y Formación Villa Soriano (Holoceno)**

Estas unidades aparecen tanto aflorantes como subaflorantes en buena parte de la costa oceánico-platense de Uruguay con espesor decamétrico a métrico. Principalmente se las encuentra en la costa de Colonia, San José, Canelones, Maldonado y Rocha (Fig. 5). Están constituidas por depósitos arenosos de variada granulometría y conglomerádicos de colores blancos, blanco-amarillentos, de composición cuarzosa a cuarzo-feldespática, de regular a bien seleccionados, desde angulosos a redondeados, con estratificación horizontal, cruzada acanalada y tabular, de tipo *herring bone* y ripples; con intercalaciones centimétricas de costras ferruginosas. A su vez, se presentan depósitos de espesor métrico de arcillas verdes, gris verdosas y negras, masivas a laminadas, con restos de bivalvos. Estas formaciones constituyen el registro de una sucesión de intrusiones marinas durante períodos interglaciales del Cuaternario (Pleistoceno al Holoceno), que significaron la sedimentación en ambientes costeros (cordones litorales, playas, bahías, lagunas). La última de ellas materializa a la Formación Villa Soriano.

Estas unidades presentan un rico contenido de fósiles de moluscos, crustáceos, foraminíferos e icnofósiles (Martínez & Ubilla 2004; Martínez & Rojas en este volumen) y la Formación Chuy representa uno de los principales acuíferos costeros.



**Figura 5.** Vista hacia al W de los acantilados en Villa Argentina (Dpto. de Canelones), constituidos por sedimentos arenosos y conglomerádicos de la Formación Chuy. Nótese las arenas negras en la playa.

#### **Reciente y Actual**

Bajo esta denominación se incluyen a un conjunto de sedimentos muy recientes y bien representados en la zona costera, que integran principalmente a los cordones litorales, espigas, playas, dunas, bañados, lagunas costeras y pequeños deltas. Cada uno de esos ambientes costeros tienen una amplia gama de sedimentos (tanto en textura como en estructuras sedimentarias) y de geoformas, que tipifican a la porción del ambiente costero.

Estudios de subsuelo han evidenciado la estructura geológica para la secuencia Cenozoica en la costa rioplatense y atlántica uruguaya. Por ejemplo, la Formación Camacho aparece aflorante a una cota de +15 m en el Dpto. de Colonia (W del Río de la Plata), a +1 m en Arazatí (Dpto. de San José), y está a -115 m en la perforación Chuy (Dpto. de Rocha, en el límite con Brasil y sobre la costa atlántica). Esta situación muy probablemente se deba a que la región está sometida a la evolución tectónica y sedimentaria relacionada al margen continental atlántico y/o debido a la existencia de un importante proceso subsidente provocado por el peso de la acumulación de espesos derrames basálticos (Formación Puerto Gómez) en la Cuenca de la Laguna Merín. Otra evidencia de ese progresivo proceso de hundimiento hasta el Cuaternario, lo constituyen las numerosas y extensas lagunas costeras pertenecientes al complejo de isla barrera-*lagoon* del E atlántico uruguayo y sudriograndense. Resulta oportuno señalar aquí que no han sido reconocidas evidencias geológicas que sostengan una teoría apoyada en movimientos ascendentes (levantamientos), para explicar los afloramientos y formación de acantilados, que exponen estas secciones cenozoicas en la costa uruguaya.

#### **RECURSOS MINERALES**

Se incluyen aquí los diferentes recursos minerales asociados a las diferentes formaciones geológicas presentes en la costa uruguaya. Se presenta tanto a los recursos que han sido o están en explotación, así como recursos que potencialmente pueden ser explotados. Son incluidos los materiales formados por procesos sedimentarios (transporte y sedimentación), así como los producidos por la acción intempérica y los magmáticos. Así, son presentados tres tipos de recursos, en función de su utilización industrial, estén o no en producción:

- a) Materiales para la industria de la construcción, entre los que se distinguen las pelitas, las gravas, las arenas, los triturables, los granulados naturales y las rocas ornamentales. A su vez, en este literal se incluye a las conchillas;
- b) Minerales metálicos, donde se incluyen a las arenas negras; y
- c) Minerales energéticos, incluyendo a la turba.

Especial destaque merece el recurso líquido contenido en el interior de las formaciones geológicas costeras: el agua subterránea.

## Minerales para la industria de la construcción

### *Pelitas*

Se incluyen con esta denominación a los materiales finos (menor a 50  $\mu$ m de diámetro), predominantemente pelíticos, más o menos arcillosos que pueden ser utilizados como materia prima para la fabricación de productos de la industria de la cerámica roja (e.g. ladrillos, tejas). Básicamente se trata de sedimentos limo arcillosos y arcillas algo limosas de las formaciones Libertad y Dolores, aunque principalmente de la última. Estos depósitos aparecen con bastante frecuencia a lo largo de la planicie costera tanto platense como atlántica.

### *Arenas*

Se incluyen aquí dos tipos de sedimentos arenosos:

a) Las arenas blancas muy ricas en cuarzo (más de 95%) que pueden ser utilizables como materia prima en la industria del vidrio. Este recurso aparece asociado a los depósitos eólicos del Reciente y Actual, de una manera indistinta a lo largo de toda la costa oceánico-platense, con volúmenes muy importantes;

b) Las arenas esencialmente cuarzosas, con un tamaño de grano comprendido entre 0.05 y 2 mm. Estas arenas son utilizadas como agregado fino en la elaboración de morteros, particularmente hormigones hidráulicos, así como en caminería en mezclas asfálticas y sellado de tratamientos bituminosos, filtros, drenes, etc. Se encuentran presentes en distintas formaciones geológicas de la costa uruguaya, pero principalmente se han explotado y explotan canteras que posteriormente se transforman en lagos, en niveles correspondientes al Reciente y Actual, y formaciones Villa Soriano, Chuy y Raigón, con producción suficiente para satisfacer la demanda interna y de Argentina. Se han calculado para este recurso reservas de orden millonario en volumen en la zona costera.

### *Gravas*

Se consideran bajo esta denominación los depósitos con un tamaño de grano comprendido entre 2 y 50 mm. Estos materiales luego de un lavado y zarandeado son utilizados con distintas finalidades, principalmente para la confección de hormigones, para tratamientos bituminosos, filtros, drenes, etc. Se encuentran en distintas formaciones geológicas de la costa uruguaya. Por ejemplo, son bastante frecuentes en las formaciones Camacho, Malvín, Raigón, Chuy y Villa Soriano.

### *Triturables*

Entre estos materiales se incluye a rocas que han sido explotadas y que tienen un gran potencial a nivel de reservas como materiales para la producción de piedra triturada. Principalmente, se trata de rocas ígneas y metamórficas (granitos y migmatitas) que integran tanto terrenos proterozoicos del Basamento Cristalino como intrusiones graníticas cámbricas, como así también materiales de la formación cámbrica Sierra de Ánimas (sienitas y traquitas). Estos materiales se utilizan para

la preparación de bases estabilizadas y mezclas asfálticas. A lo largo de toda la costa platense y oceánica existe en varias localidades disponibilidad de este recurso.

### *Granulados naturales*

Los granulados naturales son materiales con tendencia a presentar un tamaño de grano inferior a 50 mm y que pueden provenir tanto de depósitos transportados como residuales (e.g. producto del intemperismo de rocas ígneas o metamórficas). Estos materiales son conocidos como "toscas" o "balastos" y tienen un uso vial, en la construcción de caminos sin recubrimiento o como sub-bases y a veces bases naturales de caminos con recubrimiento (asfálticos, hormigón). Entre los depósitos transportados se destacan los que pertenecen a la Formación Fray Bentos y Formación Raigón. Entre los residuales se encuentran los que se formaron a partir de rocas ígneas y metamórficas (granitos, sienitas, traquitas, gneisses, fundamentalmente) que aparecen a lo largo de toda la costa atlántico-platense.

### *Rocas ornamentales y de revestimiento*

Se define como roca ornamental a aquellos materiales pétreos que cumplen con determinados criterios de calidad específicos, que pueden ser extraídos en bloques y beneficiados a través de procesos de escuadrado, corte y pulido para ser utilizados en la industria de la construcción, monumentos, etc. (Echevarría & García Bielsa 1996). El término "granito", desde el punto de vista ornamental designa a un conjunto de rocas ígneas y metamórficas, de composición fundamentalmente silicática, que es utilizado aprovechando fundamentalmente sus cualidades estéticas (variedad de colores y texturas) y tecnológicas. Esta denominación incluye, en consecuencia, una gran variedad de litologías (además de granitos en sentido estricto), e.g. gabros, sienitas, granodioritas, gneisses y migmatitas.

Muchas de las variedades de rocas graníticas ornamentales, conocidas como "granitos coloreados", en diversas tonalidades de color rosado, rojo, violáceo, etc., son explotadas en el entorno costero próximo a los principales centros urbanos, como es Montevideo.

Algunos ejemplos de estas explotaciones son: el granito de La Paz, denominado comercialmente como *Caramel Pink*, de tonalidades rosado-rojizas; el granito *Guazuwirá*, proveniente del Complejo Sierra de Ánimas y que corresponde a una roca de composición cuarzo-sienítica de color rosado con grandes cristales de feldespatos parcialmente alterados de color blanco, muy utilizada en mesadas de cocina. El Complejo Sierra de Ánimas ha proporcionado, además, otras variedades de rocas sieníticas muy conocidas en varios revestimientos urbanos como son las variedades comerciales denominadas *Granito Artigas* (utilizado en el Mausoleo de Artigas de la Plaza Independencia de Montevideo) o el *Violeta Imperial*, de tonos grises-violáceos (utilizado parcialmente en la Torre de las Comunicaciones de ANTEL). Los nom-

bres comerciales utilizados para las variedades mencionadas anteriormente, así como parte de los datos tecnológicos correspondientes a cada tipo de roca se encuentran registrados en el catálogo Piedras Ornamentales del Uruguay (1990).

Cabe mencionar también, entre otros materiales, la explotación que ha tenido el granito de Santa Teresa (Rocha) para la obtención de bloques y adoquines, para su utilización en la construcción y revestimiento de diversas obras del Parque Nacional de Santa Teresa.

#### **Conchillas**

Se incluyen con esta denominación a los depósitos de restos de valvas de moluscos que aparecen en depósitos areno-gravillosos, de origen litoral correspondientes a la Formación Villa Soriano y al Reciente y Actual. Existe a lo largo de la costa platense y oceánica varias localidades de los departamentos de Colonia (Conchillas), San José (Playa Pascual), Montevideo (Playa del Cerro), Canelones, Maldonado y Rocha que muestran concentraciones de estos restos fósiles, que han sido objeto de explotación (e.g. para la preparación de alimento para aves).

#### **Minerales energéticos**

Entre los minerales energéticos de la costa platense y atlántica del Uruguay se encuentra la turba. La turba es un depósito organógeno vegetal que se presenta como una masa esponjosa, porosa, de baja densidad y de color marrón a negro. Este material se acumula en zonas bajas, anegadas permanentemente, donde bajo condiciones climáticas apropiadas se desarrolla una vegetación hidrófila que se acumula. Entre los depósitos de turba citados en la bibliografía con estudios de su potencial como fuente energética se encuentran las de los Bañados de la Laguna Negra (Rocha) y la de los Bañados de Carrasco (Canelones y Montevideo). Los estudios realizados a fines de la década del 60 en Rocha permitieron calcular en una zona de 25 km<sup>2</sup>, con un espesor medio de 1.8 m y una densidad de 1 ton m<sup>-3</sup>, la existencia de unos 5 millones de toneladas de turba seca al aire (Humedad higroscópica de 13.5%) con  $2 \times 10^{13}$  calorías, a nivel de reservas probables. En cuanto a la acumulación de turba en los Bañados de Carrasco que se estudiaron a mediados de la década del 70, se pudo estimar la existencia probable de unos 2.6 millones de toneladas de turba seca con 0.6 millones de calorías, considerando un espesor medio de 1.80 m en unos 6 km<sup>2</sup> (Goso & Goso 2004b).

#### **Minerales metálicos**

Las arenas negras son depósitos arenosos ricos en minerales pesados de los que es posible obtener concentrados de ilmenita (FeTiO<sub>3</sub>), rutilo (TiO<sub>2</sub>), monacita (Se, La y Th), fosfato (PO<sub>4</sub>), circón (ZrSiO<sub>4</sub>), entre otros. Son visibles estos depósitos en las playas de Villa Argentina y Atlántida (Canelones), en Aguas Dulces, Cabo Polonio, La Coronilla, La Paloma y Barra del Chuy (Rocha). Los minerales pesados en esas localidades presentan en promedio una concentración de 2.5 a 3%. Es decir que de 100

granos de arena apenas unos 3 son de minerales pesados, aproximadamente. El interés económico de estas acumulaciones determinó que en la década del 60 la Administración Nacional de Combustibles Alcoholes y Portland (ANCAP) realizara detallados estudios exploratorios y de industrialización de este recurso, en la faja costera del Dpto. de Rocha. Los resultados de dichos estudios hacen parte de muchos informes geológico-mineros que muestran la existencia probada de algunos millones de toneladas de minerales pesados.

Recientemente, el Estado licitó las áreas más favorables para que se continuaran los estudios exploratorios, a la que se presentaron dos empresas. Si bien los volúmenes de las reservas son considerables (millones de toneladas), si se tiene en consideración los relativamente bajos tenores de minerales pesados, la recuperación del mineral en una probable explotación y los impactos ambientales de la movilización de centenas de millones de metros cúbicos de arena y agua en una planicie costera, en principio no parece como una actividad sustentable para una zona turística. Deberán realizarse detallados estudios y evaluaciones ambientales que consideren todas las variables de este emprendimiento.

#### **ACUÍFEROS COSTEROS**

Se define como acuífero a toda formación geológica o conjunto rocoso capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea que contiene. Según el tipo de roca se tendrán acuíferos porosos o fisurados. Si el agua está contenida en poros de las rocas sedimentarias o sedimentos el acuífero es poroso. Si está contenida en las fracturas de rocas ígneas o metamórficas el acuífero es fisurado.

El nivel freático es la superficie superior del acuífero libre que está en contacto con la atmósfera y por lo tanto en equilibrio con la presión atmosférica.

En la costa uruguaya existen tanto acuíferos fisurados como porosos. El agua subterránea en la zona costera se la explota con diferentes fines: domésticos, agropecuarios, industriales y como fuentes de agua mineral. Debido a la proximidad con el agua del Río de la Plata y del Océano Atlántico, los conjuntos rocosos están sometidos a la posibilidad de la intrusión de agua salada.

Cabe consignar, que debido a las importantes sequías que se han venido produciendo en los últimos años, es probable que los incrementos de elementos químicos en las aguas obedezcan en parte a la falta de recarga de los acuíferos.

#### **Acuíferos fisurados**

Entre los acuíferos fisurados están los correspondientes al Basamento Cristalino proterozoico que integra en parte a los terrenos Piedra Alta, Nico Pérez y al Cinturón Cuchilla Dionisio, con la diversidad litológica señalada anteriormente. Asociados a estos materiales se han detectado problemas de altas concentraciones de cloruros y nitratos, e.g. en La Paloma (Rocha) y Punta Espinillo (Montevideo), tal vez provocados por intrusión de la cuña salina y contaminación orgánica ("pozos negros").

### Acuíferos porosos

Entre los acuíferos porosos costeros -con mejores perspectivas de acumulación y captación del agua- se encuentran los que se asocian a las formaciones Camacho, Raigón, Chuy, Villa Soriano y el Reciente y Actual. En buena parte de la costa oceánico-platense aparecen superpuestas varias de estas formaciones geológicas. En función de la conformación geológica de las diferentes unidades, sus geometrías y las relaciones de contacto, pueden ser considerados como acuíferos de tipo multicapa, situación que posibilita su estudio y tratamiento como un sistema acuífero, que Goso & Goso (2004a) denominaron Sistema Acuífero Charrúa (SAC). Cada "capa" de ese sistema tiene sus características hidrogeoquímicas particulares.

A continuación, se presentan parcialmente algunos aspectos hidrogeoquímicos considerados importantes para esta revisión.

Análisis de aguas del acuífero contenido en la Formación Camacho han mostrado valores elevados en cloruros, muy probablemente debido a que esa formación geológica fue depositada en condiciones marinolitorales. Por lo tanto, las rocas y sedimentos que la integran tienen una composición química con un alto contenido de sales, que están aportando al acuífero. Esta problemática ha provocado que en general, sea una unidad no utilizada con fines de explotación de agua subterránea.

Por su parte, algunos análisis químicos de aguas correspondientes al acuífero contenido en la Formación Raigón (en el Departamento de Colonia) han presentado valores algo superiores a los límites en algunos elementos metálicos (Pérez com. pers.).

En lo que respecta a análisis de aguas correspondientes al acuífero contenido en la Formación Chuy, es muy frecuente que el contenido de hierro sea elevado. A veces, también aparecen valores anómalos de manganeso. En la localidad de La Coronilla (Dpto. de Rocha) han sido constatados problemas con el color y olor del agua debido a la presencia de materia orgánica y de los elementos señalados, en parte debido a la posible influencia del Canal Andreoni (Pérez com. pers.).

Finalmente, la Formación Villa Soriano y Reciente y Actual (depósitos de dunas y playas) que aparecen con bastante frecuencia en la costa (aflorantes o subaflorantes), muestran niveles arenosos de variadas granulometrías y gravillosos que contienen agua subterránea. En muchas circunstancias, constituyen acuíferos libres por lo que muestran niveles freáticos que a veces están muy próximos a la superficie del terreno (desde algunos decímetros hasta algún metro de profundidad (Playa Portezuelo, Ciudad de la Costa, Playa Mansa de Atlántida). Estos acuíferos han mostrado problemas de contaminación bacteriológica en algunos sectores de la costa, principalmente en las zonas más urbanizadas (Ciudad de la Costa, Costa de Oro, Piriápolis, Punta del Este, La Paloma, Chuy y demás localidades balnearias).

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Desde el punto de vista geológico, tal vez donde existan mayores controversias y falta de trabajo sistemático es en la sección correspondiente a los terrenos de edad Terciaria y Cuaternaria. De una manera general, el Cenozoico en el S del Uruguay expone muy buenos afloramientos, se tienen abundantes datos de subsuelo y está cartografiado a diferentes escalas de semidetalle en toda la costa. No obstante, continúa requiriendo la atención por parte de los investigadores.

En particular, existen algunas complejidades en el estudio de la sección cuaternaria. Ello debido en parte a que las intercalaciones de más de un ciclo transgresivo-regresivo ocurridas en ese breve período, han producido sucesiones de sedimentos relativamente poco espesas que tienen una gran similitud litológica entre sí y porque no ha existido un adecuado control estratigráfico del subsuelo. No obstante, hubo un fuerte impulso a través de numerosos estudios geocronológicos -principalmente a través de dataciones radiocarbónicas y de termoluminiscencia- que no se ha traducido en una propuesta estratigráfica integradora, con todos los aspectos que están involucrados en la última porción de la historia geológica del país.

A su vez, la sedimentación terciaria y particularmente la ocurrida en el Mio-Plioceno necesita también de un enfoque que tenga como guía a los principios de la Estratigrafía Genética, ya que parece ser que culminó el tiempo de las propuestas litoestratigráficas y ha llegado el momento de proponer modelos evolutivos bajo la óptica de la Estratigrafía Secuencial.

Entre los problemas más importantes aparece el de la contaminación de los acuíferos costeros y la elevación de los niveles freáticos, en zonas donde existe una urbanización de características permanentes. En muchos casos se trata de acuíferos porosos cuaternarios y parece importante hacer un relevamiento del estado actual de los contenidos bacteriológicos de estas aguas y de sus características químicas debido a su proximidad y la fuente de contaminación que esto implica. Por lo tanto, una prioridad podría ser ejecutar algún programa de monitoreo del nivel y calidad de las aguas de dichos acuíferos.

Asimismo, aparecen como relevantes los efectos erosivos y de sedimentación que ocurren en muchas localidades litorales. Estudios morfodinámicos empleando metodologías apropiadas podrán brindar un conocimiento más fidedigno de los procesos que están ocurriendo en esa zona.

### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Desde la Geología Ambiental, moderna disciplina geológica que atiende a los problemas ambientales ligados a los procesos geológicos, sean éstos inducidos o no por el hombre, en la costa se pueden estudiar, diagnosti-

car y prevenir situaciones relacionadas con el medio físico. Algunas de ellas pueden resumirse en:

a) Erosión-retroceso de acantilados, pérdida de playas, erosión de dunas por canalizaciones de pluviales, carcavamientos, explotaciones de arenas, drenajes (e.g. Villa Argentina, La Floresta, Kiyú, Arazatí, Solís, Aguas Dulces, La Coronilla);

b) Anegamiento de terrenos y playas-(elevación del freático hasta su afloramiento) proceso que tiene influencia antrópica y climática combinadas (e.g. Ciudad de la Costa, Playa Portezuelo, Playa Mansa de Atlántida, Playa Costa Azul); y

c) Contaminación de suelos y aguas subterráneas ligada a la capacidad que tiene el subsuelo de contener sustancias tóxicas y vinculada a la actividad humana (e.g. vulnerabilidad de los acuíferos en Ciudad de la Costa, Punta del Este, La Paloma).

Son muchos los ejemplos que se podrían dar a lo largo de los 660 km de costa platense y oceánica uruguaya. Estas situaciones representan riesgos geológicos, ya que provocan o podrían provocar pérdidas (materiales y/o hasta humanas) y determinan, en el contexto general del medio ambiente, una degradación del ecosistema costero.

Para su conocimiento es necesario utilizar metodologías que hacen parte de disciplinas relacionadas a la Geología (e.g. sedimentología, hidrogeología, geomorfología, topografía, geografía), que involucran un conjunto de estudios a corto, mediano y largo plazo, que tienen por objetivo caracterizar cuantitativamente una serie de geoindicadores que permiten la identificación y magnitud de los problemas, como así también su monitoreo.

Por estos motivos, se torna imprescindible ejecutar programas multidisciplinarios que atiendan fundamentalmente a conocer la conformación geológica de la costa, su geomorfología, los aspectos hidrogeológicos, el funcionamiento de la dinámica litoral, las interrelaciones de los procesos marinos y continentales que actúan y las condiciones de los factores que los controlan, como forma de empezar a entender las respuestas y señales que el ambiente envía a través de los diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, ante la presión que supone las actividades humanas en la llamada "franja costera". Esos programas necesariamente deben ser ejecutados por equipos técnicos capacitados que contengan varias especialidades. Si bien en algunos casos –estudios de erosión/sedimentación- los resultados pueden demorar algunos años, ya que es necesario recabar sistemáticamente un volumen importante de datos, en otros -contaminación, vulnerabilidad- pueden obtenerse resultados más o menos inmediatos.

Esos programas podrían integrar una serie de estudios enmarcados en una política de Estado, que al menos involucre reparticiones estatales, a la Universidad, las intendencias y la sociedad civil. Llegar a elaborar y coordinar ese tipo de programas que tengan como objeti-

vo de estudio la amplia gama de disciplinas que tienen relación sobre los temas costeros, para proponer una política enfocada al manejo costero, hace parte de un gran desafío.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Leda Sánchez y a Ernesto Peçoits por el aporte y discusiones sobre las unidades del Neoproterozoico-Cámbrico y a Andrés Pérez por la información sobre acuíferos brindada. A Sergio Martínez y Enrique Masquelín por proporcionarnos imágenes.

## REFERENCIAS

- Almeida FFM Amaral G Cordani U & K Kawashita** 1976 The Precambrian evolution of the South American cratonic margin. Pp 1411-1446 *In*: Nairn & Stehli (eds) Ocean basins and margins. Plenum, New York
- Bossi J** 1965 Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo. 462 pp
- Bossi J Ferrando L Montaña Campal N Morales H Gancio F Schipilov A Sprechmann P Gaucher C & D Piñeyro** 1998 Carta geológica del Uruguay a escala 1/500.000. Versión CD-Rom. Geoeditores SRL, Montevideo
- Catálogo de Piedras Ornamentales del Uruguay** 1990 Convenio de Cooperación Dirección Nacional de Minería y Geología-Comunidad Económica Europea. 81 pp
- Darwin C** 1876 Geological observations on the volcanic islands and parts of South America visited during the voyage of the HMS Beagle. Smith, Elder & Co., Londres. 647 pp
- Echevarría MR & JI García Bielsa** 1996 El sector de la piedra natural. Pp 25-40 *In*: López Jimeno (ed) Manual de rocas ornamentales. Prospección, explotación, elaboración y colocación. Entorno Gráfico, Madrid
- Fragoso César ARS Machado R & C Gómez Rifas** 1987 Observações sobre o Cinturão Dom Feliciano no escudo uruguayo e correlações com o escudo de Rio Grande do Sul. Atas III Simpósio Sul-Brasileiro de Geología (Curitiba, 5-10 de noviembre de 1987) 2:791-810
- Goso C & H Goso** 2004a Medio ambiente, riesgos geológicos y los registros cenozoicos de Uruguay. Pp 229-268. *In*: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas Sedimentarias de Uruguay-Cenozoico. DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo
- Goso H & C Goso** 2004b Los recursos minerales del Cenozoico en Uruguay. Pp 229-268 *In*: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas Sedimentarias de Uruguay-Cenozoico. DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo
- Goso C Veroslavsky G Oyhançabal P & R Muzio** 1990 Memoria explicativa del fotoplano Atlántida a escala 1:100.000. Convenio Dirección Nacional de Minería y Geología-Facultad de Agronomía-Facultad de Humanidades y Ciencias (Montevideo). 12 pp (Inédito)
- Gradstein FM & JG Ogg** 2004 Geologic Time Scale. *Lethaia* 37:175-181
- Jones G** 1956 Memoria explicativa y mapa geológico de la región oriental del departamento de Canelones. Instituto de Geológico del Uruguay, Boletín (34):192 pp
- Martínez S** 1994 Bioestratigrafía (invertebrados) de la Formación Camacho (Mioceno, Uruguay). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 346 pp (Inédita)
- Martínez S & M Ubilla** 2004 El Cuaternario de Uruguay. Pp 195-228 *In*: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas Sedimentarias

- de Uruguay-Cenozoico. DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo
- Masquelín H** 1990 Análisis estructural de las zonas de cizalla en las migmatitas de Punta del Este, Uruguay. *Acta Geológica Leopoldensia* 13(30):137-160. São Leopoldo
- Masquelín H & L Sánchez** 1993 Propuesta de evolución tectono-sedimentaria para la fosa tardi-Brasiliana en la región de Piriápolis, Uruguay. *Revista Brasileira de Geociencias* 23(3):313-322
- Muzio R & A Artur** 1999 Petrological features of the Santa Teresa Granitic Complex, southeastern Uruguay. *Journal South American Earth Sciences* 12:501-510
- Oyhantçabal P Derrégibus M & S de Souza** 1993 Geología do extremo sul da Formação Sierra de Ánimas (Uruguay). *Boletim de Resumos V Simposio Sul-Brasileiro de Geología (Curitiba, 6-10 de diciembre de 1993):4-5*
- Oyhantçabal P Spoturno J Aubet N Cazaux S & S Huelmo** 2003 Proterozoico del Suroeste del Uruguay: Nueva propuesta estratigráfica para la Formación Montevideo y el magmatismo asociado. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología, Publicación Especial (1):38-48 (CD)*
- Perea D & S Martínez** 2004 Estratigrafía del Mioceno-Pleistoceno en el litoral sur-oeste de Uruguay. Pp 105-124 *In: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas Sedimentarias de Uruguay-Cenozoico, DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo*
- Preciozzi F Sportuno J & W Heinzen** 1979 Carta geoestructural del Uruguay 1:2.000.000 y Memoria Explicativa. Instituto Geológico Ing. E. Terra Arocena-MIE, Montevideo. 62 pp
- Preciozzi F Spoturno J Heinzen W & P Rossi** 1985 Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a escala 1:500.000. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo. 72 pp
- Preciozzi F Pena S Masquelín H Pias J & F Tabó** 1990 Memoria explicativa del fotoplano Piriápolis a escala 1/100.000. Convenio Dirección Nacional de Minería y Geología-Facultad de Agronomía-Facultad de Humanidades y Ciencias (Montevideo). 12 pp
- Sánchez L** 1998 Evolución tectónica del Cinturón Don Feliciano en la región Minas-Piriápolis, R.O.U. Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, 344 pp (Inédita)
- Sánchez L & A Mezzano** 1993 Análisis sedimentológico y faciológico de la Formación Rocha (ex. Grupo Rocha). *Revista Brasileira de Geociencias* 23(3):323-329
- Sánchez L & P Pazos** 1996 Análisis paleoambiental y marco tectónico en la Cuenca Playa Verde, Piriápolis, Uruguay. *Actas XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires, 13-18 de octubre de 1996)* 1:405-412
- Ubilla M** 2004 La Formación Fray Bentos (Oligoceno Tardío) y los mamíferos más antiguos de Uruguay. Pp 83-104 *In: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas Sedimentarias de Uruguay-Cenozoico, DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo*



## Dinámica y fuentes de sedimentos de las playas uruguayas

DANIEL PANARIO\* & OFELIA GUTIERREZ

\*panari@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Las playas uruguayas de ambientes dominados por olas (exceptuando las de lagunas y embalses) son caracterizadas por sectores, a partir de la dirección de la deriva, la incidencia de las crecientes fluviales, su morfología y su dinámica. Este artículo se extiende en las fuentes de sedimentos para luego analizar las causas constatadas de déficit. Sobre los problemas detectados, se analizan diferentes soluciones y opciones de manejo integrado de los mismos, analizándose los problemas derivados de las múltiples jurisdicciones, así como de las principales carencias en materia de investigación. Los principales problemas detectados derivan de la forestación de dunas, urbanizaciones densificadas y mal concebidas, obras de infraestructura incorrectamente diseñadas o emplazadas, extracción de arena para la construcción, invasión de macrófitas y otras plantas superiores en la propia playa subacuática. Se analizan además medidas tendientes a revertir las principales tendencias negativas.

**Palabras clave:** ciclo de arena, dinámica costera, déficit de arena, erosión, fijación de dunas

### ABSTRACT

The Uruguayan beach environments dominated by waves (excluding those of the lagoons and reservoirs) are characterized by sectors based on the direction of the longshore drift, the occurrence of fluvial floods, their morphology and their dynamics. This study concentrates on the sources of sediment in order to later analyze the verified causes of deficit. On detected problems, different solutions and options of integrated management are analyzed, examining the problems resulting from multiple jurisdictions, as well as the main research needs. The major problems detected derive from the forestation of dunes, densely populated and poorly conceived urbanizations, incorrectly designed or located infrastructure works, sand extraction for the construction industry, invasion of macrophytes and other superior plants in the subtidal beach. In addition, different ways to reverse the main negative trends are analyzed.

**Key words:** sand cycle, coastal dynamics, sand deficit, erosion, dune fixation

### INTRODUCCIÓN

Las playas uruguayas de ambientes dominados por las olas (por oposición a las fluviales) pueden clasificarse genéricamente como "ambientes micromareales" en la costa oceánica y estuarial, y como "ambientes de olas y crecientes fluviales" en la costa del bajo Río Uruguay. Desde el punto de vista dinámico, exceptuando algunas playas de la costa de Montevideo (e.g. Pocitos), pueden caracterizarse como en equilibrio inestable, es decir que dependen de que el ingreso de sedimentos (arena), sea equivalente al egreso por deriva litoral (Panario & Gutiérrez 2005).

En total, y sin restar pequeños tramos de costa rocosa, el sistema de playas desde la desembocadura del Río Negro hasta el Chuy es de aproximadamente 700 km, medidos a escala 1:500000. Si bien este libro considera la costa, dentro de los límites comprendidos entre las nacientes del Río de la Plata hasta el límite con Brasil, para nuestro análisis incorporamos un tramo de playas del Río Uruguay, por tener un comportamiento similar.

### MORFOLOGÍA

Vista en planta, la morfología de las playas es mayoritariamente de arcos entre puntos duros, que pueden ser descritos por la ecuación espiral logarítmica

de Bernoulli (Viana & Ramos 1994; Panario *et al.* 1995). Estos arcos se despliegan a partir de un cabo o "punta" proyectado hacia el mar.

A los efectos de clasificar los diferentes ambientes, estableceremos tramos de costa con características particulares en función del comportamiento de las variables dinámicas que caracterizan a una playa.

Una primera gran subdivisión puede ser hecha por la dirección de la deriva, en la medida en que la casi totalidad de las playas uruguayas se caracterizan por una dirección dominante gobernada por el ángulo de incidencia del *swell*, tanto en el estuario como en la costa atlántica (MTOP-PNUD-UNESCO 1980). El punto de inflexión de la costa se ubica en el tramo Cabo Polonio-Punta del Diablo (Dpto. de Rocha). En efecto, al SW de Cabo Polonio la dirección de la deriva es SW u W, con excepción de un corto tramo con dirección NE entre La Pedrera y La Paloma, que motivó que el informe de MTOP-PNUD-UNESCO (1980) estableciera en La Paloma este punto de inflexión. Desde el N de Punta del Diablo de Cabo Polonio (Cerro Buena Vista) hasta al menos el puerto de Río Grande (Brasil) la dirección es NE (Fig. 1). Este cambio en la orientación, determina al SW de Cabo Polonio y prácticamente hasta Montevideo (con la excepción mencionada), arcos de playa que evolucionan en el espacio,

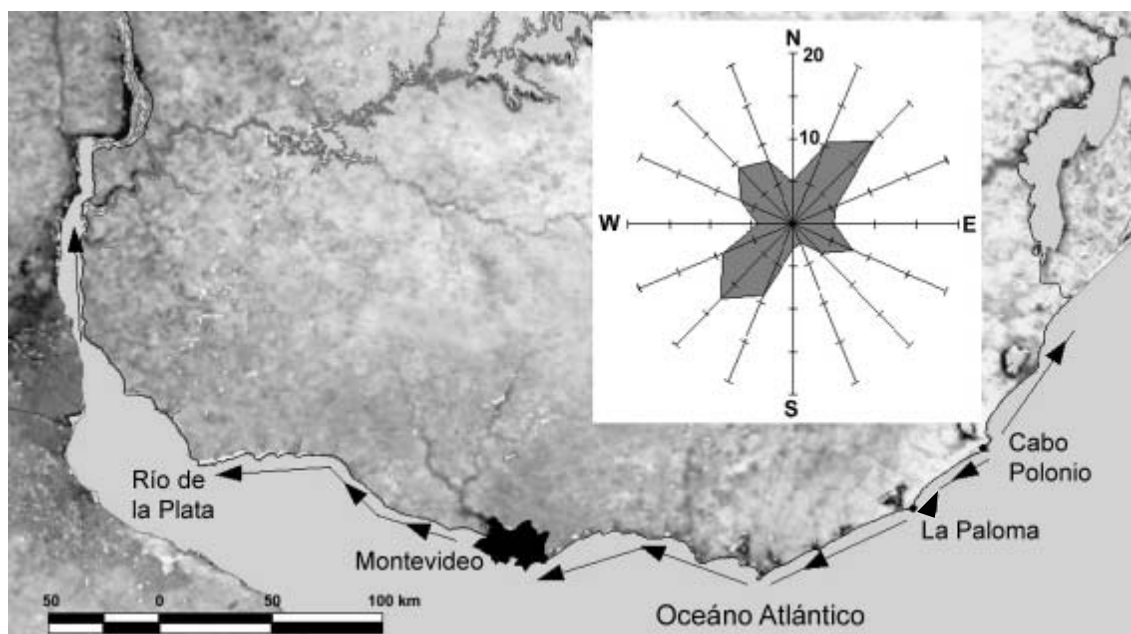


Figura 1. La rosa de los vientos fuertes indica las direcciones preponderantes de transporte de arena (datos correspondientes a Cabo Polonio) y las flechas señalan las direcciones de deriva dominantes por sectores para las playas de Uruguay.

de disipativo a reflectivo en la dirección en que se despliega el espiral (y la deriva litoral). Para este tramo, se obtiene una configuración que presenta en cada punta rocosa una playa “brava” ubicada al E y una “mansa” al W. Hacia el NE de Cabo Polonio se presenta la distribución opuesta, con la excepción del tramo de playas de La Coronilla-Chuy, que es disipativa en su totalidad.

La curvatura del arco de playa es casi simétrica en Cabo Polonio, en tanto el origen del espiral pasa a ser del lado NE en el resto de las playas comprendidas hasta el límite con Brasil. Esta posición se torna inversa desde Cabo Polonio hasta Atlántida.

En Montevideo son mayoritariamente simétricos. Al W de la desembocadura del Río Santa Lucía, y hasta las proximidades de la ciudad de Colonia, la inexistencia de verdaderos puntos duros naturales condiciona una morfología más determinada por el control ejercido por la batimetría de la costa que por la existencia de arcos propiamente dichos.

Para cada uno de los arcos, esta morfología también es acompañada por un gradiente de sedimentos finos a gruesos, que puede explicarse como una evolución granulométrica que aumenta logarítmicamente con la distancia en la dirección del transporte, dando un coeficiente de regresión entre 0.85 con muestras tomadas a distancias fijas, y hasta 0.99 cuando se muestrea a distancias ajustadas a la mesomorfología de la playa, o sea las puntas de los *cusp* (estructuras en diente de sierra distribuidas a intervalos regulares, generadas por procesos de saca y resaca) (Viana & Ramos 1994; Panario *et al.* 1995). Esta distribución granulométrica es condicionada por la distribución de la energía por unidad de superficie, que aumenta en la dirección del transporte y a

la existencia de bimodalidad en la distribución de tamaños granulométricos, atribuible a diferentes fuentes de aporte de sedimentos. Este comportamiento se mantiene al menos desde La Coronilla hasta Atlántida (Dpto. de Canelones).

El transporte tiende a acumular sedimentos en la punta rocosa que intercepta la deriva, y por tanto esta acumulación de sedimentos modifica el ángulo de incidencia del *swell* (trenes de olas que arriban a la costa y que fueron generadas previamente por el viento en otro sitio, para el caso del Atlántico Sur). Se alcanza un equilibrio cuando por el proceso de acreción de la playa el *swell* llega casi paralelo a la costa, formando una playa de *wash* de granulometría gruesa (tanto como lo permita el tipo de sedimentos en tránsito para ese punto en particular). Este comportamiento demuestra que en las playas uruguayas que evolucionan de disipativas a reflectivas, es el ángulo del *swell* el factor que condiciona el tipo de ambiente, y no sólo la existencia de sedimentos de una granulometría dada, como lo postula Short (1996). Por lo tanto, ello debe ser tenido en cuenta al realizar clasificaciones de playas.

El otro carácter morfológico característico de las playas del E hasta el arco conocido como Santa Rosa (Dpto. Canelones) que comprende desde Atlántida hasta Neptunia, es presentar una barra arenosa subacuática con interrupciones a intervalos irregulares, conocida como “el banco”. La misma, falta sólo en tramos de la costa de Maldonado, como por ejemplo el sector que se extiende entre las lagunas de José Ignacio y de Garzón. En algunos casos, como en Costa Azul (Dpto. Canelones), su inexistencia es reciente y atribuible a un déficit de circulación de sedimentos, producto de la extracción de arena en

Bello Horizonte hasta comienzos de la década de 1980 (Galzerano *et al.* 1993; Musso & Panario 1995; Panario & Piñeiro 1996).

El tramo de playas del Dpto. de Montevideo, muestra el efecto de diversas obras de infraestructura, como el colector en Malvín, la pérdida de arena por acción eólica en puntos claramente identificables (como es el caso de las escaleras de acceso desde la rambla), la interrupción de la deriva por el Puerto del Buceo y la proximidad de la rambla costanera en algunos tramos. Estas señales de falta de un manejo adecuado, hacen difícil caracterizar las playas del tramo en función de una dinámica natural que ya no existe. No obstante, algunas han demostrado una relativa estabilidad como Pocitos, donde el *swell* ingresa casi paralelo a la costa (MTOPI-UNUD-UNESCO 1980), y por tanto las únicas pérdidas de arena de entidad son eólicas. A su vez existe alguna *pocket beach* (playa de pequeñas dimensiones entre puntos duros prominentes, con poco o ningún intercambio de sedimentos con los arcos de playa adyacentes) como la de Santa Catarina.

A partir de la desembocadura del Río Santa Lucía hacia el W, y seguramente atribuible a los enormes volúmenes de arena fina aportados por su delta, se inicia una playa disipativa única en sus características (Playa Penino), la cual evoluciona a partir de Playa Pascual hacia una playa de arena gruesa en la berma de tormenta cuando comienza a recibir los aportes de materiales gruesos de las escarpas denominadas Barrancas de Mauricio. Estos materiales reclasificados por las olas derivan en dirección contraria en marea alta, como resultado de vientos del SW. Este efecto resulta muy notorio ya a la altura de Colonia Wilson.

El sector de la costa del Dpto. de San José presenta playas disipativas con independencia de su granulometría y de la disponibilidad de sedimentos. Lo que condiciona esta dinámica es el declive que presenta el fondo del estuario, constituido por una planicie de abrasión marina construida sobre sedimentos cenozoicos, como resultado del retroceso de la línea de costa. La granulometría depende de los materiales que la ola reclasifica del retroceso de la barranca; según Casciani & Musso (1995), dicho retroceso puede estimarse en unos 1000 m para quizás los últimos 1400 años. Este comportamiento suele estar asociado a la existencia de bajos fondos que se proyectan hacia el mar como cabos subacuáticos (denominados bancos en las cartas náuticas), lo que podría explicar que el retroceso no se haya producido en forma más pronunciada cuando el nivel del estuario fue hasta 5 m mayor que el actual, hace sólo 5000 años (según proponen los modelos regionales de Martín & Suguio 1989; 1992; Martín *et al.* 1995; Bracco & Ures 1998; Panario & Gutiérrez 1999). Esta morfología y dinámica se mantiene hasta las puntas San Gregorio-Jesús María. A partir de Arazatí, el retroceso de la costa fue previo y la antigua escarpa se encuentra generalmente estabilizada y muy por detrás de la costa actual.

En las proximidades de Colonia el transporte no indica predominio de una dirección determinada como

puede apreciarse en las escolleras de la desembocadura del Riachuelo. Ello puede atribuirse a una pérdida de efectividad del *swell* y a un aumento de la efectividad de los vientos pamperos. De ser así debiera esperarse fuertes acumulaciones de sedimentos arenosos al E de esta zona conformando los bancos de los cuales se ha hecho la explotación de áridos desde el siglo XIX a la fecha.

Las playas al N de Colonia, pertenecientes al bajo Río Uruguay, a partir de su delta frente a la Ciudad de Fray Bentos no son playas fluviales sino también playas de ambiente de oleaje. La deriva es S-N (MTOPI-UNUD-UNESCO 1980), generada por el oleaje que se produce como resultado de los vientos del SW y S, con un *fetch* de no menos de 50 km; los vientos de los demás cuadrantes casi no tienen capacidad de producir olas significativas para el transporte. Puede afirmarse que el Río Uruguay no transporta arena de la granulometría que presentan sus playas, al menos a partir de su delta frente a Fray Bentos, y por tanto la arena en circulación puede estar vinculada a dinámicas pleistocénicas y holocénicas del río y del estuario.

De lo expuesto se deduce que por tratarse de ambientes cuyo equilibrio depende del balance de sedimentos, conocer las fuentes de arena de que disponen es fundamental para comprender sus tendencias.

## FUENTES DE ARENA

Las fuentes posibles de arena para estos ambientes de la costa uruguaya pueden resumirse en: 1) las altas cuencas fluviales; 2) los campos de dunas y playas marinas y fluviales sumergidas durante la última transgresión (actual); 3) el reciclaje de cordones dunares por la acción combinada del viento y/o las olas durante las tormentas; 4) la recirculación de arena desde los campos dunares a los tramos finales de los ríos y arroyos y de estos al mar (MTOPI-UNUD-UNESCO 1980; Panario 1999; 2000; Panario & Gutiérrez 2003; 2005; Gutiérrez & Panario 2005); 5) el desgaste de acantilados y puntas rocosas; 6) la arena en tránsito entre playas más o menos contiguas (Panario 1999; 2000; Panario & Gutiérrez 2003; 2005; Gutiérrez & Panario 2005); 7) los materiales de origen biogénico; y 8) las grandes cárcavas que desaguan directamente a la costa.

### 1) Las altas cuencas fluviales

La arena proveniente de las mismas no suele ser significativa. Los cálculos de esos aportes realizados por MTOPI-UNUD-UNESCO (1980) en función de los caudales de los ríos y arroyos no deben tenerse en cuenta a la hora de realizar balances sedimentarios. En efecto, hacia el E del territorio la arena queda retenida en las lagunas costeras, y en la mayoría de las otras cuencas los ríos o arroyos en sus tramos inferiores sólo tienen competencia para mover arena muy fina y limo, y deben considerarse como estuarios (o subestuarios) del Río de la Plata (Gutiérrez & Panario 2005).

La arena muy fina no forma parte de la granulometría de los ambientes de playa por mantenerse en suspensión

entre olas sucesivas. En efecto, si exceptuamos unos pocos casos en que los ríos y arroyos llegan al mar con capacidad de mover sedimentos arenosos de tamaño suficiente como para no permanecer en suspensión en la costa, en el resto de las vías de drenaje los sedimentos quedan retenidos en las terrazas fluviales, embalses y planicies aluviales de los tramos superior y medio. No obstante, los ríos juegan un papel muy importante en el sistema de circulación de sedimentos de las playas de Uruguay, a través de la recirculación de la arena de las dunas ubicadas cerca de su desembocadura. Este aporte, al disminuir la sección del curso, incrementa la velocidad del flujo, permitiéndole adquirir la competencia necesaria para dicho transporte (ver ítem 4).

## **2) Campos de dunas y playas marinas y fluviales sumergidas durante la última transgresión (actual)**

Estos sedimentos parecen tener importancia en algunos tramos de costa. Son notorios los aportes desde el mar de sedimentos mayoritariamente antiguos en algunas playas de Rocha, como el tramo La Esmeralda-Punta Palmar. Según Jackson (1999), los aportes desde el mar también podrían explicar el relativo equilibrio de algunas playas de Maldonado. En la mayor parte del estuario, los sedimentos pueden clasificarse como limosos (López Laborde 1987a; 1987b). Estimamos que el entorno de los 10 m es el máximo de profundidad desde la que actualmente se realizan aportes significativos a la playa. En este rango de profundidad habitan numerosas poblaciones de caracol negro, de los cuales es escaso el aporte de bioclastos a la costa.

Los aportes de sedimentos antiguos de la plataforma son importantes en las playas de Colonia, pero su continua extracción está operando negativamente en los balances de sedimentos en este sector.

## **3) Reciclaje de cordones dunares por la acción combinada del viento y/o las olas durante las tormentas**

La recirculación de arena entre el cordón dunar y la playa durante los eventos de tormenta es muy significativa donde éstos aún están conservados, aunque sea parcialmente. Su importancia radica en la devolución de arena a la playa, y en que cuando son alcanzados por el oleaje se produce un desmoronamiento de arena que queda redepositada adelante. Estos sedimentos aumentan de manera significativa el poder de infiltración de agua en el *swash* (espacio físico de la playa donde la ola rompe dando lugar a los procesos de saca y resaca), e incrementan la altura que debe alcanzar la ola siguiente para continuar erosionando el cordón (por modificar el ángulo del perfil longitudinal). Ambos factores combinados permiten que se alcance rápidamente un equilibrio, de no mediar un cambio de las variables imperantes como por ejemplo un aumento del viento o de la altura de la marea.

La importancia que esta estructura presenta para la "salud" de la playa y su estabilidad, aún no ha sido aceptada por los planificadores, técnicos y pobladores

costeros en general, por lo que es objeto de las más diversas intervenciones.

## **4) Recirculación de arena desde campos dunares a los tramos finales de los ríos y arroyos, y de éstos al mar**

Al igual que la anterior constituye una fuente muy importante de sedimentos para el mantenimiento de la línea de costa. La recirculación entre los médanos y las vías de drenaje en su tramo final ha sido la primera impactada al fijarse las dunas con forestación exótica (de Álava & Panario 1996) y ser posteriormente urbanizadas. Como consecuencia de ello, se desencadenaron una serie de intervenciones pretendidamente correctivas, pero que funcionaron generando nuevos impactos.

Como puede observarse en la Rosa de los Vientos (ver Fig. 1), los vientos fuertes del SW impulsaban arena de los innumerables campos de dunas móviles presumiblemente formados durante el Holoceno final-activos en toda la costa hasta las décadas del 1920 al 1940-, hacia las vías de drenaje, las que durante los eventos de crecidas fluviales, los sacaban hacia el mar en grandes volúmenes; debe tenerse en cuenta que la resultante calculada para la costa atlántica de Uruguay, del transporte de arena en dirección NE, es del orden de  $40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ año}^{-1}$  (Panario & Piñeiro 1997).

La construcción de represas en tramos cercanos a la desembocadura, modifica considerablemente el régimen y la capacidad de carga de los arroyos (cantidad máxima de material que se puede transportar por unidad de tiempo), perturbando también la recirculación de sedimentos y especialmente la dinámica de la desembocadura (Gutiérrez & Panario 2005).

## **5) El desgaste de acantilados y puntas rocosas**

Este aporte es globalmente difícil de estimar pues seguramente varía de un tramo a otro de la costa; puede estimarse que actualmente es la principal fuente de aporte de arena entre Barrancas de Mauricio y Punta Jesús María (Dpto. San José), donde barrancas de decenas de metros de altura retroceden hasta 50 cm por año. Seguramente son importantes también en otros tramos de playa como en el arco Atlántida-Neptunia (MTOP-PNUD-UNESCO 1980), Jaureguiberry, Balneario Argentino y Las Vegas, entre otros. El desgaste de puntas rocosas parece menos significativo en volumen, pero puede ser importante como fuente de aporte de arenas gruesas. En efecto, es notoria la bimodalidad en las poblaciones granulométricas de las playas de arena gruesa y su composición mineralógica insinúa este origen para la fracción más gruesa (Sánchez Bettucci & Sánchez Carsin 1992).

## **6) La arena en tránsito entre playas contiguas**

La arena en tránsito entre playas más o menos contiguas está dominada por la deriva litoral y puede estimarse de no mediar déficit de sedimentos- en un orden de magnitud de decenas de miles de metros cúbicos por año. Para los sitios que cuentan con información cuantitativa, como la desembocadura del Arroyo Cufre (IMFIA

1998) se desprende que el valor más ajustado del transporte neto de arena estaría en el orden de los 30000 a 50000 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>. Las estimaciones de caudal de arena realizadas por el MTOP-PNUD-UNESCO (1980) concuerdan con estos valores, pues para una zona de mayor energía de ola, tras haber medido una recarga de espigones del orden de 22000 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>, proponen que ello sería el 30% de la resultante del transporte, o sea estiman un transporte de 67000 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>.

La importancia de esta fuente en las playas uruguayas es constatable por el hecho que cualquier interrupción artificial de este tránsito, desencadena procesos erosivos que pueden observarse en casi todos los sectores en que se han construido espigones o escolleras con distintas finalidades, como es el caso de la escollera de la boca del Arroyo Cufre.

El efecto de la construcción de espigones posee el agravante de haber pretendido ser la "solución" a problemas de erosión de playas, cuando en realidad es nueva causa de distorsión de los aportes por deriva litoral.

#### 7) Los materiales biogénicos

En todas las playas, un porcentaje de la arena es de origen bioclástico, y en alguna en particular, llegan a ser el 60% de su composición mineralógica, como en La Esmeralda (Castiñeira *et al.* 2005), donde se ha iniciado una explotación, sin que aún se observe déficit de arena. Cabe resaltar este aspecto, pues si bien en algunos casos estos bioclastos provienen de acumulaciones antiguas, existe una significativa proporción de reposición por moluscos de la fauna presente en estos ambientes, que puede verse afectada por el uso abusivo de los mismos, o modificaciones en su hábitat.

#### 8) Grandes cárcavas que desaguan en la costa

Este tipo de transporte de sedimentos ha existido de forma discontinua en toda la costa ubicada al E de la ciudad de Montevideo, pero en la actualidad sólo es significativo en la costa de Rocha y particularmente en el sector conocido como Santa Isabel. El origen de estas cárcavas permanece aún desconocido, pero es indudable su importancia al menos como estabilizador de la profundidad de la playa subacuática, conformada por arenas finas -que es el tipo de sedimentos que estas cárcavas aportan- que se localizan mayoritariamente entre la barra ("el banco") y el *swash*.

Debe tenerse en cuenta que el aporte de arena a las playas está sujeto a fluctuaciones estacionales, anuales, decadales, centenales y hasta milenarias. En ese contexto, un déficit circunstancial de arena puede inducir, si no se consideran las fluctuaciones, a un cambio en la dinámica que puede tornarse irreversible.

### PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA COSTA URUGUAYA

Genéricamente, se puede considerar que la mayoría de los arcos de playa que no reciben importantes aportes de sedimentos desde el mar, se encuentran sometidos a

severos procesos de erosión (Galzerano *et al.* 1993; Panario 1993; 1999; 2000; Musso & Panario 1995; Panario *et al.* 1995; Panario & Piñeiro 1997; Panario & Gutiérrez 2003; 2005; Gutiérrez & Panario 2005), si exceptuamos quizá algunos tramos de la costa de Maldonado (Jackson 1999) y otros de la costa de Rocha, como el citado de La Esmeralda (Castiñeira *et al.* 2005). Como se mencionó, la principal causa de estos procesos puede encontrarse en la forestación indiscriminada de campos de dunas móviles para su posterior urbanización. No obstante, existe un sinnúmero de otras causas coadyuvantes y que pueden realizar sinergias inesperadas, que han sido advertidas en diversos trabajos (de Álava *et al.* 1992; 1993; Galzerano *et al.* 1993; de Álava 1993; 1994; 1995a; 1995b; 1996; UNCIEP 1994; Panario 1999; 2000; Gómez Pivel 2001; González *et al.* 2003; Panario & Gutiérrez 2003; 2005; Gutiérrez & Panario 2005). Entre éstas se destacan afectaciones varias del cordón dunar por desagües pluviales de zonas urbanizadas; construcción de casas, ramblas y otras estructuras; su forestación y el pasaje peatonal o de vehículos por sobre el mismo.

La extracción de áridos para la construcción es otro factor importante a destacar como causante de erosión de playas. Si bien la misma ha sido mayoritariamente prohibida, aun subsisten extracciones de tipo artesanal en playas de Montevideo; e incluso contando con la autorización de DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) y/o DNH (Dirección Nacional de Hidrografía), en Bellavista (Dpto. Maldonado), La Esmeralda (Dpto. Rocha) y en extensas áreas del Dpto. de Colonia.

Si bien el tránsito vehicular está prohibido en todas las playas uruguayas, no existe -en la mayoría de ellas- un eficaz control. Ha sido demostrado que la turbulencia asociada a las huellas de los vehículos y el transporte directo de materiales en el sentido de la pendiente que el tránsito provoca, induce removilizaciones de arena hacia el mar (Coates 1981 *vide* de Álava 1996).

Además de estas forzantes artificiales o antrópicas, existen otras no atribuibles a acciones humanas sino a fluctuaciones o tendencias naturales, resultado de cambios globales ocurridos durante el Holoceno y cuyo tiempo de relajación aún no ha sido alcanzado. En efecto, y a modo de ejemplo, puede citarse la Barra del Chuy, que en la fotografía aérea de 1936 ya se veía con una barranca activa en franco retroceso, o el arco Cabo Polonio-La Pedrera que mostraba retroceso en la zona conocida como "las gredas" aún antes que comenzara la forestación de Cabo Polonio, o finalmente, el retroceso de Barrancas de Mauricio cuya causa es conocida pero no atribuible exclusivamente a intervenciones antrópicas. En todo caso, la mayoría de estos procesos suelen ser acelerados por acciones incorrectamente realizadas, algunas veces incluso con la intención de revertirlos, como las forestaciones al borde de estas barrancas, que favorecen su desmoronamiento (MTOP-PNUD-UNESCO 1980).

Los problemas precitados tienen distinta expresión en distintos tramos de costa. Un análisis exhaustivo de los mismos supera la actual comprensión de la temática,

pues el estudio caso a caso no ha sido concluido, aunque se tiene un conocimiento suficiente como para analizar la casi totalidad de forzantes y ejemplificar en forma extensa los casos en que éstas se aplican.

#### **Los efectos de la forestación con especies exóticas**

Como se mencionó, la forestación de dunas comenzada en la década de 1920 (y que en algunos casos se remonta a las últimas décadas del siglo XIX), ha sido uno de los mayores impactos que ha recibido la costa uruguaya, y que ya había sido advertido en el trabajo de MTOP-PNUD-UNESCO (1980), aunque sin aquilatar su real dimensión. Los efectos de esta forestación son particularmente intensos en aquellas playas que se encuentran a continuación de la desembocadura de una vía de drenaje, en la dirección de la deriva litoral de esa zona. Tal es el caso del primer tramo de las playas de El Pinar, La Floresta-Las Vegas, Jaureguiberry y Valizas (entre otros), como resultado de la forestación próxima a arroyos a través de los que recibían sus aportes sedimentarios como es el caso de los arroyos Pando, Sarandí, Solís Grande y Valizas, respectivamente. En estos casos, la desembocadura se proyectaba hacia el mar como un cabo, por efecto del balance sedimentario; al disminuir este aporte, retrocede su proyección, acompañada por al menos parte del arco de playa comprendido a ambos lados de la desembocadura; luego, el efecto se propaga a todo el arco de playa, cuando se reduce en la playa subacuática, el *stock* de sedimentos acumulados por la desembocadura.

En otros casos existían *by pass* naturales del tránsito de sedimentos, como resultado de un cabo prominente que por su ubicación en relación con los vientos, permitía el paso de la arena eólica de una playa a otra por detrás del mismo, como en Cabo Polonio, Punta del Este, Atlántida, Punta Palmar, entre otros. La forestación y/o urbanización de dicho campo de dunas ha desencadenado importantes procesos erosivos, los que según Panario & Piñeiro (1997) pueden ser también provocados por la interposición de barreras forestales.

Otro efecto perjudicial de la forestación ha sido la invasión hasta el propio cordón dunar de acacias (*Acacia trinervis*) que fuera introducida como nodriza de las plantaciones forestales y se ha naturalizado. En otros casos, en el estuario interior, se ha forestado para obtener sombra o con otros fines (incluso productivos) hasta el propio cordón dunar.

La presencia de árboles en el cordón dunar provoca un "anteparo" al viento, impidiendo la recarga de la duna. Además, sus raíces (muchas veces superficiales) provocan, cuando es alcanzado el cordón por las olas de tormenta, la formación de una escarpa vertical, modificando irreversiblemente su dinámica (Panario 2000). Una vez comenzado este proceso erosivo, es difícil la obtención de una forma y pendiente de equilibrio, al mantenerse una capa más consolidada y estructurada arriba (efecto de las propias raíces), con el consiguiente descalce y desmoronamiento del cordón, por efecto del retiro por

las olas de los sedimentos arenosos no consolidados. Procesos de este tipo han sido observados desde el balneario Los Pinos (Dpto. de Colonia) hasta Guazubirá (Dpto. de Canelones) y más esporádicamente, al menos hasta el Balneario Solís (Dpto. de Maldonado). De ahí en más, los fuertes vientos salobres sólo permiten el crecimiento de la acacia por detrás del primer cordón. No obstante, las fluctuaciones naturales, o el retroceso de los arcos de playa por otras causas, pueden hacer que estas especies queden en primera línea.

#### **Obras de infraestructura**

##### *Desagües pluviales y vías de drenaje*

La urbanización de la costa y en particular el diseño de los fraccionamientos, puede citarse como otra de las causas del severo deterioro de las playas. En efecto, la urbanización ha incrementado por impermeabilización, el agua de escorrentía que llega casi sin sedimentos a la costa; la trama urbana a su vez modifica el relieve, generando nuevas cuencas conformadas por cunetas, que escurren algunas veces a intervalos de sólo 100 m entre ellas. Cada boca de tormenta o cuneta genera durante las precipitaciones torrenciales un canal en la playa, por el que luego ingresa la ola de tormenta con mayor energía, vinculada a su mayor altura, y se retira con más energía por el mayor caudal generado y la menor porosidad del medio, retirando así volúmenes de sedimentos que de otra forma no tendría capacidad para hacerlo. Es frecuente que entre precipitaciones sucesivas no se restablezca el equilibrio. Este efecto ha sido constatado en la mayoría de los balnearios de los departamentos de Canelones (muy notoriamente en Neptunia, Atlántida y Costa Azul), Maldonado y Rocha (Las Delicias y La Paloma, respectivamente); también recientemente en Cabo Polonio, como resultado de la casi eliminación de las grandes dunas y su capacidad de infiltrar aguas pluviales.

Cambios en el régimen hidrológico producidos por desecación de bañados y/o construcción de represas, pueden agravar el efecto, como se manifestó en el caso del Arroyo Pando (Gutiérrez & Panario 2005). Pequeñas represas ubicadas en cuencas con capacidad de transporte de sedimentos gruesos pueden tener efectos significativos, como en el caso de los arroyos que desembocan en el tramo Bella Vista-Las Flores.

##### *Obras de infraestructura en la zona litoral activa*

Las obras de infraestructura le siguen en importancia a la forestación en relación con el impacto sobre las playas. Su análisis resulta particularmente interesante, pues mientras la forestación de dunas se ha detenido (cuando ya casi no quedan dunas para forestar), la construcción de obras continúa a pesar de la presión popular en contrario. Un ejemplo es la construcción en 2004 de estacionamientos y la doble vía en Punta del Este por iniciativa del Gobierno Departamental (contradiendo incluso a la autoridad competente y a la Justicia), y la proyectada continuación de la Ruta 10 por sobre las lagunas Garzón y Rocha.

Paradójicamente, algunas obras particularmente nocivas, fueron hechas para revertir procesos de erosión desencadenados presumiblemente por las forestaciones (Gutiérrez & Panario 2005). Tal ha sido el caso de las baterías de espigones construidas en La Floresta y Atlántida, y las playas de la ciudad de Colonia. En efecto, los espigones se habían mostrado eficaces en sitios como una famosa playa de Holanda, donde el mar aportaba significativas cantidades de arena. Cuando esto no sucede, como es el caso de las playas de Canelones o Piriápolis, cada espigón genera una corriente de retorno que suele llevar gran parte de la arena fuera del alcance de las olas rompientes, que son las que generan el principal aporte a la costa. En estas condiciones, los primeros espigones construidos, si están correctamente diseñados en su largo e intervalo, cumplirán su función reteniendo arena entre ellos, pero amplificando su falta en el sector de playa contiguo en el sentido de la deriva litoral (o sea, en los ejemplos mencionados la falta ocurre en los arcos ubicados hacia el W). Por la década de 1970, al observar el resultado local de retención de arena en los espigones, y sin analizar el complejo fenómeno de interacciones y sinergias que desatan los mismos, se estimuló la construcción de nuevas obras que revirtieran la erosión "inducida" por los primeros, hasta llegar al punto en que los últimos ubicados, dejaron de ser operativos, como ha sucedido en Las Vegas y Villa Argentina.

Siendo que la función del espigón es actuar de trampa de sedimentos, una parte del análisis no realizado es, parafraseando a la ecología, el "costo de cosecha", o sea cuánta arena se consume (pierde) para lograr retener una cierta cantidad con cada espigón. La deriva litoral produce el transporte de sedimentos a partir del "empuje" y desplazamiento que ejerce sobre cada grano de arena, la rotura sobre la playa con cierto ángulo en relación con la línea de costa de las olas del *swell*. De una batería de espigones, el primero frenará el tránsito de arena acumulándola a montante del mismo, pero a partir del segundo espigón, el proceso comienza a tener otras implicancias. Los espigones interceptan una cierta cantidad de sedimentos y al mismo tiempo desvían de forma perpendicular otra porción, parte de la cual retorna a la playa. En cada desvío en dirección aguas adentro, la pérdida se corresponde con las granulometrías más finas, que son transportadas en suspensión. Esta reclasificación sucesiva se realiza hasta que finalmente, en uno de los espigones ya sólo se retiene la arena más gruesa, y a continuación el balance erosión-transporte se vuelve negativo. A su vez, en el entorno de los espigones, se desarrollan zonas profundas, que a parte de ser peligrosas para los bañistas, dificultan el retorno de los sedimentos.

Las escolleras tienen un impacto aún mayor que los espigones, al impedir totalmente el paso de la arena. En efecto, la acumulación en la dirección de la deriva se irá incrementando hasta generar una curvatura bajo la cual las olas arribarán a la costa paralelas a la misma, circunstancia en la cual el tránsito cesa; la playa continuará ensanchándose a montante de la deriva, pero a continua-

ción de la escollera se producirá un proceso erosivo que se irá expandiendo progresivamente hasta alcanzar un nuevo equilibrio en relación con el "cabo" artificialmente generado. Esta situación se repite en todos los sitios en que se han generado puertos, como por ejemplo el de La Paloma (donde además se unió la Isla Grande al continente con impacto directo sobre la Bahía Chica), y ha desatado una importante resistencia por sus consecuencias en Boca del Cufré, pudiéndose prever efectos similares, en el puerto de Puntas de Sayago en Montevideo. Respecto a este espigón construido en el Arroyo Cufré, aunque el mismo se encuentra ubicado en la margen del Dpto. de San José, la mayor parte de sus efectos negativos se distribuyen en Colonia, con la agravante de las proverbiales dificultades nacionales para la resolución de conflictos entre el Estado y la sociedad civil.

Otras obras menos incisivas que los espigones y escolleras han tenido por la fragilidad del ambiente resultados similares. Tal ha sido el caso de bajadas para vehículos y embarcaciones. A modo de ejemplo, podemos citar la construida en el Balneario Solís (Maldonado) (Fig. 2). Aunque la misma llegaba sólo hasta el borde del agua en condiciones normales, la particular dinámica de esa playa hizo que tuviera efectos catastróficos. La recarga de arena por la deriva litoral de la playa en el Balneario Solís sólo se produce cuando por efecto de una sudestada el mar sobrepasa una línea de rocas paralela a la costa, pues por delante de esta punta la profundidad del agua la torna casi "impermeable" al tránsito de arena. La rampa construida sobre la playa (de más de 1 m de altura en su parte más alta), generó a montante una playa también más alta; por tanto, actualmente se requerirá mayor altura de marea para movilizar por sobre ella suficiente cantidad de arena; ello sólo ocurre en eventos excepcionales y durante ellos, con el nivel de agua más alto, funciona efectivamente como espigón, agravando un déficit de arena que ya se registraba por causas aún no bien establecidas. La consecuencia ha sido que la costa retrocediera a un ritmo del orden de 1 m por año a la altura del Hotel Alción y un club de pesca construido sobre el borde de la barranca, que deberá sentir daños irreversibles en su estructura, quizá ya durante el próximo invierno, si no se realiza una fuerte inversión para protegerlo; esto redundaría en una amenaza mayor para el hotel de referencia y la playa en general, que una vez perdido el cordón dunar presenta una barranca en permanente retroceso.

Otras obras con impactos similares han sido la construcción de ramblas costaneras. Las mismas estuvieron en el mundo muy de moda en el pasado, por la posibilidad que brindaban de un disfrute "democrático" de lacosta, pero han dejado de construirse hoy en los países desarrollados por sus impactos ecológicos y sobre la dinámica costera. Un caso paradigmático y de difícil solución lo representa la rambla de Piriápolis, por haber sido construida directamente sobre el cordón dunar y haber fracasado el intento de solucionarlo con espigones. Otras ramblas, como la de la costa de Canelones o Maldonado



**Figura 2.** Vista panorámica del Balneario Solís, Dpto. de Maldonado del 30 de enero de 2006. Nótese en la playa a partir de la bajada de embarcaciones, la severa pérdida de arena en la dirección de la deriva (que para esta zona es E-W) (Fotografía D. Panario).

(agravadas por el equipamiento agregado de paradores y estacionamientos), harán sentir sus efectos a corto plazo si no se dispone de medidas tendientes a prevenirlos, tales como restaurar la duna primaria y eliminar desagües sobre la misma. Además, debiera suspenderse actividades que tiendan a potenciar sus efectos, como es el retiro definitivo de la arena que alcanza las costaneras, o escaleras y otras bajadas a la playa que se convierten en bocas preferenciales de escape de la misma cuando hay vientos del cuadrante SW.

Un capítulo especial lo merecen las viviendas -informales o autorizadas por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y las Intendencias Municipales correspondientes- que han sido construidas directamente sobre el cordón o muy próximas a él.

Las viviendas inicialmente tienen un impacto similar al de la forestación al impedir que se desarrolle un cordón dunar continuo. Una vez que las tormentas las alcanzan, como medida de salvataje son realizadas defensas rígidas, que son impactadas por las olas, con la consecuencia de que la masa de agua al no poder infiltrarse, se retira cargando la arena de la playa ubicada delante de ellas. Así, paulatinamente, comienzan a transformarse en un "cabo" que generará un arco hacia cada lado, lo que afectará a las construcciones vecinas, las que presumiblemente intentarán la misma solución, trasladando el problema como un "dominó". Ese ha sido el caso de Costa Azul, Valizas, Aguas Dulces, y próximamente ocurrirá en la Playa del Barco en Santa Teresa

(Dpto. de Rocha). En alguno de estos casos, se agrega el riesgo que implica que algunos bajo fondos provoquen, bajo ciertas condiciones de ángulo de incidencia de sudestadas, "focos de concentración de olas" con resultados catastróficos (Gómez Pivel 2001).

#### **Extracción de áridos para la construcción**

Hasta la década de 1980, la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) autorizaba a extraer cierta cantidad de arena de playa a empresas privadas. La determinación realizada en un estudio de caso (Galzerano *et al.* 1993) de que las mismas eran responsables de la severa erosión en una playa contigua a la zona de extracción, motivó el retiro del permiso a ésta y otras concesiones similares, lográndose en algunos casos (Costa Azul de Canelones) la reversión de parte del proceso erosivo (Musso & Panario 1995; Panario & Piñeiro 1996). No obstante, algunos permisos aún subsisten.

La extracción artesanal, aunque intuitivamente pueda pensarse insignificante desde el punto de vista volumétrico, es nociva por ser selectiva de la granulometría más gruesa, la que suele acumularse en pequeños parches que luego son distribuidos más o menos homogéneamente en el arco de playa, mejorando la porosidad de la misma y con ello su capacidad de recarga. El control de este "drenaje" de materiales debiera hacerse, cuando ello sea posible, mediante la señalización de zonas alternativas.



Donde es más dramático el efecto de la extracción de arena es sin duda en el Dpto. de Colonia, donde se realiza desde el propio lecho del Río de la Plata o el bajo Río Uruguay, mayoritariamente con refuladoras para su exportación a Buenos Aires, a un fuerte ritmo desde al menos el siglo XIX. No se conocen sus efectos hasta la década de 1970, en que comenzamos a monitorear la zona, pero entre esa fecha y el año 1987, las playas comenzaron a sufrir una colonización por especies vegetales en una sucesión que comienza por el junco y termina en un bosque ripario (Fig. 3) particularmente en el bajo Uruguay (Panario 2000; Panario & Gutiérrez 2005). En efecto, en Uruguay existen especies capaces de colonizar cualquier ambiente somero, como lo atestiguan las gramíneas que crecen en el Balneario Solís dentro del agua en un ambiente salino. Lo que impide la colonización de la playa subacuática son los intensos movimientos de sedimentos que, o bien arrancan los juncos, o bien los sepultan. Al impedirse esta remoción por disminución sustantiva del tránsito de sedimentos, esta vegetación permite la deposición de sedimentos finos, y luego el crecimiento de especies adaptadas de gramíneas como la *Luziola* sp., a la que luego sigue el desarrollo de vegetación arbustiva y finalmente arbórea.

Como consecuencia del déficit de arena en el lecho, la reposición de sedimentos en el bajo Río Uruguay se produce por retroceso de la barranca. Por ser muy limosa, ésta aporta poco material a las playas, produciéndose un retroceso de la barranca estimado en los 50 cm año<sup>-1</sup>, estando amenazadas obras patrimoniales como la Capilla de Anchorena.

No se ha tenido en cuenta que la arena que transita es mayoritariamente del Holoceno medio, o incluso más antigua, y por tanto su extracción impide el abastecimiento de las playas, ya que no hay aportes disponibles desde fuentes nuevas, o ya se ha retirado o fijado un importante porcentaje del sedimento que podía regresar al circuito.

A mediano plazo, la costa sufrirá también el impacto de autorizaciones de canteras que ocupará en un futuro cercano el río por incremento del nivel del mar. En efecto, si bien el nivel del Río de la Plata ha aumentado a la altura de Montevideo en el entorno de los 10 cm, por ser este incremento resultado de crecientes episódicas atribuibles al incremento de los caudales de los ríos Paraná y Uruguay (Forbes 2003), ha permitido en aquellos sitios con suficiente aprovisionamiento de arena mantener la posición de la línea de costa (Gutiérrez & Panario 2005); ello no sucedería igual si creciera como resultado de un aumento del nivel medio del mar. En efecto, ha sido estimado para el S de Brasil, que para la ingresión posterior al 17000 BP, a un incremento de 1 cm de subida del nivel del mar le corresponde un retroceso de la línea de costa de entre un máximo de 16.7 m al año y un mínimo de 8.6 m al año, habiendo subido con un promedio de 1.2 cm año<sup>-1</sup> (y un máximo de 2 cm año<sup>-1</sup>) durante ese período (Corrêa 1996). De repetirse estas velocidades medias, muchas canteras (hoy convertidas en lagos artificiales) podrían ser alcanzadas en menos de 20 años, a partir de la fecha en que se haga notoria la pronosticada subida del nivel medio del mar.



**Figura 3.** Playa del Dpto. de Colonia. Nótese la fuerte invasión de la costa por juncos y la consecuente sucesión vegetal que se desencadena, salvo en sitios puntuales en que una vía de drenaje aporta nuevos sedimentos (Fotografía D. Panario, 12 de octubre de 2005).

## RECOMENDACIONES

Si bien como se ha visto vía ejemplos cada playa tiene sus particularidades, se pueden hacer algunas recomendaciones generales para la conservación de las mismas, aunque en la mayoría de los casos estas requieran de investigaciones específicas que permitan implementarlas adecuadamente. Si bien la legislación en materia ambiental ha sido acrecentada en los últimos tiempos (Sciandro 2000), un manejo y protección eficiente y adecuado requeriría a su vez una complementación de la misma a partir de nuevas reglamentaciones, o incluso del dictado de nuevas normas.

Por otra parte, las recomendaciones pueden variar sustancialmente según sea el interés. Una cosa es conservar la línea de costa, o sea la ubicación espacial de la misma, aunque ella sea sólo una barranca, sobre la que golpea el mar, y que "sólo" puede requerir obra dura (cemento, granito, etc.), incluso pudiendo ganar tierra al mar, como la Rambla de Montevideo; otra muy distinta es preservar la playa, manteniendo su cordón dunar, y sobre todo la arena seca (condición imprescindible para su uso recreativo y turístico).

La primera de las acciones, permite cortar cintas con motivo de su inauguración. Es una inversión que cuesta mucho dinero pero aparentemente no requiere mantenimiento, aunque finalmente éste es requerido. Un claro ejemplo lo constituye la Rambla de Montevideo, en que el mar luego de un cierto período, llegó a romperla en varios tramos y en varias oportunidades, con altísimos costos económicos para su recuperación.

Preservar la playa debe ser considerado como un gasto continuo (que en general, puede ser modesto si se lo comienza en tiempo). Mantener una playa en un equilibrio cercano a su condición natural, luego de todas las intervenciones que se han hecho al sistema costero, es complejo. Controlar cada nuevo desajuste, realizando pequeñas intervenciones en el marco anónimo de equipos de trabajo que monitorean y toman decisiones sucesivas no da lugar a inauguraciones. No se compara en la consideración por parte del aparato del Estado con la gran intervención que tiene un gran responsable y protagonista, que se adjudica los créditos.

### Recomendaciones para las construcciones

Si bien el ritmo de subida del nivel medio del mar es hoy desconocido para estas latitudes, debiera en primer lugar establecerse un escenario de ascenso para los próximos 50 años como mínimo, y sobre la base del retroceso esperable de la línea de costa, definir la distancia mínima a que puede realizarse cualquier obra de infraestructura rígida. La actual legislación considera una distancia a la costa con independencia de su morfología y dinámica, lo que hace presagiar que el Estado deberá hacerse cargo de ingentes pérdidas intentando defender viviendas, o pagando por pleitos perdidos con particulares que le reclamarán por haber construido legalmente, por detrás de costaneras que no es posible defender.

Debiera a su vez legislarse que las construcciones que estén siendo alcanzadas por el mar, si se dictamina que la playa no es recuperable en esa ubicación, deberán ser retiradas por sus propietarios, como ha sido estipulado en otros sitios. En ningún caso debieran autorizarse defensas rígidas (incluidas las bolsas de arena), salvo sea conveniente construir un "cabo" artificial en el sitio y generar nuevos arcos de playa en equilibrio estable.

En materia de obras, deberá prevenirse la continuación de las costaneras existentes como la planificada por sobre las Lagunas de Garzón y de Rocha, las que no sólo podrían afectar irreversiblemente a las lagunas por la apertura definitiva de sus barras, sino que comprometerían las posibilidades de desarrollos locales autónomos, en la medida que en dicho caso los servicios serán prestados desde Maldonado. Por la década de 1980, ya se señalaba que una medida indispensable era mantener el tipo de acceso a la costa en forma de "peine" (Crosara *et al.* 1989), lo que impide la homogeneización del paisaje, así como la sobresaturación de su capacidad de carga, a la que irremediablemente conducen las costaneras. También, debiera tenerse particular cuidado en la construcción de represas importantes en vías de drenaje vinculadas directamente a la costa, como los arroyos Solís Chico y Grande entre otros, para los que existen proyectos desde Obras Sanitarias del Estado (OSE).

### En relación con escolleras y espigones

Ante los efectos probados que los mismos han tenido en casi todos los lugares en que han sido construidos, estos debieran ser retirados total o parcialmente, según los casos. Para ello debe tenerse en cuenta que su implantación por largos períodos ha modificado sensiblemente los equilibrios y por tanto su retiro sin más, puede provocar nuevos perjuicios. Por lo tanto debe implementarse un retiro por etapas o su modificación con obras complementarias, acompañado de un adecuado monitoreo.

Por otra parte, estas estructuras fueron construidas por existir déficit de sedimentos en circulación; esta tendencia continua. En otras regiones se han instrumentado formas de defensa como la construcción artificial de tómbolos, los que constituyen rompeolas artificialmente colocados a una cierta distancia de la playa, que por procesos de difracción y refracción de olas, producen convergencia en el transporte de sedimentos que tienden a unirlos a la playa. Sin embargo, más recientemente se ha visto que aunque en menor proporción, ellos también pueden producir corrientes de retorno y con ello pérdida de arena hacia aguas profundas (Silvester & Hsu 1993). La alternativa hoy manejada es la construcción de "cabos" artificiales (puntos duros) para alcanzar un equilibrio estable en relación con el *swell*, pero si bien el retroceso de la bahía puede ser calculado con precisión, la existencia de infraestructura edilicia o de vías de comunicación pueden hacerlo inviable.

En general ningún método puede ser totalmente descartado. Los tómbolos pueden ser efectivos donde la playa subacuática posee materiales sedimentarios con-

solidados que impiden su subsistencia. Sin embargo, en todos los casos son preferibles medidas blandas de manejo como la reconstrucción y conservación del cordón dunar. También existen formas más costosas como el aumento de la capacidad de infiltración de la playa mediante la extracción de agua por bombeo (como lo aplicado en Portezuelo), o finalmente, donde ello sea factible, la recarga artificial con arena de mayor granulometría que la propia de la playa.

#### **Respecto a la deforestación**

Si bien en algunos casos retirar forestación del entorno de la playa puede ser culturalmente resistido, ello puede resultar imprescindible en algunos sitios estratégicos como los lugares donde desembocan vías de drenaje, o donde se ha forestado hasta la duna primaria o muy cerca de ella. Sin embargo, y en la medida en que la forestación de médanos en algunos casos ha llegado a producir una edafización incipiente, hay que realizar medidas complementarias para que el viento retorne a movilizar arena, retirando de su parte superior todo el material edafizado. En particular debiera controlarse la invasión con acacias de la duna primaria y prohibir cualquier intervención en aquellos pocos espacios que aún conservan dunas móviles.

#### **En relación con los desagües**

Como se mencionó, el estilo de fraccionamiento y la sobre-densificación edilicia en algunos balnearios han convertido a los desagües pluviales en un problema serio. En aquellos terrenos fraccionados pero aún no edificados, como en algunos tramos de la costa de Rocha, debieran implementarse medidas preventivas, a través de una adecuada política tributaria y/o un plan de ordenamiento territorial. Se debe hacer notar que ya está vigente este tipo de políticas en algunos sectores de la costa (ordenanzas costeras), a pesar de la oposición del sector inmobiliario. Donde ello no es posible, debe procurarse implementar un sistema de desagües pluviales hacia las vías de drenaje naturales o en algunos casos hacia las puntas rocosas.

Cuando el cordón dunar está preservado, los desagües naturales forman un humedal estacional que debe ser preservado por su capacidad de depuración y control de escorrentías, y al cual se debieran conducir los pluviales, cuando no pueden ser derivados a puntos duros o al tramo inferior de vías de drenaje como es el caso de San José de Carrasco y playas aledañas.

#### **Respecto al tránsito vehicular y peatonal**

Si bien el tránsito vehicular está legalmente prohibido en toda la costa, su implementación no se ha cumplido. En algunos casos el incumplimiento se debe a la falta de vigilancia, y en otros a la falta de voluntad política para hacerlo, como en Cabo Polonio (situación controlada a partir del verano de 2006). Al menos la norma está dictada y sólo falta hacerla cumplir cabalmente.

Un problema diferente lo plantean las zonas de ingreso de peatones a la playa en lugares donde hay barrancas (tanto activas como estabilizadas): cuando están activas, las obras (escaleras) suelen ser efímeras, y sus restos, un grave impacto sobre las playas; sin embargo ello no ha impedido que se sigan construyendo. En otros casos los accesos tienen problemas de diseño que hacen que por ellos escape la mayor parte de la arena que se pierde de la playa, como es el caso de las de la Rambla de Montevideo. Existen diseños alternativos, baratos y eficientes, pero al presente sólo han sido implementados en muy pocos lugares, como en Costa Azul de Rocha.

Otro problema lo constituye el ingreso de peatones circulando por sobre el cordón dunar. Sólo en un sector de Punta del Este se ha buscado una solución adecuada para evitar el corte que se efectúa con la consecuencia de la producción de *blowouts* (depresiones en las dunas causadas por la erosión eólica, cuyo origen generalmente es una perturbación original que provoca la pérdida de la vegetación que protege a la misma) hacia el continente. La construcción de pasarelas elevadas y de materiales livianos como la madera ha sido la solución más exitosa e implementada en todas partes donde existe una política de conservación de playas.

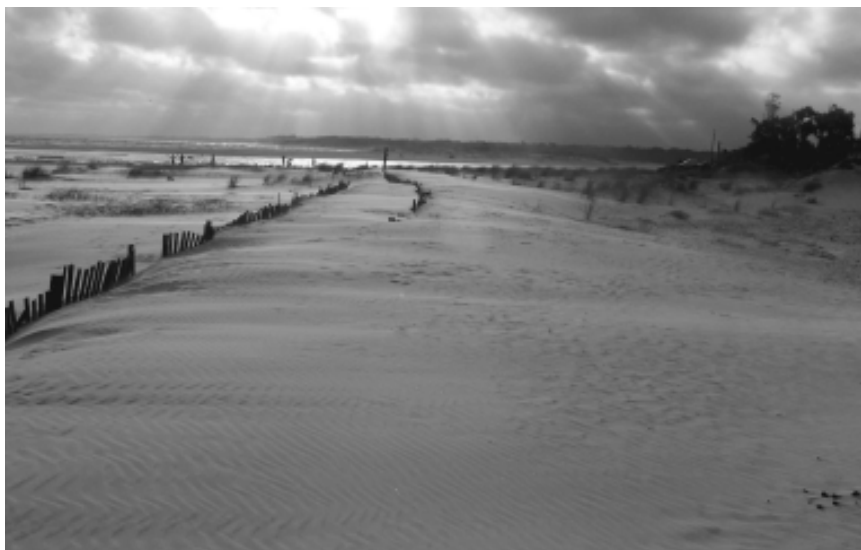
#### **Para la reposición de sedimentos**

Las playas que aún poseen arena seca fina, suelen perder cantidades importantes de este sedimento hacia las zonas edificadas o las costaneras. En algunos casos, incluso durante el invierno, médanos transgresivos y los mencionados *blowouts*, llegan a cortar el tránsito en la costa de Canelones. Si se exceptúa en Punta del Este, donde este material ha comenzado a reintegrarse a la playa, en el resto de la costa es utilizada para relleno. Su devolución al ambiente costero (en la playa distal) debiera estar reglamentado, hasta que se logre detenerla antes de llegar a las costaneras, con lo cual se haría una importante contribución a la salud de estos ambientes.

De todas las medidas recomendadas, la más barata y efectiva es la preservación o recuperación de cordones dunares. Esto puede hacerse aprovechando la abundancia y el bajo costo de la madera y ocupando personal poco calificado, mediante la correcta implementación de tablaestacas (Fig. 4) y reemplazamiento con estolones de "pasto dibujante" (*Panicum racemosum*) u otras especies autóctonas (mayoritariamente de hábito herbáceo) adaptadas a estos ambientes.

#### **PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

Son pocas las investigaciones serias realizadas hasta el presente sobre dinámica costera. Además, sus resultados son provisionarios por ser un medio sumamente dinámico y sujeto a inercias cuyos antecedentes se remontan a un pasado más o menos remoto, y que no es en la mayoría de los casos, sometible a prueba de hipótesis.



**Figura 4.** Desembocadura del Arroyo Pando, playa de Neptunia. Nótese la fuerte retención de arena por efecto del tabla-estaqueado, que fue colocado luego del temporal del 23 de agosto de 2005 (Fotografía D. Panario, 21 de enero de 2006).

Sería de importancia crucial determinar las unidades sistémicas de ambientes de playa, es decir, separar sistemas con comportamiento dinámico independiente o relativamente independiente, de forma de prever las implicancias de las intervenciones y su alcance; luego de determinadas estas unidades sistémicas, los estudios debieran centrarse en la cuantificación de los aportes de cada subambiente a la dinámica del conjunto, así como las relaciones entre esta dinámica y la fauna, particularmente la bentónica, como en el trabajo de Giménez & Yannicelli (2000).

Quizás la carencia más grave sea la falta de series temporales prolongadas y confiables, de aspectos tales como el clima de olas luego que las mismas ingresan en la plataforma, y menos aún a su arribo a la costa. Ello hace que sea de muy dudosa confiabilidad la aplicación de modelos matemáticos, y en estas condiciones es difícil validarlos para el país (IMFIA 1998). Debe tenerse en cuenta que su validación sería una forma relativamente económica de al menos establecer predicciones de corto y mediano plazo.

No se dispone de una batimetría adecuada de la playa subacuática, y mucho menos de sus variaciones históricas, como tampoco un relevamiento más o menos exhaustivo de los sedimentos del fondo.

Tampoco se cuenta con series temporales importantes de perfiles de playa ni de variaciones en su composición granulométrica. El Estado ha sido omiso en la colecta de datos empíricos fundamentales hasta por razones de soberanía, para sólo citar aquella investigación que requiere de Políticas de Estado en la materia. En los casos en que existe información, como es el caso de los registros meteorológicos, es cara y de difícil acceso, aún para los organismos públicos que quieran utilizarlas con fines estrictos de generar conocimiento. Por otra parte, sólo se cuenta con unas pocas estaciones de medición de

altura de marea, y las series históricas de datos de altura de olas son poco confiables. Otros documentos valiosos e imprescindibles para poder analizar la evolución y tendencia, como planos catastrales, fotos aéreas, etc., también son de difícil acceso y recuperación. Incluso algunos se han deteriorado definitivamente (e.g. placas de vidrio anteriores al año 1937 y algunos negativos del año 1945). Además, los documentos disponibles no siempre están clasificados y ordenados para su fácil consulta; debe tenerse en cuenta que las investigaciones de geografía histórica con modernas técnicas de SIG, son una promisorio técnica para reconstruir la evolución de sistemas costeros.

Por último, y vinculado a la necesidad de conservación de estos ecosistemas, que están amenazados respecto a sus posibilidades de preservación, se debe tener en cuenta al momento de trazar estrategias para la misma, que cualquier plan que se intente desarrollar debe tener en cuenta la estética de los mismos, el potencial de desarrollo turístico de tipo alternativo, la biodiversidad que aun mantienen, y evitar la pérdida de territorio que la erosión de playas conlleva.

Atento a que el desarrollo de la investigación en ciencias naturales está fuertemente asociado a trabajos de tesis de posgrado, la próxima implementación de una Maestría en Manejo Costero Integrado en la Universidad de la República, es de esperar de un fuerte impulso al conocimiento de la dinámica de estos sistemas, así como a la generación de propuestas para su manejo y conservación (ver MCI-Sur 2006).

#### **IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO**

De todas las recomendaciones que se pueden hacer, una de las más importantes podría ser la de mejorar todo lo atinente a la gestión costera integrada.

En la actualidad la jurisdicción sobre la "faja costera" está atomizada entre diversos organismos públicos, sin que (salvo excepciones) los mismos tengan personal idóneo para ocuparse de su gestión. En efecto, tienen jurisdicción sobre ella: el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y dentro de éste la DINOT (Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial) y la DINAMA, sin que estas dos reparticiones se hallan coordinado a los efectos de establecer una adecuada normativa; el Ministerio de Transporte y Obras Públicas a través de las Direcciones de Obras y de Hidrografía y la Administración Nacional de Puertos (las que tampoco coordinan); el Ministerio de Industria, Energía y Minería a través de DINAMIGE (Dirección Nacional de Minería y Geología); las Intendencias de Rocha, Maldonado, Canelones, Montevideo, San José, Colonia, Soriano y Río Negro, y dentro de ellas, múltiples direcciones y departamentos que realizan agresivas intervenciones en la costa; el Ministerio de Defensa Nacional con la Prefectura Nacional Naval y el SOHMA (Servicio Oceanográfico e Hidrográfico de la Marina), y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca a través de la RENARE (Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables) y la DINARA (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos); y finalmente el Ministerio de Turismo (que se autoconfiere jurisdicción, como ha quedado de manifiesto en la construcción de defensas en El Águila de Atlántida). Habría que mencionar además, la Comisión del Frente Marítimo, la Comisión Administradora del Río de la Plata y del Río Uruguay, a proyectos con cierta autonomía como ECOPLATA, que ha hecho propuestas que no en todos los casos son las más adecuadas, y finalmente particulares e instituciones públicas que por ser propietarios de predios costeros, actúan por vía de los hechos ante el vacío que esta atomización genera.

Un ejemplo de trabajo en la dirección correcta, es la Intendencia Municipal de Montevideo que en el año 2005 certificó el manejo de las playas Ramírez, Pocitos, Buceo y Malvín según las normas ISO 14.001 (gestión ambiental), habiendo implementado además una estrategia para minimizar las pérdidas de sedimentos mediante su traslado con maquinaria pesada y la instalación de tabla-estaqueados para recuperar algunos tramos de la duna primaria y controlar las principales pérdidas eólicas hacia la costanera. A su vez ha organizado cursos sobre dinámica de playas con la participación de todos los actores propios con alguna responsabilidad en manejo costero. No obstante, como en el resto de la costa, la superación de todos los obstáculos para un adecuado manejo de este frágil ecosistema, lo constituiría la creación de una repartición que concentre la toma de decisiones con relación a las intervenciones sobre el mismo.

De lo anterior se deduce que la única solución válida es la creación de una Autoridad Nacional de Costas, que sea la única institución que pueda tomar decisiones con respecto a la gestión costera. Tal es la solución a la que se ha llegado en todos los países en que se le ha dado un tratamiento serio al tema, como en los EE.UU. (con la

dificultad inherente a su federalismo). En Uruguay, esta política no se pudo implementar, por la sistemática oposición del MVOTMA, quien tampoco tiene medios técnicos ni personal capacitado suficiente para realizarla.

## REFERENCIAS

- Bracco R & C Ures** 1998 Las variaciones del nivel del mar y el desarrollo de las culturas prehistóricas del Uruguay. Pp 16-20 *In: Actas del II Congreso Uruguayo de Geología* (Punta del Este, 13-18 de mayo de 1988)
- Casciani M & M Musso** 1995 Caracterización sedimentológica y geomorfológica de la playa de Kiyú, Departamento de San José, Uruguay. Trabajo monográfico del Curso de Geomorfología, Facultad de Ciencias, Montevideo. 33 pp (Inédito)
- Castiñeira C Panario D Bracco R & O Gutiérrez** (EN PRENSA) Concheros en la costa atlántica uruguaya y su vinculación con la dinámica regional. *In: Actas del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Rosario, 17-21 de setiembre de 2001).
- Corréa ICS** 1996 Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul - Brésil. *Marine Geology* 130(1-2):163-178
- Crosara A Acosta G García N Hernández J Calandre C Bergstein M Fabiano F & M Calosso (Equipo Redactor)** 1989 Plan de Ordenación turística de la costa oceánica. Instituto de Cooperación Iberoamericana de España-Ministerio de Turismo, Uruguay. 213 pp
- de Álava D** 1993 Conservación costera y planificación. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. 5 pp (Inédito)
- de Álava D (coord)** 1994 Estudios para la Propuesta de un Manejo Integrado de la Zona Costera del Departamento de Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. 72 pp 2 anexos 10 lám (Inédito)
- de Álava D** 1995a Dinámica de la Zona Costera e Influencias del Global Change, Departamento de Maldonado. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. Informe para la CNCG, 25 pp y lám (Inédito)
- de Álava D** 1995b Dinámica de la Zona Costera e Influencias del Global Change, Departamento de Canelones. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. Informe para la CNCG, 20 pp y lám (Inédito)
- de Álava D** 1996 El cambio Climático Global y la Zona Costera: Recomendaciones para la Gestión de un Plan de Manejo Integrado; Canelones, Maldonado y Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. Informe para la CNCG, 32 pp (Inédito)
- de Álava D & D Panario** 1996 La Costa Atlántica: ecosistemas perdidos y el nacimiento de un monte de pinos y acacias. Pp 44-51 *In: Almanaque Banco de Seguros del Estado*. Montevideo
- de Álava D Fernández G & D Panario** 1992 Propuesta de manejo para área protegida: Cabo Polonio-Monumento de Costa Oceánica- Cat. III, UICN, incluida en la Convención de Ramsar. UNCIEP, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias, Montevideo. 66 pp y cartografía (Inédito)
- de Álava D Piñeiro G & D Panario** 1993 Recomendaciones para manejo del Litoral de Playa. Departamento de Rocha. UNCIEP, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias, Montevideo 17 pp (Inédito)
- Forbes E** 2003 Variabilidad del nivel medio del mar en Montevideo entre 1902 y 2000. *In: AIACC Workshop on the Río de la Plata* (Montevideo, 25-29 de setiembre de 2002)

- Galzerano J Piñeiro G Ramos E & D Panario** 1993 Dinámica de las playas: Costa Azul, Bello Horizonte y Guazuvirá. Propuesta de manejo. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. Informe realizado a solicitud de la Comisión de Fomento del Balneario de Costa Azul. 22 pp y anexos (Inédito)
- Giménez JL & B Yannicelli** 2000 Longshore patterns of distribution of macroinfauna on a uruguayan sandy beach: an analysis at different spatial scales and of their potential causes. *Marine Ecology Progress Series* 199:111-125
- Gómez Pivel MA** 2001 A costa atlántica uruguaya como um sistema geomorfológico. Tesis de Maestría en Oceanografía Física, Química y Biológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 91 pp (Inédita)
- González V Pesce F Quintans F Rodríguez A & S Zerbino** 2003 Diagnóstico Ambiental Parque Lacustre Garzón. Departamento de Rocha. Trabajo monográfico para el Curso de Diagnóstico Ambiental, Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Montevideo. 60 pp anexos y cartografía (Inédito)
- Gutiérrez O & D Panario** 2005 Dinámica geomorfológica de la desembocadura del Arroyo Pando, Uruguay. Geografía histórica y SIG, análisis de tendencias naturales y efectos antrópicos sobre sistemas dinámicos. *Xeografía (Revista de Xeografía, Territorio e Medio Ambiente)* 5:107-126
- IMFIA** 1998 Estudio de las obras de navegación en el Arroyo Cufre y sus impactos sobre la zona costera. Informe final. Convenio Dirección Nacional de Hidrografía. Facultad de Ingeniería, Montevideo. 59 pp (Inédito)
- Jackson JM** 1999 Alteraciones físicas de la costa atlántica uruguaya. Pp 9-22 *In: Seminario Costa Atlántica: Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares* (Rocha, marzo de 1997). PROBIDES, Serie Documentos de Trabajo 21. Rocha
- López Laborde J** 1987a Caracterización de los sedimentos superficiales de fondo del Río de la Plata Exterior y plataforma adyacente. *Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria "La Molina"* (2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, Lima, 17-21 de agosto de 1987) 2:33-47
- López Laborde J** 1987b Distribución de sedimentos superficiales de fondo del Río de la Plata Exterior y plataforma adyacente. *Investigaciones Oceanológicas* 1(1):19-30. Montevideo
- Martín L & K Suguio** 1989 Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (Northern State of Rio de Janeiro). *In: Proceedings of the Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary* (San Pablo, 8-12 de mayo de 1989) 2:136
- Martín L & K Suguio** 1992 Variation of coastal dynamic during the last 7000 years recorded in beach-ridge plains associated with river mouths: example from central Brazilian coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 99:119-140
- Martín L Flexor JM & K Suguio** 1995 Pleistocene wave-built terraces of Northern Rio de Janeiro State, Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 11:233-245
- MCI-Sur** 2006 Conferencia Regional: Fortalecimiento de capacidades para el manejo costero integrado (Montevideo, 13-14 de diciembre de 2005). Proyecto "Sustentabilidad de la Zona Costera Uruguaya" (AUCC-CIDA), Universidad de la República, Montevideo/Dalhousie University, Halifax. 119 pp
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU 73.007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- Musso M & D Panario** 1995 Variaciones sedimentológicas de las playas de Canelones, Uruguay. Efectos del cambio de los aportes de arena. *In: Cantú (ed) Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio* (Universidad Nacional de Río Cuarto), Actas 1:253-263
- Panario D** 1993 Cambio global y erosión de costas. *In: Inter-american Workshop on the Comparative Studies of Oceanic, Coastal and Estuarine Processes in Temperate Zones* (Montevideo, 2-6 de agosto de 1993):53 (abstract y poster)
- Panario D** 1999 Dinámica de la costa atlántica uruguaya. Pp 23-54 *In: Seminario: Costa Atlántica. Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación de la costa y sus barras lagunares* (Rocha, marzo de 1997). PROBIDES Serie Documentos de Trabajo (21). Rocha
- Panario D** 2000 Las playas uruguayas. Su dinámica, diagnóstico de situación actual y tendencias a mediano plazo. Pp 111-125 *In: Domínguez & Prieto (coord) Perfil ambiental del Uruguay-2000*. Edinor, Montevideo
- Panario D & G Piñeiro** 1996 Efectos del cese de extracción de arena en una playa estuarina de Uruguay (1986-1996). *In: Primer Taller Latinoamericano sobre el Proyecto ESPROMUD (Earth Surface Processes, Material Use and Urban Development)*. (Bogotá, 9 de noviembre al 4 de diciembre de 1996). Program SCOPE (ICSU-IUGS)
- Panario D & G Piñeiro** 1997 Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. *Climatic Research Special Issues* 9(1-2):67-68
- Panario D & O Gutiérrez** 1999 The continental Uruguayan Cenozoic: An overview. *Quaternary International* 62(1):75-84
- Panario D & O Gutiérrez** 2003 Dinámica geomorfológica de la desembocadura del Arroyo Pando. Origen de los impactos en las playas de El Pinar y Neptunia, y propuesta de mitigación. Informe. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. 68 pp (Inédito)
- Panario D & O Gutiérrez** 2005 La vegetación en la evolución de playas arenosas. El caso de la costa uruguaya. *Ecosistema (Revista de la Asociación Española de Ecología Terrestre)* 4(2):12 pp
- Panario D de Álava D & G Piñeiro** 1995 Cambio global y erosión de costa. Propuesta metodológica preliminar para una rápida detección de erosión de playas y su evolución, mediante transposición de variables granulométricas a la ecuación de Bernoulli. *In: Primeras Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente*. Asociación de Universidades Grupo Montevideo (Montevideo, 8-10 de noviembre de 1995). Pp IV-36 (abstract y poster)
- Sánchez Bettucci L & R Sánchez Carsin** 1992 Estudio Mineralométrico de las arenas de la playa Bello Horizonte. Dpto. de Canelones. Trabajo monográfico del Curso de Geomorfología, Facultad de Ciencias. 21 pp (Inédito)
- Sciandro JL** 2000 Legislación sobre medio ambiente en la República Oriental del Uruguay. Inventario normativo y recopilación de derecho positivo. Fondo de Cultura Universitario-PROBIDES, Montevideo. 834 pp
- Short AD** 1996 The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 69(4):589-604
- Silvester R & JRC Hsu** 1993 Coastal stabilization: innovative concepts. Prentice-Hall, New Jersey. 578 pp
- UNCIEP** 1994 Recomendaciones para la elaboración de una ordenanza municipal sobre "Conservación del Ambiente Costero". Informe. Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias, Montevideo. 8 pp (Inédito)
- Viana N & G Ramos** 1994 Acercamientos en la determinación del espiral logarítmico en una pequeña playa de La Floresta. Trabajo monográfico del Curso de Geomorfología, Facultad de Ciencias. 20 pp y anexos (Inédito)

## Geomorfología y procesos erosivos en la costa atlántica uruguaya

MARÍA ALEJANDRA GÓMEZ PIVEL

mariale33@lycos.com



### RESUMEN

La costa atlántica uruguaya se presenta como una secuencia de puntas rocosas y arcos de playa de morfologías variadas, desde playas reflectivas a disipativas. A lo largo de la misma existen algunos sectores que presentan evidencias de erosión. Aunque en la mayor parte de los casos las causas no han sido bien establecidas, es indudable la contribución humana como generadora o aceleradora de la erosión. Sin embargo, los posibles factores naturales también deben ser considerados. De manera general, éstos están asociados a una elevación del nivel relativo del mar o a un déficit en el balance de sedimentos. La tendencia actual del nivel del mar no se conoce, pero debido a la heterogeneidad de la costa, se espera que la misma no sea uniforme. El balance de sedimentos es perjudicado por el limitado volumen de aportes. Los diferentes aportes posibles son motivo de controversia. Las pérdidas son más claras y pueden ocurrir por la migración de dunas continente adentro, por la deriva litoral de sedimentos (ya que los transportes netos son para fuera de la costa atlántica), por la acción de mareas meteorológicas, o por la concentración de energía de olas debido a procesos de refracción. La escasez de datos impide realizar un análisis detallado de las posibles causas involucradas. A fin de proporcionar una base sólida para medidas de gestión es necesario llenar progresivamente los grandes vacíos de información.

**Palabras clave:** morfodinámica, playas, refracción de olas, balance de sedimentos, gestión costera

### LA COSTA ATLÁNTICA URUGUAYA

En este trabajo se presenta una revisión de los conocimientos actuales sobre la costa atlántica uruguaya y sobre el problema de la erosión de sus playas a partir de un análisis crítico de los datos disponibles sobre geomorfología y dinámica. Este análisis revela las principales carencias de conocimiento y permite indicar prioridades de investigación.

La costa atlántica uruguaya se presenta como una secuencia de arcos de playa delimitados por puntas rocosas. Además de las playas, la zona costera comprende también ambientes de lagunas, lomas, planicies y campos de dunas. La geomorfología de la costa está más subordinada a la herencia geológica que a los procesos dinámicos actuales debido a la presencia de un sustrato cristalino poco profundo y aflorante en muchos puntos. El sustrato elevado es el responsable por el ancho reduci-

### ABSTRACT

The Uruguayan Atlantic coast appears as a sequence of rocky headlands and beaches of varied morphologies, from reflective to dissipative. Several stretches of coast show evidence of erosion. Although in most cases the exact causes have not yet been established, there is no doubt about the human contribution as the trigger or magnifier of the process. Nevertheless, natural factors must also be taken into account. These are generally associated to a relative sea level rise or to a negative sediment budget. The current tendency of the relative sea level is unknown, but due to the heterogeneity of the coast, a non-uniform response is expected along the shoreline. The sediment budget is negatively affected by the limited supplies. The possible sources are a matter of controversy. The losses are more evident and may be related to the inland migration of dunes, the littoral drift (since net transports are from the Atlantic coast to the adjacent coastal systems), the storm surges or the concentration of wave energy due to wave refraction. The insufficient amount of data prevents from performing a detailed analysis on the possible causes involved. In order to provide a solid basis for management measures it is necessary to progressively fill in the large gaps of information.

**Key words:** morphodynamics, beaches, wave refraction, sediment budget, coastal management

do de la planicie costera, la que pudo desarrollarse mejor en los sitios donde ocurrieron procesos de subsidencia asociados a fallas tectónicas activadas durante el Terciario (Bossi & Montaña 1999). Las fallas determinaron la formación y localización de las lagunas costeras. Asociadas a las lagunas existen planicies bajas anegadizas y, en el caso de la Laguna de Castillos, que se comunica con el mar a través del Arroyo Valizas, existe también una planicie aluvial marcada por pequeños meandros abandonados (Panario *et al.* 1993).

Además de las planicies lagunares y aluviales, son frecuentes las unidades planas de origen relictual las cuales se deben, principalmente, a la presencia de la Formación Chuy. Ésta presenta capas sedimentarias de estructura tabular que se reflejan en el paisaje y determinan planicies por encima del nivel de base de la región (MTO-PNUD-UNESCO 1980). En las planicies medias

y altas es frecuente el desarrollo de cárcavas profundas responsables por una erosión intensa, con cortes que pueden alcanzar entre 7 y 12 m de espesor (Jackson 1999). Algunos factores naturales como la extrema friabilidad de los sedimentos, la presencia de fuertes discontinuidades internas de permeabilidad en los depósitos, la frecuente proximidad con el sustrato cristalino, la proximidad con escarpas marinas y el aumento de la intensidad de las lluvias favorecen el surgimiento de este tipo de erosión. El hombre también cumple un papel importante en el desencadenamiento del proceso erosivo o en su aceleración (MTOPI-UNUD-UNESCO 1980), favoreciendo la formación de cárcavas a través de la degradación del recubrimiento vegetal de los suelos por actividades agropecuarias o por la apertura indiscriminada de caminos.

Las puntas rocosas determinan las diferentes orientaciones de las playas. La importancia de éstas para la estabilidad de la costa es ampliamente reconocida. Sin embargo, la estabilidad proporcionada por las puntas rocosas tiende a manifestarse principalmente en la parte central de los arcos de playa, mientras que en torno de las puntas el fenómeno de rotación de playas (Short & Masselink 1999) y/o la concentración de energía de olas suelen causar oscilaciones en la línea de costa más acentuadas que en el resto del arco. Además de las puntas y cabos, frente a Punta del Este, Cabo Polonio y La Coronilla existen afloramientos rocosos en forma de islas, los cuales cumplen un papel importante en la transformación del oleaje (Pivel 2001).

Las puntas y cabos de la costa atlántica pertenecen a afloramientos de orígenes diferentes y, por lo tanto, presentan características también diferentes. La mayor parte es de naturaleza granítica, como el Cabo Polonio, las Puntas Aguda, Castillos Grande, José Ignacio, y los afloramientos del extremo NE, entre Punta Palmar y Punta Coronilla, que pertenecen a los granitos intrusivos de Santa Teresa. Punta del Este es un tómbolo reciente formado por detrás de una isla gneisica. El Cabo Santa María y Punta Rubia son formados por rocas metamórficas de bajo grado, específicamente filitas (Bossi & Navarro 1991). La preservación y el plegamiento de las estructuras primarias de estas últimas determinan una morfología característica con formas alineadas que se asemejan a espigones naturales de contención de arena. El Cabo Santa María es un tómbolo complejo, originalmente cubierto por dunas móviles.

Los campos de dunas móviles que existían a lo largo de la costa atlántica fueron drásticamente reducidos durante el siglo XX por las actividades de forestación. Las dunas ocupaban el actual Parque Andresito, en el Balneario La Paloma (Cabo Santa María) y el área de la Fortaleza de Santa Teresa (Arredondo 1958). Sin duda, la fijación de dunas modificó los mecanismos de interacción entre los arcos de playa y, en algunos casos, es probable que haya causado una interrupción total de la transferencia de sedimentos por vía subaérea. Actualmente, el único gran campo de dunas que aún queda

preservado es el del sistema Cabo Polonio-Valizas (Panario & Piñeiro 1997), a pesar de este también haber sido parcialmente forestado.

El campo de dunas de Cabo Polonio fue estudiado en detalle por Panario *et al.* (1993) y Panario & Piñeiro (1997). Se identificaron tres sectores: el lado SW presenta dunas parabólicas y cubetas de deflación eólicas, formadas por vientos del S, con relictos de domos fijados y erosionados; en el extremo NE existen grandes dunas transversales orientadas por vientos del NE y/o SW; entre estos dos extremos existe una área de transición con crestas de dunas barjanes paralelas interconectadas que avanzan hacia el NE. Las dunas se originaron entre 3 y 4 mil años atrás durante un período de clima seco con predominancia de vientos de SW (Panario *et al.* 1993).

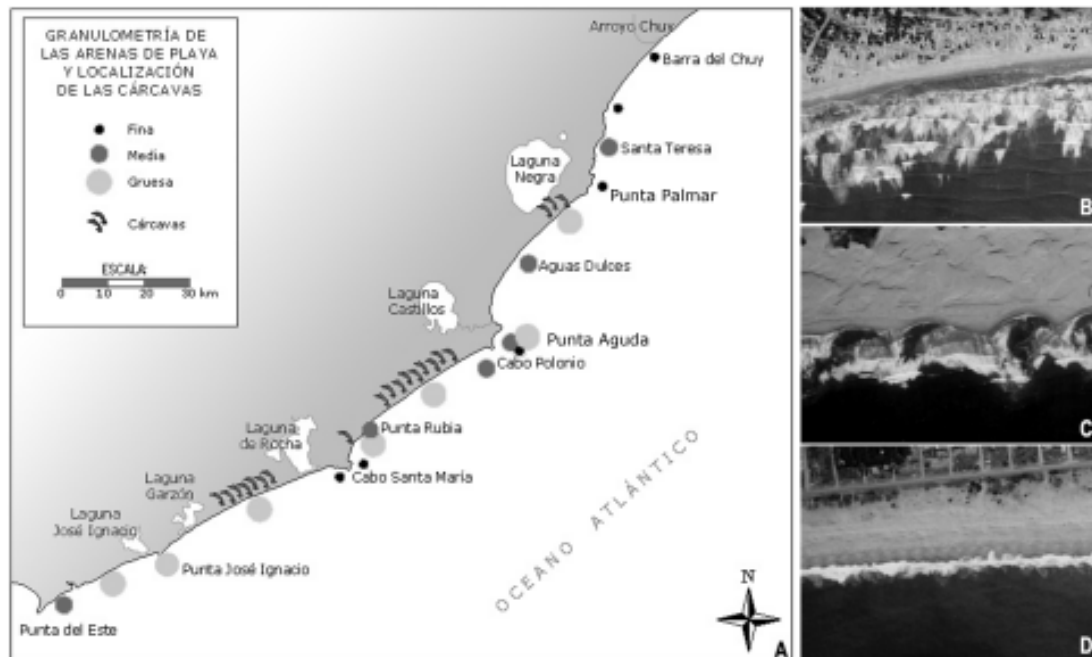
A lo largo de la costa atlántica, las diferentes playas abarcan todo el gradiente morfodinámico, según la clasificación de Wright & Short (1984), desde playas reflectivas de pendiente abrupta, arena gruesa y olas colapsando sobre el frente de playa a disipativas de arena fina, pendiente suave y amplia zona de rompiente. Dependiendo de las condiciones dinámicas, las playas pueden oscilar dentro del gradiente morfodinámico, aunque siempre dentro de las limitaciones impuestas por la granulometría de los sedimentos que las componen. Esta característica es determinada en parte por el tipo de sedimento heredado y en parte por los propios agentes hidrodinámicos que seleccionan el material (Short 1999).

De manera general, en las playas del SW de la costa atlántica existe un predominio de arenas gruesas y, hacia el NE, se observa una tendencia a reducir la granulometría (Fig. 1). En menor escala, se observan fuertes variaciones de granulometría dentro de pequeños segmentos de costa. Las variaciones granulométricas son siempre acompañadas por variaciones en el comportamiento morfodinámico de las playas, lo que determina un predominio de playas intermedias a reflectivas en el sector SW de la costa atlántica y playas intermedias a disipativas en el extremo NE (Pivel 2001).

#### **Punta del Este-Cabo Santa María**

En este sector, el sustrato cristalino está próximo a la superficie y aflora en algunos puntos donde los arcos de playa son interrumpidos, como en la punta José Ignacio y en la desembocadura del Arroyo Maldonado. En este tramo se encuentran las Lagunas de José Ignacio, Garzón y de Rocha, las cuales ocupan antiguos valles inundados que fueron aislados del mar por la construcción de barreras arenosas durante el Pleistoceno (Jackson 1985). Actualmente, las barreras arenosas que las separan del mar se abren eventualmente en forma natural o artificial. En la Laguna Garzón, la apertura natural no era posible debido a la altura de la barrera arenosa, aunque existen registros de aperturas de la barrera en forma natural pero en condiciones de nivel del mar diferente de la actual (Jackson 1999). Más recientemente, después que la barra fue abierta artificialmente (con excavadora), fueron registradas aperturas en forma natural. En este tra-





**Figura 1.** A) Granulometría de los sedimentos de playa y localización de las cárcavas. A la derecha, las fotografías aéreas muestran diferentes morfologías de playa asociadas a las composiciones granulométricas: B) playa de características disipativas en Valizas, Rocha; C) playa intermedia tipo banco transversal y *rip* (corriente de retorno) entre la Laguna de Rocha y el Cabo Santa María, Rocha; D) playa de características reflectivas próximo a José Ignacio, Maldonado. (Datos granulométricos de: MTOP-PNUD-UNESCO 1979; Defeo *et al.* 1992; 1997; Panario *et al.* 1993; Giménez & Yannicelli 1997; Dean 1998; Gómez & Defeo 1999. Fotografías aéreas: DINAMA 1997. Las fotografías cubren un segmento de ca. 800 m de costa).

mo de la costa existe un predominio de playas de arena gruesa lo que determina características intermedias a reflectivas. Las playas presentan berma elevada y un frente de playa de pendiente abrupta. La principal excepción es un sector de playa próximo al Cabo Santa María (Playa Solari) que es compuesto por arena fina y que presenta un comportamiento de playa intermedia a disipativa. En el área del Cabo Santa María (La Paloma) existen playas menores cuyas dimensiones y orientaciones son determinadas por los afloramientos de filitas. Estas playas presentan dimensiones, sedimentos y dinámica significativamente diferentes entre sí. Entre Punta José Ignacio y el Cabo Santa María existen cárcavas bien desarrolladas.

#### Cabo Santa María-Cabo Polonio

Existen dos arcos de playa separados por Punta Rubia (La Pedrera). En este tramo se observan las mayores cárcavas existentes a lo largo de la costa. La granulometría de los sedimentos entre el Cabo Santa María y Punta Rubia varía considerablemente a lo largo de los aproximadamente 10 km de playa, desde arena fina en el extremo SW (Playa La Aguada), hasta arena gruesa en el extremo NE (Playa del Barco, La Pedrera). Esta última, presenta una pendiente abrupta y características reflectivas. El arco entre Punta Rubia y Cabo Polonio es extenso. A partir de este arco, hacia el NE, los campos de dunas son más desarrollados y ocupan una franja más amplia. Las playas presentan arenas predominantemen-

te gruesas disminuyendo a arenas medias próximo al Cabo Polonio. La Playa La Ensenada, del lado SW del Cabo Polonio fue clasificada, del punto de vista morfodinámico, como intermedia por Giménez & Yannicelli (1997). El resto del arco presenta características predominantemente reflectivas, excepto el área adyacente a Punta Rubia que exhibe características intermedias.

#### Cabo Polonio-Punta Palmar

La planicie costera se presenta más ancha que en los tramos anteriores y los campos de dunas están más desarrollados. En el extremo SW, entre Cabo Polonio y Punta Aguda, la Playa La Calavera, de aproximadamente 5 km de extensión, presenta una fuerte variación granulométrica (82% en 5 km, Panario *et al.* 1993). En el extremo adyacente al Cabo Polonio, las arenas de playa son finas y en el extremo opuesto la granulometría aumenta pasando a ser arena media a gruesa (Giménez & Yannicelli 1997). Junto con la variación granulométrica, varían también las características morfodinámicas de la playa, desde predominantemente disipativas próximo al Cabo hasta condiciones reflectivas en el extremo adyacente a Punta Aguda (Giménez & Yannicelli 1997). Entre el Cerro de la Buena Vista y Punta Palmar, el arco se caracteriza por presentar dunas bien desarrolladas que ocupan una amplia franja a lo largo de la costa y por no presentar grandes cárcavas como los tramos anteriores. En el extremo SW del arco desagua el Arroyo Valizas,

cuya desembocadura no es permanente. En el balneario Aguas Dulces se observan altas concentraciones de minerales pesados y una granulometría correspondiente a arena media. Más hacia al NE, en el balneario La Esmeralda, la granulometría es más gruesa debido, principalmente, a la presencia de material biotérrico.

#### **Granitos de Santa Teresa**

En esta área existen arcos de playa menores, delimitados por puntas rocosas próximas entre sí. La proximidad entre las puntas rocosas determina un fuerte control estructural sobre las playas (Short & Masselink 1999). Las arenas son más finas que en los tramos anteriores, siendo finas en Punta del Diablo (Defeo *et al.* 1992; Defeo *et al.* 1997) y medias en Santa Teresa (MTOPI-UNESCO 1980). En las playas de Santa Teresa son abundantes los minerales pesados con un predominio de minerales opacos (MTOPI-UNESCO 1980).

#### **La Coronilla-Chuy**

Debido a la fosa tectónica de la Laguna Merín, el sustrato cristalino se ahonda dando inicio a la cuenca de Pelotas. En este sector, no existen más afloramientos rocosos y la playa se presenta rectilínea. Existen dunas móviles y dos cordones pleistocénicos responsables por el aislamiento del complejo lagunar Patos-Merín (Jackson 1985). Las playas de este sector son de baja pendiente y constituidas por arenas finas con proporciones considerables de minerales pesados, principalmente opacos (MTOPI-UNESCO 1980). Del punto de vista morfodinámico las playas presentan características disipativas (Defeo *et al.* 1992; Gómez & Defeo 1999).

#### **LA EROSIÓN DE PLAYAS**

La erosión es un problema mundial y no existe una causa única o sencilla para explicar su predominancia (Bird 1983). Ésta suele ser el resultado de varios factores naturales y antrópicos actuando en conjunto, siendo difícil determinar con precisión cuáles factores están involucrados y cuál es la importancia relativa de cada uno de ellos. A lo largo de la costa atlántica existen sectores que presentan claras evidencias de erosión. De SW a NE, los principales lugares son las playas Solari, La Aguada y Costa Azul en las inmediaciones del Cabo Santa María, las playas La Ensenada, La Calavera y Valizas en el área de Cabo Polonio, en el balneario Aguas Dulces, en Punta del Diablo y en La Coronilla. Las playas Palmares y Barra del Chuy, en el extremo NE, también presentan señales de erosión pero de forma menos evidente. Todas las playas mencionadas coinciden con áreas ocupadas por el hombre, aunque aún no se sabe si esto sería un indicio del origen antrópico del problema.

Por un lado, es posible que la identificación de playas en erosión en áreas ocupadas de la costa se deba a la falta de referenciales fijos en las áreas no urbanizadas. Sin embargo, aunque en la mayor parte de los casos las causas de la erosión no han sido bien determinadas, no cabe duda de que las actividades humanas contribuyen

para generar o, al menos, acentuar la erosión sea a través de interferencias negativas en el balance de sedimentos o a través de modificaciones del régimen energético (e.g. la construcción de obras de ingeniería). Algunos de los ejemplos más comunes de la interferencia antrópica negativa son la construcción de casas sobre las dunas o sobre la propia playa, la impermeabilización del suelo, la elevación del nivel freático, la obstrucción del transporte eólico de sedimentos por forestación o construcciones, la modificación de la morfología del arco de playa por obras costeras, la degradación de la vegetación de dunas y la extracción de arena. A partir del momento en que la erosión pasa a amenazar la urbanización, se construyen obras de contención que agravan aún más el problema.

A pesar de la gran cantidad de factores humanos, las posibles causas naturales de erosión no pueden ser descartadas. De manera general, las causas naturales pueden estar relacionadas a una elevación del nivel relativo del mar (nivel del mar en relación al nivel del continente) o a un déficit en el balance de sedimentos.

Aún no existe un consenso sobre la tendencia actual del nivel relativo del mar en la costa uruguaya y la escasez de datos no permite realizar afirmaciones categóricas. Existen datos de mareógrafo en Montevideo pero éstos no pueden ser simplemente extrapolados a la costa atlántica, ya que a pesar de tratarse de una área pequeña la costa uruguaya se presenta irregular y las variaciones del nivel relativo del mar no deben ser constantes a lo largo de toda ella (Bossi & Montaña 1999). Según los autores, los escasos datos de Uruguay sugieren una disminución del nivel relativo del mar, incluso en los últimos años, que podría ser explicada por un ascenso isostático del continente. Un modelo aplicado por los autores para estudiar los movimientos isostáticos en el Dpto. de Rocha sugiere una tendencia de elevación en el SW y una subsidencia en el N, lo que se confirma por la configuración de las redes de drenaje.

Otro factor que puede causar erosión es el déficit de sedimentos. En la costa atlántica uruguaya, el balance actual de sedimentos es perjudicado por el reducido volumen de aportes. Los aportes de origen continental son limitados por la ausencia de redes hidrográficas capaces de contribuir con cantidades significativas de sedimentos arenosos, lo que significa que casi la totalidad de las arenas encontradas actualmente en el medio costero son relictas (MTOPI-UNESCO 1980). Las cárcavas también aportan material pero por tratarse de sedimentos generalmente más finos que las arenas de playa, se cuestiona si el material se podría mantener allí, dadas las condiciones energéticas reinantes. Las cárcavas se desarrollan principalmente en afloramientos de la Formación Chuy, la cual presenta capas de arenas finas o finas a medias. Los tramos de costa donde las cárcavas están más desarrolladas coinciden con playas compuestas por arena gruesa (Fig. 1), lo que sugiere que el material de las cárcavas no es aprovechado directamente. Sin embargo, esto no significa que el material no esté siendo transportado y aprovechado en otros sectores de la costa.

El aporte de material a partir de la plataforma es motivo de controversia según Roy *et al.* (1994), el principal factor que controla el balance de sedimentos costeros es la pendiente de la plataforma interna, independientemente de las variaciones del nivel relativo del mar. La pendiente crítica es de casi un grado; en pendientes menores, como en la plataforma uruguaya, y siempre que el clima de olas no sea de energía demasiado elevada, el transporte tiende a ser hacia la costa. Esto significa que, en principio, el suave gradiente y el oleaje favorecerían un transporte en dirección al continente. El problema sería la disponibilidad de material para ser transportado y aportado a las playas. Por un lado, Jackson (1999) considera que el aporte de sedimentos a partir de la plataforma interna constituye la principal fuente de sedimentos para las playas. Sin embargo, Panario (1999) observó la remoción de turbas y otros materiales de origen continental por la acción del oleaje durante tormentas, lo que indicaría una escasez de sedimentos cubriendo la plataforma interna. Mapas texturales de la plataforma continental (MTOPI-UNESCO 1980; Ayup *et al.* 1994) sugieren que existe material disponible para alimentar las playas pero sería necesario investigar detalladamente la plataforma interna, estudiando no solamente el tipo de sedimentos sino el potencial de éstos como fuente perdurable para alimentar las playas.

Al igual que los aportes, las pérdidas de material pueden ocurrir tanto hacia el continente como hacia la plataforma. Las pérdidas para el continente normalmente ocurren por la migración de dunas. En el caso del sistema de dunas de Cabo Polonio y Valizas, debido a la configuración de la costa las dunas que migran continente adentro retornan al mar. Este mecanismo de reciclaje de sedimentos ha perdido eficacia debido a la interferencia humana. Como muestran Panario *et al.* (1993), la ocupación inadecuada y, principalmente, la forestación obstruyen el transporte de arena.

Las pérdidas hacia el mar no serían importantes debido al relieve de la plataforma, el cual favorece un transporte hacia la costa. Las pérdidas hacia la plataforma normalmente ocurren durante eventos de alta energía pero suelen ser compensadas durante los períodos de calma. Sin embargo, a largo plazo, si hubiera una elevación del nivel relativo del mar y/o un aumento de la frecuencia de tormentas, este podría ser un factor clave para el balance de sedimentos.

Finalmente, otro factor que contribuye negativamente en el balance de sedimentos en la costa atlántica uruguaya, es la deriva litoral. Dependiendo de la dirección del oleaje, la deriva litoral puede cambiar de dirección, pero, de manera general, el transporte neto es hacia afuera del sistema. Entre Punta del Este y Cabo Polonio, la deriva litoral es poco significativa pero con una resultante neta hacia el SW. De Cabo Polonio hacia el NE se inicia un transporte neto de escala regional en dirección NE. Como resultado, la costa atlántica exporta arena, principalmente hacia Brasil.

Al igual que la mayor parte de los demás factores involucrados en el balance de sedimentos, la transferencia entre arcos de playa también es motivo de controversia. En principio, las transferencias podrían ocurrir por transporte eólico o por el mar. Sin embargo, el bloqueo del transporte eólico por la urbanización o por la fijación de dunas a través de la forestación redujo significativamente este tipo de transferencia. Sólo el sistema Cabo Polonio-Valizas parece funcionar aún de este modo, por la llegada directa de las dunas al mar o por la llegada al Arroyo Valizas y a través de éste al mar. La principal controversia es en relación a la transferencia de material por el mar. Según Jackson (1999), las puntas rocosas se proyectan en la parte subacuática, bloqueando cualquier comunicación entre los arcos de playa. La justificativa para este punto de vista sería la identidad granulométrica de cada arco. Esta hipótesis parece poco probable ya que, aunque actualmente la comunicación subaérea es reducida, hasta hace poco tiempo, antes del bloqueo de los campos de dunas móviles por la forestación e urbanización durante el siglo XX, la comunicación entre arcos existía; por lo que no existirían identidades granulométricas que prueben un aislamiento de los arcos entre sí.

#### EL ENFOQUE MORFODINÁMICO

Morfológicamente, las playas constituyen uno de los ambientes más variables en cortas escalas de tiempo, sin nunca alcanzar una configuración definitiva. La morfología está en permanente adaptación a las condiciones dinámicas, o sea a la acción conjunta de procesos hidráulicos (corrientes, olas y mareas) y eólicos. A su vez, la morfología actúa modificando los procesos dinámicos. El ajuste mutuo entre morfología y dinámica, la "morfodinámica", se da a través del transporte de sedimentos y determina la configuración y evolución de la costa (Cowell & Thom 1994). La morfodinámica busca integrar los aspectos dinámicos a los aspectos morfológicos, de manera de explicar las respuestas de las playas frente a las diversas condiciones del medio, así como la influencia de la morfología en los procesos dinámicos. Del punto de vista morfodinámico, cualquier modificación de la costa (erosión y acreción) puede ser comprendida como una búsqueda de un nuevo equilibrio entre la morfología y las condiciones dinámicas.

En la costa uruguaya, donde la amplitud de la marea astronómica es pequeña, la principal fuente de energía que llega a las playas es la de las olas. El clima de olas al cual una playa está expuesta depende del clima de olas en mar abierto y de las modificaciones que las olas sufren al atravesar la plataforma interna hasta llegar a la zona de rompiente. Mientras que el clima de olas en mar abierto es uniforme a lo largo de vastas áreas, en la zona de rompiente depende de una serie de factores locales, principalmente la orientación, el gradiente y la morfología de la plataforma interna y por lo tanto puede variar considerablemente en poco espacio (Short 1999).

Las principales modificaciones que las olas sufren al atravesar la plataforma interna son: pérdida de energía por fricción, somerización (*shoaling*), refracción y difracción. Estos procesos son importantes principalmente por producir aumento o disminución de la altura de ola y, consecuentemente, aumento o disminución de energía.

En realidad, la difracción es un proceso independiente de la profundidad, pudiendo ocurrir incluso en mar abierto frente a cualquier obstáculo. Sin embargo, la presencia de promontorios e islas costeras que favorecen este proceso permite incluirlo dentro del grupo de las principales modificaciones del oleaje en aguas costeras. A diferencia de la fricción, en la que existe una pérdida de energía, en los procesos de somerización, refracción y difracción el flujo total de energía se mantiene, ocurriendo apenas una redistribución del flujo que se traduce en variaciones de altura de ola.

La somerización es el proceso a través del cual la reducción de la velocidad de grupo causada por la disminución de la profundidad resulta en un aumento de altura de ola. La difracción consiste en la transferencia de energía a lo largo de una misma cresta de ola, desde los puntos donde la energía es mayor hacia donde es menor, o sea, de la mayor hacia la menor altura de ola. En aguas costeras, la difracción es responsable junto con la refracción de moldear la costa. La importancia relativa de estos dos procesos depende de la profundidad. En la profundidad igual a un tercio de la longitud de ola, los procesos se igualan (Sorensen 1978); en profundidades menores, la refracción domina.

En aguas poco profundas, la velocidad de propagación de las olas depende exclusivamente de la profundidad. Esto significa que cuando una ola incide oblicuamente en un contorno batimétrico, la parte de la ola que alcanza primero la profundidad menor disminuye su velocidad en relación a la otra parte de la cresta de ola. De esta manera, las crestas tienden a reorientarse de acuerdo con la configuración batimétrica. Este es el proceso de refracción. El resultado directo es la redistribución de la energía de las olas en función del relieve del fondo. La concentración o dispersión de energía es fácilmente representada por la convergencia o divergencia de rayos de ola (líneas paralelas a la dirección de propagación del oleaje y perpendiculares a la cresta).

#### **La influencia de la morfología de la plataforma interna sobre el clima de olas**

La localización en una margen continental pasiva del punto de vista tectónico permitió un buen desarrollo de la plataforma uruguaya. El ancho de la plataforma varía entre 180 y 130 km aproximadamente, siendo más estrecha hacia el E. Los gradientes oscilan entre 1:750 y 1:975 frente al Chuy y Punta del Este, respectivamente (Ayup 1986). La zona de quiebre de la plataforma ocurre alrededor de la isóbata 180. El relieve presenta irregularidades asociadas principalmente a dos rasgos sobresalientes: los "Pozos de Fango" y el "Banco La Plata". El primero es un paleocanal fluvial localizado en la platafor-

ma interna que se extiende en forma aproximadamente paralela a la costa, a una distancia entre 30 y 65 km. A lo largo del paleocanal existen tres depresiones mayores donde la profundidad puede alcanzar más de 70 m. El nombre se debe a la presencia de depósitos de sedimentos finos, específicamente lodos de origen estuarino. El paleocanal es resultado de la migración del valle del Río de la Plata durante el Holoceno (Ayup 1986). El otro rasgo importante son los bancos arenosos asociados a una topografía relictas de un antiguo complejo de isla barrera, el Banco La Plata (Ayup 1986). A partir de los estudios de Corrêa *et al.* (1996) y Corrêa & Toldo Jr. (1998) se estima que el banco fue formado ca. 9000 años atrás, durante una estabilización del nivel del mar a una profundidad de ca. 40 m debajo del nivel actual. El complejo se extiende por ca. 200 km.

Utilizando el "Atlas de Procesos Costeros" (Speranski 1998), se construyeron diagramas de refracción de olas para la costa atlántica uruguaya (Pivel 2001). Se estudiaron diversas situaciones posibles para olas de diferentes períodos y ángulos de incidencia. Para simular situaciones posibles y determinar estadísticamente cuál es la importancia relativa de cada situación es preciso conocer el clima de olas de la costa atlántica. Desafortunadamente, los datos son limitados ya que hasta el momento no fue realizado ningún estudio completo. Existen datos de altura, período y dirección de oleaje obtenidos visualmente a partir de navíos mercantes, de olígrafo no direccionales (indicando apenas altura y período), de dirección obtenidos a partir de observaciones visuales desde la costa y de altura y período de olas medidos por satélites altimétricos.

A partir de los diferentes estudios es posible concluir que existe un predominio de olas locales (*sea*), con períodos de entre 5 y 7 s y con alturas entre 1 y 1.5 m. Las olas locales actúan en conjunto con las ondulaciones provenientes de mar abierto (*swell*). La dinámica del campo de olas presenta un comportamiento estacional, con olas más altas y una mayor inestabilidad durante el invierno. Las olas más elevadas provienen del cuadrante S. Las olas que interesan al estudiar las modificaciones del oleaje por refracción son las de mayor período, ya que las de corto período (olas locales) prácticamente no son afectadas por la topografía.

Las ondulaciones de período igual a 12 s, son fuertemente afectadas por el relieve de la plataforma. A medida que las olas se propagan, el relieve modifica la trayectoria de los frentes de ola y lleva a la formación de focos de energía, o sea, a una concentración de energía en áreas relativamente pequeñas. Al contrario, en otros sectores de la costa existe divergencia de rayos de ola. La formación de un foco causa un aumento de la altura de las olas y del nivel del agua, los cuales a su vez inducen la formación y aumento de gradientes laterales de altura de ola y nivel del agua, resultando en dos corrientes paralelas a la costa y de sentido opuesto. El resultado final, dependiendo de la energía y de la constancia de la dirección de incidencia del oleaje, puede ser la erosión de una playa.

La figura 2 muestra esquemáticamente el proceso de concentración de energía de olas por procesos de refracción. Los focos no son fijos sino que migran dependiendo del ángulo de incidencia de las olas. A medida que el ángulo aumenta, o sea, a medida que las olas pasan a incidir de ángulos de SE a ángulos de SW el foco se desplaza hacia el NE. Es particularmente importante conocer el comportamiento del oleaje durante las Sudestadadas, ya que estos temporales son los que causan las mayores elevaciones del nivel del agua y también son los responsables por las mayores alturas (energía) de ola registradas en la costa atlántica. Según los diagramas de refracción, cuando las olas provienen desde el SE la energía tiende a concentrarse en el área de Cabo Polonio, y cuando vienen del S-SE el foco migra hacia el NE (hacia Aguas Dulces y Punta del Diablo).

Un fenómeno semejante al observado en la costa atlántica fue descrito por Calliari *et al.* (1998) y Speranski & Calliari (1999) para el litoral del estado vecino de Río Grande del Sur, Brasil. Sin embargo, a diferencia de los focos observados en la costa uruguaya, en la costa de Río

Grande del Sur los focos son permanentes, o sea, independientemente del período o dirección de incidencia del oleaje existe una concentración de energía en determinados sectores de la costa. No sorprende saber que la localización de los focos coincide con los sectores donde se observa intensa erosión; uno de ellos en el extremo S, en el Balneario Hermenegildo y el otro en el litoral central del estado, en la zona despoblada del Faro "da Conceição", donde se observa una retracción de la línea de costa de aproximadamente 3.6 m por año (Barletta 2000).

Los diagramas de refracción abarcando toda la costa atlántica dan una idea general de los lugares donde existe tendencia a concentrar energía de olas pero desconocen los efectos locales. Evidentemente, en una costa heterogénea como la uruguaya, principalmente debido a la presencia de afloramientos rocosos, los efectos locales de refracción y difracción no pueden ser desconocidos. Para estudios en detalle, serían necesarios mapas batimétricos en escala adecuada que permitieran simular los procesos con mayor precisión.

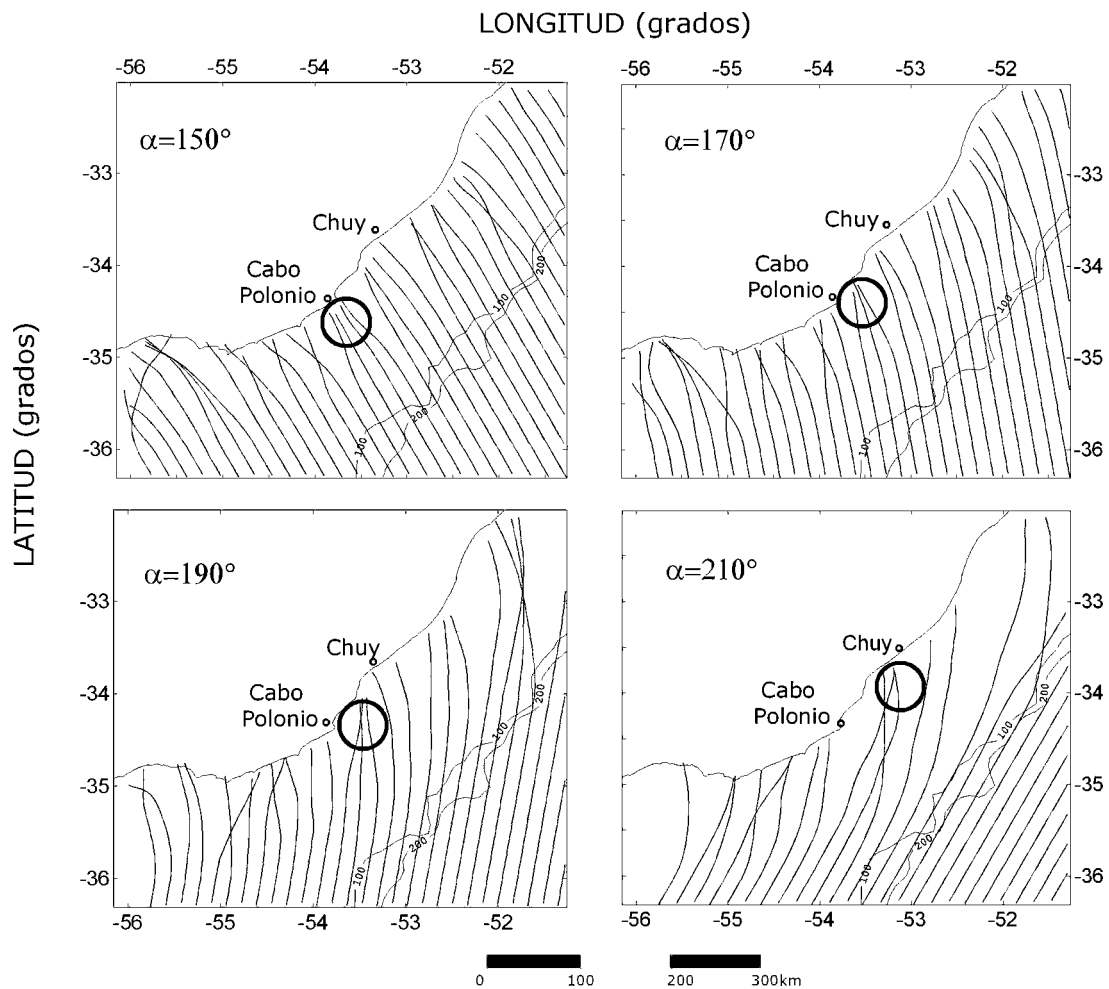


Figura 2. Diagramas de refracción para olas de períodos igual a 12 s. La localización del foco de energía de olas depende del ángulo de incidencia del oleaje ( $\alpha$ ).

## CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: PRIMER PASO PARA LA GESTIÓN DE PROBLEMAS COSTEROS

En la costa atlántica uruguaya, la naturaleza parece colaborar de diversas maneras: las puntas rocosas sirven de anclaje para los arcos de playa; buena parte de las playas es de arena gruesa, lo que proporciona mayor estabilidad; los focos de energía de olas no son fijos y existen pérdidas de arena pero que de alguna manera tienden a ser compensadas por aportes que poco comprendemos. Sin embargo, la erosión de playas es un problema real, independientemente de las causas que la determinan. En realidad, la erosión constituye un problema por el hecho de ocurrir en zonas ocupadas por el hombre. Cuando la erosión afecta una área despoblada, en lugar de un problema se trata apenas de un fenómeno natural de evolución de la costa que lleva a una traslación y sucesión lateral de ambientes. Actualmente, la migración de los diferentes ambientes deposicionales entra en conflicto con el carácter estático de la urbanización.

El problema de la erosión debe ser enfrentado con medidas de gestión basadas en el conocimiento científico. Cuanto más se conoce un sistema, más fácil es recomendar usos y tomar decisiones de gestión con menor grado de incertidumbre. Desafortunadamente, las decisiones importantes son generalmente tomadas sin una base científica porque ésta no existe o porque no se encuentra a disposición de los tomadores de decisión (Coughanowr & Kullenberg 1993). En el caso de la costa uruguaya, el mayor obstáculo es la falta de información. La gran cantidad de asuntos controvertidos en relación a la dinámica de la costa uruguaya no es más que un reflejo de la escasez de datos, lo que obliga a trabajar a base de hipótesis. Debería existir un esfuerzo multidisciplinario para coleccionar datos y realizar estudios que permitan conocer mejor los mecanismos que regulan la dinámica costera. El desafío es grande, ya que son muchos los vacíos de información existentes.

El trabajo pionero y, hasta hoy, el más extenso realizado en la costa uruguaya fue el Proyecto de Conservación y Mejora de Playas (MTOP-PNUD-UNESCO 1980). Éste estudió la costa desde Montevideo hasta la Barra del Chuy, recopilando los escasos datos existentes y presentando nuevas informaciones sobre geología, geomorfología, hidrología, sedimentología, meteorología y dinámica costera. Estudios detallados sobre áreas específicas de la costa son escasos. Probablemente, el sector de la costa atlántica mejor estudiado sea Cabo Polonio (e.g. Panario *et al.* 1993; Panario & Piñeiro 1997). El mismo nivel de detalle debería ser extendido a toda la costa.

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Una manera eficaz de organizar los conocimientos e identificar los vacíos a llenar es evaluando los diferentes factores involucrados en el balance de sedimentos (Komar 1996). En la costa atlántica serían particularmente necesarios estudios detallados sobre la posibilidad de que existan o no aportes de sedimentos a partir de la plata-

forma, sobre los mecanismos de transferencia de sedimentos entre los arcos de playa, sobre la capacidad de aporte y aprovechamiento de material a partir de las cárcavas y sobre el transporte litoral de sedimentos. Para esto serían necesarios mapas batimétricos de la plataforma interna y estudios sedimentológicos detallados, incluyendo no sólo granulometría sino también morfometría y mineralogía para estudiar los orígenes. Los datos de granulometría de las arenas de playa actualmente disponibles son en buena parte los proporcionados por estudios de ecología de fauna bentónica de playas arenosas (e.g. Defeo *et al.* 1992; 1997; Giménez & Yannicelli 1997). El inconveniente es que, para este tipo de estudios, el dato sedimentológico no es el objetivo principal del trabajo y sí un dato "auxiliar". Consecuentemente, los datos varían en relación al tipo de muestreo (temporal y espacial) y procesamiento.

Después de estudiar cualitativamente los principales procesos que actúan sobre la costa, en una segunda etapa, se debería buscar una cuantificación de los transportes de sedimentos, tanto eólico como hidráulico. Para la evaluación del transporte por el oleaje y corrientes litorales son imprescindibles datos precisos de olas, preferentemente de olígrafos direccionales. Estos datos permitirían mejorar las estimativas de los modelos de refracción, las estimativas de transporte por deriva litoral y determinar, no solamente las diferentes situaciones dinámicas posibles sino también las probabilidades de que cada situación ocurra. También en relación a la dinámica, sería importante estudiar en detalle los efectos de los diferentes tipos de temporales y mareas meteorológicas sobre la costa. El monitoreo de las playas debería hacerse periódicamente a través de perfiles topográficos, principalmente en las áreas afectadas por la erosión.

Para comprender de que manera evolucionó la costa y qué podemos esperar en el futuro, debería investigarse en mayor detalle la evolución paleogeográfica de la región y la tendencia actual del nivel relativo del mar en los diferentes sectores de la costa.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Las playas y dunas son fundamentales como ecosistemas en sí y como sistemas de disipación de energía para la protección de otros ambientes costeros de menor energía. A lo largo de la costa atlántica uruguaya, diversas playas se ven afectadas por el problema de la erosión. La evolución natural de la costa sería la migración de los diferentes ambientes deposicionales y ecosistemas asociados en dirección al continente. Sin embargo, la ocupación humana impide este avance, resultando en una pérdida irreversible de áreas naturales.

Debería existir un esfuerzo para evitar o al menos minimizar la erosión. Como frecuentemente los argumentos en favor de la preservación de la zona costera como recurso natural en sí suelen ser insuficientes para movilizar las comunidades, es importante recordar también el valor de la costa como recurso socio-económico.

## REFERENCIAS

- Arredondo H** 1958 Santa Teresa y San Miguel. El Siglo Ilustrado, Montevideo. 494 pp
- Ayup RN** 1986 Aspecto da dinâmica sedimentar no Rio de la Plata exterior e plataforma continental adjacente. Tesis de Maestría en Geociências, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 226 pp (Inédita)
- Ayup RN Fachel JMG Corrêa ICS Toldo Jr EE Wolff IM Weschenfelder J & FM Oliveira** 1994 Classificação dos sedimentos superficiais de fundo do Rio de la Plata e plataforma continental adjacente através da análise de agrupamento. Pesquisas 21(1):17-33. Porto Alegre
- Barletta RC** 2000 Efeito da interação oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis de Maestría en Oceanografía Física, Química y Geológica, Fundación Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Rio Grande. 91 pp (Inédita)
- Bird ECF** 1983 Factors influencing beach erosion and accretion: A global review. Pp 709-717 *In: McLachlan & Erasmus (eds) Sandy beaches as ecosystems.* Dr. W. Junk Publishers, The Hague
- Bossi J & J Montaña** 1999 Dinámica de las barras costeras de las lagunas de Garzón y Rocha. Pp 59-84 *In: Seminario: Costa Atlántica. Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares (Rocha, marzo de 1997).* PROBIDES, Serie Documentos de Trabajo 21. Rocha
- Bossi J & R Navarro** 1991 Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo. 966 pp
- Calliari LJ Speranski N & I Boukareva** 1998 Stable focusing of wave rays as a reason of local erosion. *Journal of Coastal Research SI(26) (ICS 98 Proceedings):19-23*
- Corrêa ICS & EE Toldo Jr** 1998 The sea level stabilization in the Rio Grande do Sul Continental Shelf, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências 70(2):213-219*
- Corrêa ICS Martins LRS Ketzer JMM Elias ARD & R Martins** 1996 Evolução sedimentológica e paleogeográfica da plataforma continental sul e sudeste do Brasil. *Notas Técnicas (CECO/IG/UFRGS) 9:51-61*
- Coughanowr C & G Kullenberg** 1993 On the need for scientific input on an international scale: The Intergovernmental Oceanographic Commission's perspective on Integrated Coastal Management. *Ocean & Coastal Management 21:339-352*
- Cowell PJ & BG Thom** 1994 Morphodynamics of coastal evolution. Pp 33-86 *In: Carter & Woodroffe (eds) Coastal Evolution. Late Quaternary Shoreline Morphodynamics.* Cambridge University Press
- Dean RG** 1998 Ampliación del puerto de La Paloma: Estudios de ingeniería costera. Estudio de consultoría dirigido a la Dirección Nacional de Hidrografía, MTOP (Inédito)
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macrofauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research 8(4):830-839*
- Defeo O Brazeiro A de Álava A & G Riestra** 1997 Is sandy beach macrofauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 45:453-462*
- Giménez L & B Yannicelli** 1997 Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Marine Ecology Progress Series 160:197-207*
- Gómez J & O Defeo** 1999 Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Marine Ecology Progress Series 182:209-220*
- Jackson JM** 1985 Uruguay. Pp 79-84 *In: Bird & Schwartz (eds) The World's coastline.* Van Nostrand Reinhold Company, New York
- Jackson JM** 1999 Alteraciones físicas de la costa atlántica uruguaya. Pp 9-22 *In: Seminario: Costa Atlántica. Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares (Rocha, marzo de 1997).* PROBIDES, Serie Documentos de Trabajo 21. Rocha
- Komar PD** 1996 The budget of littoral sediments, concepts and applications. *Shore & Beach 64(3):18-26*
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU 73.007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- Panario D** 1999 Dinámica de la costa atlántica uruguaya. Pp 23-39 *In: Seminario: Costa Atlántica. Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares (Rocha, marzo de 1997).* PROBIDES, Serie Documentos de Trabajo 21. Rocha
- Panario D & G Piñeiro** 1997 Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. *Climatic Research 9:67-72*
- Panario D Piñeiro G de Álava D & G Fernández** 1993 Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. Unidad de Ciencias de la Epigénesis, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), 57 pp (Inédito)
- Pivel MAG** 2001 A costa atlántica uruguaya como um sistema geomorfológico. Tesis de Maestría en Oceanografía Física, Química y Geológica, Fundación Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Rio Grande. 134 pp (Inédita)
- Roy PS Cowell PJ Ferland MA & BG Thom** 1994 Wave-dominated coasts. Pp 121-186 *In: Carter & Woodroffe (eds) Coastal evolution, Late Quaternary shoreline morphodynamics.* Cambridge University Press, Cambridge
- Short AD** 1999 Wave-Dominated Beaches. Pp 173-203 *In: Short (ed) Handbook of beach and shoreface morphodynamics.* John Wiley & Sons, London
- Short AD & G Masselink** 1999 Embayed and structurally controlled beaches. Pp 230-249 *In: Short (ed) Handbook of beach and shoreface morphodynamics.* John Wiley & Sons, London
- Sorensen RM** 1978 Basic coastal engineering. Wiley, New York. 227 pp
- Speranski N** 1998 Computer- oriented atlas of dynamic processes in the coastal zone. *Journal of Coastal Research SI(26) (ICS 98 Proceedings):8-13*
- Speranski N & LJ Calliari** 1999 Efeito do "foco estável" e a erosão costeira localizada. *Anales del VII Congreso ABEQUA, Porto Seguro, BA, Brasil, viiabequa\_zco004.pdf*
- Wright LD & AD Short** 1984 Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology 56:93-118*

## Fitoplancton de la zona costera uruguaya: Río de la Plata y Océano Atlántico

GRACIELA FERRARI\* & LETICIA VIDAL

\*gferrari@dinara.gub.uy



### RESUMEN

El fitoplancton constituye una comunidad especialmente diversa que presenta grandes cambios en su estructura, acompañando los procesos físicos-químicos dominantes. A pesar de la importancia ecológica y económica de esta comunidad, los estudios a largo plazo realizados en la costa uruguaya hasta el momento son escasos. Los primeros estudios (siglo XX) son referidos principalmente a la taxonomía de diatomeas en zonas puntuales. Los estudios ecológicos son más recientes y muchos se focalizan en las floraciones tóxicas debido a su impacto en las pesquerías y en la salud pública. Sin embargo, no existen estudios de la ecología del fitoplancton que abarquen toda la costa uruguaya. Este trabajo tuvo como objetivo recopilar y resumir datos dispersos acerca del fitoplancton de toda la costa uruguaya a través de una revisión exhaustiva de trabajos científicos, informes técnicos y datos sin publicar. Se analizó la composición fitoplanctónica, la distribución, tipos morfológicos predominantes, riqueza, floraciones algales y algunos factores ambientales (salinidad y temperatura) involucrados en su ensamblaje. Se aplicaron métodos de clasificación, ordenación y de correspondencia canónico en dos matrices presencia/ausencia en dos períodos (invierno-primavera y verano-otoño) de 106 especies fitoplanctónicas predominantes. El mayor número de taxa pertenecieron a diatomeas y dinoflagelados. La riqueza de especies resultó mayor en verano que en invierno, aumentando hacia el E, siendo máxima en Punta del Este. Fueron identificados tres ensamblajes de especies (dulceacuicola, estuarino y marino). El grupo morfológico dominante perteneció a cadenas de diatomeas. La distribución espacial de las especies fue determinada por la salinidad, y la temporal por la temperatura. Se registraron floraciones de microalgas a lo largo de toda la costa uruguaya.

**Palabras clave:** diatomeas, dinoflagelados, floraciones algales, cianobacterias

### ABSTRACT

Phytoplankton constitutes a particularly diverse community that reveals large changes in its structure, adjusting to the dominant physical-chemical processes. In spite of the great ecological and economic relevance of this community, long-term studies on the Uruguayan coast are scarce. The first studies (XX Century) were related mainly to diatom taxonomy in specific zones. Ecological studies are more recent and many are focused on toxic blooms due to their impact on fisheries and public health. However, no studies on phytoplankton ecology have been carried out for the whole Uruguayan coast. In this review, all scientific papers, technical reports and unpublished data about phytoplankton of the Uruguayan coast were exhaustively examined. The analysis included phytoplankton composition, distribution, morphology types, richness, algal blooms, as well as the main abiotic factors (salinity and temperature) involved in their assemblage. Ordination, classification and canonical correspondence analyses were applied on a presence/absence matrix of 106 predominant phytoplankton species in two periods (winter-spring and summer-autumn). Most taxa belonged to diatoms and dinoflagellates. The species richness was higher in summer than in winter, increasing towards the E, with the highest value occurring in Punta del Este. Three species assemblages (freshwater, estuarine and marine) were identified. The dominant morphological group along the coast belonged to the diatom chains. The spatial distribution of species was determined by salinity, while temperature determined the temporal distribution. Microalgae blooms were registered along the whole Uruguayan coast.

**Key words:** diatoms, dinoflagellates, algal blooms, cyanobacteria

### INTRODUCCIÓN

#### Fitoplancton

La costa uruguaya se encuentra enmarcada dentro de un ambiente fluvio-marino determinado por la desembocadura del Río de la Plata en el Océano Atlántico e incluye diferentes sistemas (lagunas, estuarios, bahías, zonas de rompientes, playas y áreas pertenecientes a la plataforma continental) los cuales presentan una alta variabilidad en las condiciones ambientales y alojan una

gran variedad de especies. El Río de la Plata es el colector de la segunda cuenca hidrográfica de América del Sur, el cual conjuntamente con grandes cantidades de material en suspensión, también transporta considerables concentraciones de nutrientes (Nagy *et al.* 1997). Además, tanto el litoral platense como el atlántico reciben la descarga de numerosos emisarios de variado caudal. A pesar de su importancia, los estudios continuados realizados hasta el momento en esta zona costera son escasos.



Se han realizado estudios en la costa uruguaya acerca de la composición y abundancia de las microalgas que habitan la columna de agua (fitoplancton) desde principios del siglo XX. Los estudios fitoplanctónicos se han referido principalmente a la taxonomía de las diatomeas, realizados en zonas puntuales por Carbonell & Pascual (1925), Frenguelli (1933; 1941; 1945), Carbonell (1935), Müller-Melchers (1949; 1951; 1952; 1953; 1954a; 1954b; 1959), Ferrando (1962a; 1962b), Ferrando et al. (1964), Burone (1984) y Burone & Baysée (1984; 1985; 1986), mientras que Vaz-Ferreira (1943) y Barth et al. (1965) se refirieron al género *Ceratium* y Balech (1985; 1995) lo hace para el género *Alexandrium*. Balech (1988) publicó un estudio detallado de los dinoflagelados después de su larga trayectoria de estudio del plancton en el Atlántico Sudoccidental (Balech 1949; 1951; 1954; 1959; 1964; 1971; 1976a; 1976b; 1977; 1978), que junto con Balech et al. (1984) y Akselman (1985; 1986) le dieron robustez a la taxonomía de este grupo. Los silicoflagelados han sido previamente estudiados por Frenguelli & Orlando (1959). Coll (1979) confeccionó una lista de microalgas del Uruguay y recientemente se incorporó una nueva lista de los dinoflagelados (Ferrari & Akselman 2000).

El primer estudio acerca de la comunidad del fitoplancton costero fue realizado por una expedición del buque de investigación RV Meteor (Hentschel 1932) y recién en 1965 se realizó otro por Machado (1976). Baysee et al. (1989) analizaron la variación de esta comunidad en la Playa Barra del Chuy (Rocha) con una floración permanente de *Asterionellopsis glacialis* en la zona de rompiente. CARP-SHIN-SOHMA (1990) realizaron un informe más detallado acerca de la composición fitoplanctónica en el Río de la Plata, donde registraron por primera vez floraciones de cianobacterias (*Microcystis aeruginosa*). Posteriormente Gómez et al. (2004) realizaron el primer análisis de la composición, biomasa y patrones de distribución del fitoplancton en la zona de influencia fluvial y mixohalina. Estudios sobre la comunidad fitoplanctónica de la plataforma uruguaya fueron realizados por Parietti (1985), Baysee et al. (1986), Elgue et al. (1987; 1990), Mesones (1991), Gayoso (1995; 1996), Gayoso & Podestá (1996), Negri et al. (1988) y Carreto et al. (2003), y en la costa uruguaya por Ferrari & Pérez (2002). Una síntesis de los estudios del fitoplancton en el Río de la Plata y su frente oceánico fue realizada por Méndez et al. (1997) y Calliari et al. (2003). Revisiones de las floraciones algales en el Cono Sur fueron recientemente publicadas por Sar et al. (2002) y para el Atlántico Sudoccidental por Ferrari (2004).

El estudio del picoplancton, células de pequeño tamaño y de difícil preservación, ha sido limitado por problemas técnicos. La incorporación de la microscopía por epifluorescencia y la citometría de flujo constituyeron una herramienta para la cuantificación de cianobacterias, pico y ultraplancton, pero no para su identificación a nivel específico. La aplicación de estas nuevas técnicas para el estudio del pico y ultra plancton

por Negri (2003) y Negri & Silva (2003) mostró la importancia de estos pequeños organismos por su abundancia en el estuario del Río de la Plata. La caracterización de grupos fitoplanctónicos a través del uso de HPLC ha llevado a realizar estudios que contribuyen al conocimiento de la estructura de comunidades, incluyendo la caracterización de fitoplancton de pequeño tamaño en las zonas marinas y estuarinas. Carreto et al. (2003), caracterizaron la comunidad fitoplanctónica usando el análisis de pigmentos por HPLC en el Río de la Plata y el frente oceánico. En este estudio, en la zona estuarina se registró el máximo de clorofila *a* donde las diatomeas fueron el grupo dominante, si bien los demás grupos: crisofíceas, prasinofíceas y dinoflagelados fueron relevantes. También se encontró que en la zona costera dominaron las diatomeas, en la zona de la plataforma continental exclusivamente las haptofíceas (el cocolitofórido *Emiliana huxleyi*), en la corriente de Malvinas por *Phaeocystis* sp. (haptofícea) y la Corriente de Brasil estuvo codominada por cianobacterias picoplanctónicas (*Synechococcus* spp.) y haptofíceas.

#### Floraciones de microalgas

Bajo determinadas condiciones ambientales, se pueden desarrollar floraciones de microalgas que a veces resultan tóxicas. Dependiendo de los pigmentos que contiene la especie involucrada, se producen cambios en la coloración del agua: vulgarmente se conocen como "mareas rojas" a aquellas que se desarrollan principalmente en sistemas marinos por dinoflagelados y "mareas verdes" a las que lo hacen en el agua dulce por cianobacterias (ver Sierra & Ferrari en este volumen). Las floraciones microalgales traen como consecuencia diversos problemas en la salud humana, en la economía y el turismo. En los últimos años esta problemática ha convocado la atención de varios investigadores, encontrándose numerosos estudios de floraciones de especies tóxicas en la costa uruguaya: Davison & Medina (1982); Davison & Yentsch (1985); Medina et al. (1993; 2003); Méndez (1993a; 1993b; 1995); Méndez et al. (1993; 1996; 2003); Méndez & Ferrari (1994; 2002; 2003); Brazeiro et al. (1997); Ferrari & Méndez (2000; 2004); Ferrari et al. (2000); De León & Yunes (2001); Ferrari & Sierra (2001); Ferrari (2003; 2004; 2005) y Ferrari & Nagy (2003). Estos estudios dieron además robustez a la determinación de diatomeas, silicoflagelados y especialmente de los dinoflagelados. Si bien se han registrado con alta abundancia y frecuencia fitoflagelados (<5 µm) (Ferrari & Pérez 2002), existen pocas investigaciones acerca de estas microalgas.

#### METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica de la composición y abundancia del fitoplancton en diferentes sitios a lo largo de la costa uruguaya (Colonia, Juan Lacaze, San José, Montevideo, Atlántida, Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Chuy) en base a 20 trabajos de revistas

nacionales, regionales, internacionales, tesis de licenciatura e informes técnicos, y a datos no publicados (Tabla 1). Se analizó su composición y patrones de distribución, así como la temperatura y salinidad como factores que influyen en su estructura. La comunidad fitoplanctónica de la zona interior del Río de la Plata (desembocadura de los afluentes Paraná y Uruguay) no fue considerada, dado que en la revisión bibliográfica no se encontraron trabajos referentes a esta zona.

Dado que la variación en la composición de las especies generalmente está determinada por los períodos cálidos y fríos del ciclo estacional en el medio acuático (Guerrero *et al.* 1997), los datos se agruparon en dos períodos: invierno-primavera (período frío) y verano-otoño, (período cálido). Esta agrupación acompaña el patrón de las floraciones fitoplanctónicas que se inician en verano o invierno y continúan en la siguiente estación (Méndez & Ferrari 2002).

Se seleccionaron las especies abundantes y/o dominantes de acuerdo a lo que cada autor consideró o cuando la concentración celular supera los 104 cél. l<sup>-1</sup>. Se construyeron dos matrices presencia/ausencia. Para estandarizar la información se seleccionaron aquellos trabajos que solo contaban con datos cuantitativos y con variables ambientales (salinidad, temperatura). Se comparó la similitud de la composición de las especies entre los dos períodos aplicando el índice de Jaccard a las matrices.

A cada especie se le asignó un número identificatorio (Tabla 2). Se construyeron matrices de similitud con el índice de Bray-Curtis y se analizó la relación entre las especies realizando un análisis multivariado de agrupamiento (cluster) con el método de agrupación UPGMA. Se analizó la ordenación de los sitios según la composición de las especies mediante un análisis de escalonamiento multidimensional (Multi Dimensional Scaling: MDS) (Clarke & Warwick 1994).

**Tabla 1.** Referencias utilizadas para obtener la lista de especies del presente trabajo. Se indican los sitios y fechas a los cuales hace referencia el trabajo.

Colonia	Juan Lacaze	San José	Montevideo	Atlántida	Piriápolis	Punta del Este	La Paloma	Chuy	Referencia
			08/1938				08/1938		Freguelli (1941)
			1944-1948						Müller Melcher (1949)
							08/1959		Balech (1959)
			01-12/1959	01-12/1959	01-12/1959				Ferrando (1962)
						04/1965 04/1967	04/1965 04/1967		Machado (1976)
			06/1981						Bazigaluz (1981)
								05/1978	Rosa & Buselato (1981)
			03/1981 09/1981	09/1981	09/1981	09/1981			Arrillaga (1983)
					1980-1982	1980-1982	1980-1982		Davison & Yentsch (1985)
								09-12/1986	Baysee <i>et al.</i> (1989)
04/1981 03/1982 01/1983 06/1983 07/1983 12/1983	04/1981 01/1983 06/1983 07/1983 12/1983	04/1981 03/1982 01/1983 06/1983 07/1983 12/1983 04/1986	03/1981 04/1981- 03/1982 01/1983 12/1983 04/1985	03/1981 04/1981 03/1982 01/1983 06/1983 07/1983 12/1983	03/1981 04/1981 03/1982 01/1983 06/1983- 07/1983 12/1983	04/1981 09/1981- 03/1982 01/1983 06/1983 07/1983 12/1983	09/1981- 03/1982		CARP-SHIN-SOHMA (1990)
					08-10/1991	08-10/1991	08-10/1991		Medina <i>et al.</i> (1993)
					1990-1991	1990-1991	1990-1991		Méndez (1993a)
					1991-1994	1991-1994	1991-1994		Méndez <i>et al.</i> (1996)
					1991-1997	1991-1997	1991-1997		Brazeiro <i>et al.</i> (1997)
1997			03/1992 01/1994		1991-1997	1991-1997	1991-1997	1991-1997	Ferrari & Méndez (2000)
					08/1993- 09/1994	08/1993- 09/1994	08/1993- 09/1994		Ferrari & Pérez (2002)
01/1999	01/1999	01/1999							De León & Yunes (2001)
11/2001	11/2001	11/2001	11/2001	11/2001	11/2001	11/2001			Gómez <i>et al.</i> (2004)
					08/1993- 09/1994	08/1993- 09/1994	08/1993- 09/1994		Ferrari <i>et al.</i> (com. pers.)

**Tabla 2.** Taxa presentes en los dos períodos: invierno-primavera y verano-otoño. \*Especie registrada formando floraciones.

INVIERNO-PRIMAVERA	VERANO-OTOÑO
CIA NOBACTERIAS	CIA NOBACTERIAS
1 <i>Pseudoanabaena constricta</i>	1 <i>Anabaena circinalis</i> *
CLOROFITAS	2 <i>Microcystis aeruginosa</i> *
2 <i>Planctonema lauterbornii</i>	3 <i>Trychodesmium erythraeum</i> *
3 <i>Ulothrix cf. subconstricta</i>	CLOROFITAS
DIATOMEAS	4 <i>Pediastrum simplex</i>
4 <i>Actinocyclus australis</i>	DIATOMEAS
5 <i>Actinocyclus platensis</i>	5 <i>Actinocyclus platensis</i>
6 <i>Aulacoseira ambigua</i>	6 <i>Aulacoseira granulata</i>
7 <i>Aulacoseira granulata</i>	7 <i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>
8 <i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>	8 <i>Coscinodiscus gigans</i>
9 <i>Cerataulina pelagica</i>	9 <i>Coscinodiscus perforatus</i>
10 <i>Coscinodiscus perforatus</i>	10 <i>Chaetoceros coarctatum</i>
11 <i>Coscinodiscus rothi</i>	11 <i>Chaetoceros coronatus</i>
12 <i>Cyclotella striata</i>	12 <i>Chaetoceros dydimus</i>
13 <i>Chaetoceros debilis</i>	13 <i>Chaetoceros rostratus</i>
14 <i>Chaetoceros lorenzianus</i>	14 <i>Chaetoceros seriocantus</i>
15 <i>Ditylum brightwellii</i>	15 <i>Chaetoceros subtilis</i>
16 <i>Leptocylindrus danicus</i> *	16 <i>Chaetoceros affinis</i>
17 <i>Leptocylindrus minimus</i> *	17 <i>Chaetoceros atlanticus</i>
18 <i>Melosira moniformis</i>	18 <i>Chaetoceros peruvianus</i>
19 <i>Navicula grevillei</i>	19 <i>Coscinodiscus radiatus</i>
20 <i>Odontella mobilensis</i>	20 <i>Dactylosolen mediterraneus</i>
21 <i>Odontella sinensis</i>	21 <i>Detonula pumila</i>
22 <i>Paralia sulcata</i>	22 <i>Ditylum brightwellii</i>
23 <i>Rhizosolenia setigera</i>	23 <i>Eucampia zodiacus</i>
24 <i>Rhizosolenia robusta</i>	24 <i>Guinardia flaccida</i>
25 <i>Rhizosolenia hebetata</i>	25 <i>Leptocylindrus minimus</i>
26 <i>Skeletonema costatum</i> *	26 <i>Lauderia annulata</i>
27 <i>Thalassiosira leptopus</i>	27 <i>Leptocylindrus danicus</i>
28 <i>Asterionellopsis glacialis</i> *	28 <i>Lithodesmium undulatum</i>
29 <i>Achnantes brevipes</i>	29 <i>Odontella sinensis</i>
30 <i>Achnantes longipes</i>	30 <i>Paralia sulcata</i>
31 <i>Cylindrotheca closterium</i>	31 <i>Pleurosira leavis</i>
32 <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	32 <i>Proboscia alata indica</i>
33 <i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	33 <i>Pseudosolenia calcar-avis</i>
34 <i>Pseudo-nitzschia multiseries</i>	34 <i>Rhizosolenia bergoni</i>
35 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	35 <i>Rhizosolenia delicatula</i>
36 <i>Thalassiothrix heteromorpha var. mediterranea</i> *	36 <i>Rhizosolenia setigera</i>
37 <i>Thalassionema frauefeldii</i>	37 <i>Rhizosolenia hebetata</i>
DINOFLAGELADOS	38 <i>Skeletonema costatum</i> *
38 <i>Alexandrium tamarense</i> *	39 <i>Stephanopixis turris</i>
39 <i>Akashiwo sanguineum</i> *	40 <i>Thalassiosira leptopus</i>
40 <i>Ceratium horridum</i>	41 <i>Thalassiosira decipiens</i>
41 <i>Heterocapsa triquetra</i>	42 <i>Thalassiosira rotula</i>
42 <i>Karenia mikimotoi</i> *	43 <i>Achnantes brevipes</i>
43 <i>Noctiluca scintillans</i> *	44 <i>Asterionellopsis glacialis</i> *
44 <i>Protoperdinium conicum</i>	45 <i>Cylindrotheca closterium</i>
45 <i>Protoperdinium depressum</i>	46 <i>Navicula grevillei</i>
46 <i>Protoperdinium excentricum</i>	47 <i>Thalassionema nitzschioides</i>
47 <i>Prorocentrum minimum</i>	48 <i>Thalassiothrix heteromorpha var. mediterranea</i> *
48 <i>Preperidinium meunieri</i>	49 <i>Thalassionema frauefeldii</i>
49 <i>Prorocentrum balticum</i> *	50 <i>Thalassiothrix longissima</i>
50 <i>Protoperdinium obtusum</i>	51 <i>Pseudo-nitzschia seriata</i>
51 <i>Protoperdinium pentagonum</i>	52 <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
52 <i>Protoperdinium subinermis</i>	SILICOFLEGELADOS
FLAGELADOS	53 <i>Dictyocha fibula</i>
53 <i>Pyramimonas</i> *	DINOFLAGELADOS
54 <i>Euglenoides</i>	54 <i>Akashiwo sanguineum</i> *
	55 <i>Alexandrium fraterculus</i> *
	56 <i>Ceratium furca</i> *
	57 <i>Ceratium massiliense</i>
	58 <i>Ceratium trichoceros</i>
	59 <i>Ceratium tripos</i> *
	60 <i>Ceratium carriense</i>
	61 <i>Dinophysis caudata</i>
	62 <i>Dinophysis acuminata</i>
	63 <i>Gymnodinium catenatum</i> *
	64 <i>Gyrodinium impudicum</i> *
	65 <i>Noctiluca scintillans</i> *
	66 <i>Prorocentrum micans</i>
	67 <i>Prorocentrum minimum</i> *
	68 <i>Prorocentrum scutellum</i> *
	69 <i>Polykrikos kofoidii</i> *
	70 <i>Scrippsiella trochoidea</i> *
	FLAGELADOS
	71 <i>Pyramimonas</i> *
	72 <i>Euglenoides</i>

Se clasificaron a las especies de acuerdo a su morfología en cinco grupos: unicelulares, unicelulares flagelados, colonias, filamentosas y cadenas de diatomeas, de acuerdo a Reynolds (1984) y Smayda & Reynolds (2001), y mediante análisis de correspondencia (AC) se analizó su relación con los sitios.

Se analizó la relación entre la composición de especies, sitios y variables (salinidad y temperatura, largo de la línea de costa) mediante análisis de correspondencia canónico (ACC), utilizando Multivariate Statistical Package (MVSP 3.1). No se utilizaron otras variables ambientales debido a que no se encontraron trabajos con los datos suficientes para su análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición fitoplanctónica

Se registraron 106 taxa fitoplanctónicos como abundantes y/o dominantes en la zona costera uruguaya comprendida entre Colonia y Chuy (Tabla 2). El número de especies resultó mayor en verano que en invierno (72 y 54 especies, respectivamente) (Fig. 1). En verano se encontraron 47 especies de diatomeas (Bacillariophyceae), 17 dinoflagelados (Dinophyceae), tres cianobacterias (Cyanophyceae), una clorofita (Chlorophyceae), un silicoflagelado (Dictyochophyceae), una euglenofita (Euglenophyceae) y una piramimona (Prasinophyceae) (Fig. 2a). En invierno se encontraron 34 especies de diatomeas, 15 dinoflagelados, una cianobacteria, tres clorofitas, una euglenofita y una piramimona (Fig. 2b). El índice de similitud de Jaccard ( $I=0.18$ ) fue bajo, indicando que la composición de especies entre los períodos fue diferente.

El número de especies aumentó hacia el E, siendo Punta del Este el sitio de mayor riqueza, registrándose allí en verano 75% del total de las especies identificadas. Esto se corresponde con la zona limítrofe o ecotono de tres grandes masas de agua: la cálida oligotrófica de Brasil, la fría y rica en nutrientes de Malvinas y las aguas del Río de la Plata (Hubold 1980). La dinámica costera en esta región está determinada por los procesos que suceden en el frente oceánico debido a la Convergencia Subtropical y la influencia de la descarga fluvial (Gayoso & Podestá 1996; Guerrero *et al.* 1997; Carreto *et al.* 2003).

El mayor número de taxa perteneció a diatomeas y dinoflagelados, siendo la riqueza de diatomeas mayor en invierno y la de dinoflagelados mayor en verano. Los demás grupos presentaron menor número de taxa en ambos períodos. Las diatomeas estuvieron presentes en todos los sitios, tanto en invierno como en verano, registrándose la mayor riqueza en Montevideo en ambos períodos. Esta clase fue la más abundante en número de taxa en todos los sitios hacia el E de Montevideo (Atlántida, Piriápolis, Punta del Este, La Paloma y Chuy) en ambos períodos. Los dinoflagelados en invierno-primavera se encontraron en todos los sitios excepto en la zona interna del Río de la Plata (Colonia-San José). Sin embargo, en verano sólo se encontraron en las zonas más externas, donde el número de especies fue mayor. Las

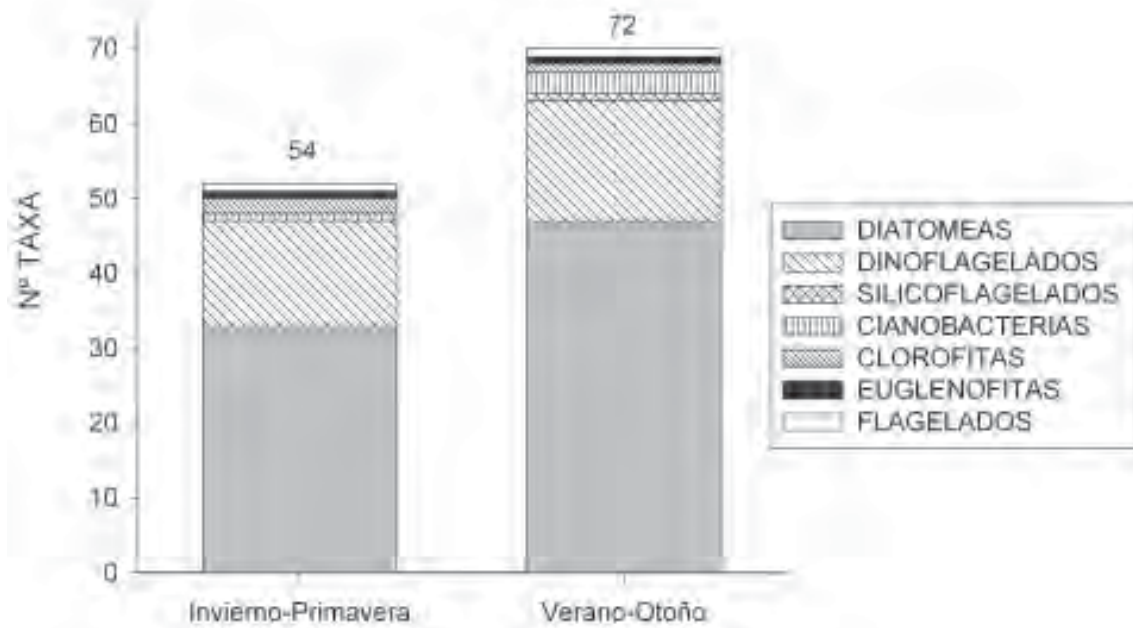


Figura 1. Número de taxa del fitoplancton agrupados por grandes grupos en los períodos invierno-primavera y verano-otoño.

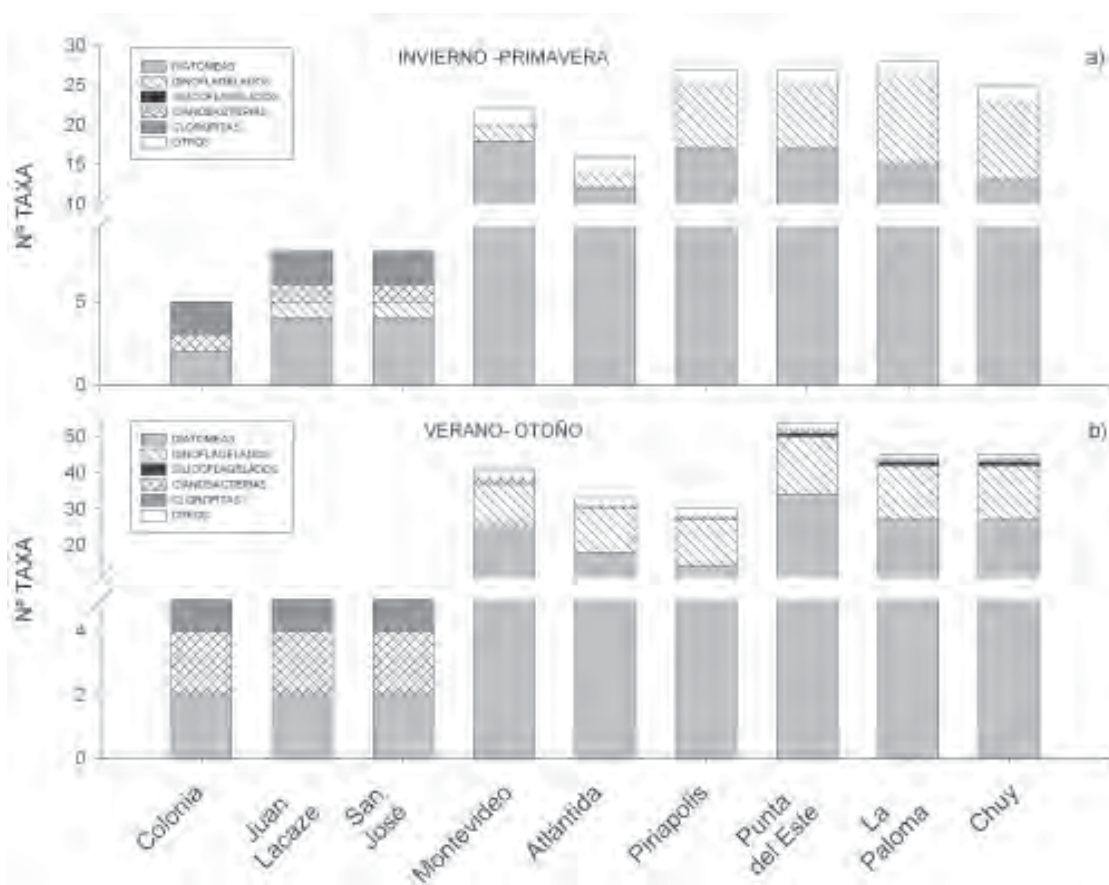


Figura 2. Número de taxa fitoplanctónicos agrupados por grandes grupos en cada sitio en: a) invierno-primavera y b) verano-otoño.

clorofitas sólo se encontraron en los sitios más internos de la costa (San José, Colonia y Juan Lacaze), siendo su riqueza mayor en invierno-primavera. Por el contrario, los fitoflagelados solo se encontraron en las zonas más externas (desde Atlántida hasta Chuy), siendo su riqueza mayor en invierno-primavera. Las cianobacterias se registraron en verano-otoño a lo largo de toda la costa. Sin embargo, únicamente una especie representó a este grupo desde Punta del Este hasta Chuy (*Trichodesmium* sp.). En la zona interna, esta clase estuvo representada por *M. aeruginosa* y *Anabaena circinalis*.

El análisis de cluster para las especies evidenció la formación de cuatro grupos en invierno-primavera y seis en verano-otoño, con una similitud mayor a 40%. En invierno-primavera (Fig. 3a) se identificaron en el grupo I especies dulceacuícolas, en el II y III especies estuarinas y en el IV especies marinas. En verano-otoño se encontraron en el grupo I especies dulceacuícolas, en el II, IV, V y VI especies estuarinas y en el III especies exclusivamente marinas (Fig. 3b). Las especies pertenecientes a cada grupo se asociaron por su tolerancia a los factores ambientales como la salinidad (Balech 1964; 1976b; 1988; Burone

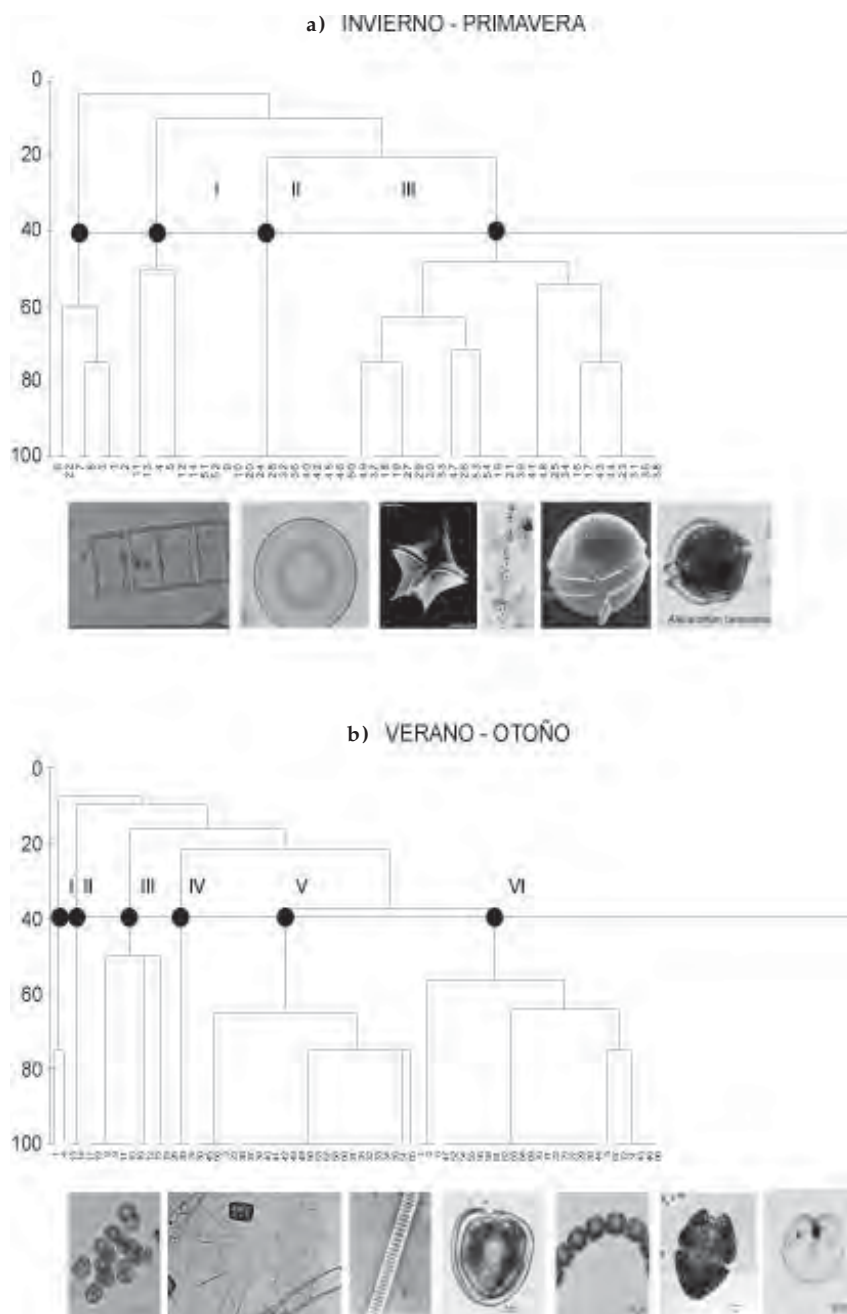


Figura 3. Resultados de los análisis de cluster para las especies en los dos períodos: a) invierno-primavera y b) verano-otoño.

1984; Negri *et al.* 1988; Gómez *et al.* 2004), tal como lo proponen Smayda & Reynolds (2001).

Se registraron 19 taxa comunes a ambos períodos, de los que se destacan las siguientes especies: *Actinocyclus platensis*, *Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus* spp., *Asterionellopsis glacialis*, *Aulacoseira* spp., *Cylindrotheca closterium*, *Lauderia annulata*, *Navicula* spp., *Paralia sulcata*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiotrix* spp. entre las diatomeas y entre los dinoflagelados *Noctiluca scintillans*, *Prorocentrum minimum*, *Akashiwo sanguineum*. La mayoría de estas especies son eurihalinas y euri térmicas.

En el período invierno-primavera se destacó la presencia de *Ditylum brightwelli*, *Cerataulina pelagica*, *Coscinodiscus* spp., *Melosira* spp., *Pseudo-nitzschia seriata*, *P. multiseriata* (diatomeas) y los dinoflagelados *Alexandrium tamarense*, *Protoperidinium conicum*, *P. depressum*, *P. excentricum*, *P. subinermis*, *Heterocapsa triquetra* y *Preperidinium meunieri*. En verano-otoño la composición de especies se caracterizó por la presencia de diatomeas de agua cálida que se reconocen por su robustez, como *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp., y dinoflagelados como *Alexandrium fraterculus*, *Gymnodinium catenatum*, *Gyrodinium impudicum*, *A. sanguineum*, *Polykrikos kofoidii*, *Scirpsiella* spp., *Ceratium horridum* y *Ceratium* spp. (típico de aguas cálidas). En verano-otoño también se encontraron las cianobacterias *M. aeruginosa* y *A. circinalis*, que florecen en esa época del año en aguas continentales.

#### Fitoplancton y dinámica costera

Los patrones de distribución de los sitios en función de las especies, analizados mediante el MDS en invierno y verano, resultó en la formación de cuatro y tres grupos fuertemente diferenciados (stress=0.01), respectivamente. En invierno, grupo I: San José, Juan Lacaze y Colonia; grupo II: Montevideo, Atlántida; grupo III: Piriápolis y Punta del Este; grupo IV: La Paloma y Chuy. En verano, grupo I: San José, Juan Lacaze y Colonia; grupo II: Mon-

tevideo, Atlántida, Piriápolis; grupo III: Punta del Este, La Paloma y Chuy (Fig.4).

La agrupación de los sitios según la composición de especies difirió entre los períodos cálidos y fríos en la zona de transición de la costa uruguaya. Punta del Este se asoció a sitios de la zona intermedia de la costa en invierno, mientras que en verano lo hizo con los sitios más externos (La Paloma y Chuy). Esto coincide con el hecho que Punta del Este es un sitio con grandes fluctuaciones de salinidad, presentando características estuarinas en invierno-primavera y marinas en verano-otoño (Guerrero *et al.* 1997; Framiñan *et al.* 1999).

En invierno, el principal flujo del Río de la Plata a lo largo de la zona costera se extiende en dirección NNE, siendo la descarga del Río de la Plata mínima ( $19000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), mientras que en verano lo hace hacia el S, en dirección a la plataforma bonaerense, siendo la descarga máxima ( $26000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) (Guerrero *et al.* 1997). Esta dinámica depende de los vientos predominantes, el caudal del Río de la Plata (Nagy *et al.* 1997) y la posición geográfica de la Convergencia Subtropical. Por estas razones, la composición fitoplanctónica típica de la Corriente de Brasil se encontraría en Punta del Este en verano, mientras que las especies estuarinas estarían presentes en la zona marina en invierno.

El Análisis de Correspondencia Canónico indicó que la distribución de las especies en los diferentes sitios se explicó por los dos primeros ejes (60% de la varianza total en ambos períodos). En invierno-primavera el primer eje (40% de la varianza) fue determinado principalmente por la longitud de la línea de costa (coeficiente canónico,  $cc=0.45$ ) y el segundo eje (20%) por la temperatura ( $cc=0.64$ ). En verano-otoño, el mayor porcentaje de la varianza fue explicado por el primer eje (45% de la varianza) asociado a la salinidad ( $cc=0.60$ ) y el segundo eje (13%) por la temperatura ( $cc=0.40$ ) (Fig. 5).

La influencia de la longitud de la línea de costa en la distribución de las especies en invierno-primavera po-

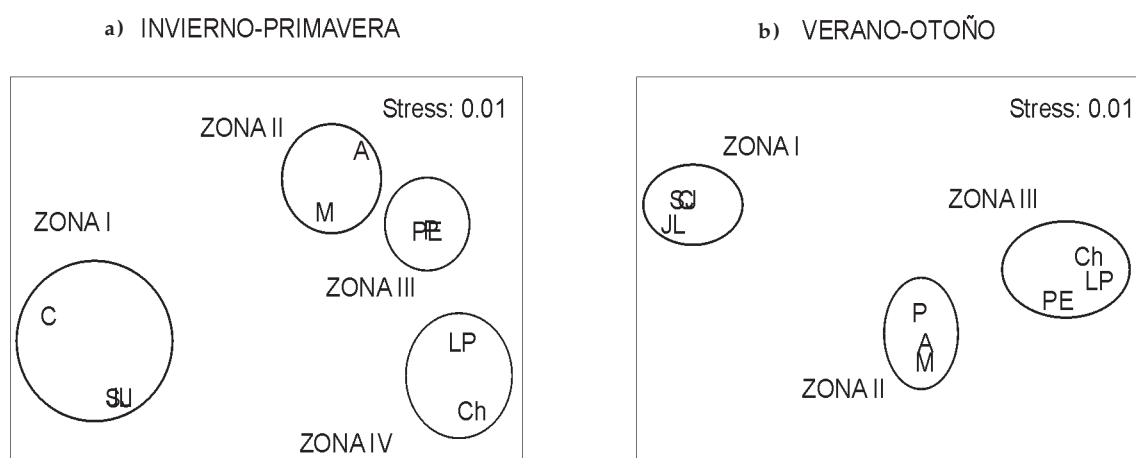


Figura 4. MDS (Multi Dimensional Scaling) de los sitios en los períodos: a) invierno-primavera y b) verano-otoño (C=Colonia, JL=Juan Lacaze, SJ=San José, M=Montevideo, A=Atlántida, P=Piriápolis, PE=Punta del Este, LP=La Paloma y Ch=Chuy).

dría deberse a factores ambientales asociados (que no fueron analizados en este trabajo), como los nutrientes, la turbidez, la intensidad de luz, el pH y el oxígeno disuelto. En ambos períodos, la temperatura mostró una fuerte influencia en la distribución de las especies en el eje 2; sin embargo, la salinidad en verano fue el principal factor en la distribución horizontal. Esta última generalmente está asociada a otros factores que covarían con ella, por lo que sería un buen indicador del ensamblaje del fitoplancton en cada sitio. Calliari *et al.* (2005) encontraron que la salinidad y la turbidez afectan la composición y biomasa del fitoplancton del Río de la Plata. Gómez *et al.* (2004) encontraron que las densidades fitoplanctónicas mínimas fueron encontradas en la zona de máxima turbidez, mientras que las máximas fueron observadas en las zonas externas del estuario.

### Grupos morfológicos

Los resultados del Análisis de Correspondencia de la distribución de los diferentes organismos fitoplanctónicos, agrupados de acuerdo a su morfología, indicaron en invierno la asociación de las clorofitas filamentosas a zonas de influencia fluvial (zona I), la de organismos unicelulares (diatomeas céntricas), flagelados y cadenas de diatomeas al grupo de la zona II (salobre), mientras que los flagelados (dinoflagelados) se asociaron al grupo de la zona III (gráficas no presentadas). En verano, la asociación de los grupos morfológicos fue diferente: las colonias (cianobacterias) se asociaron al grupo de la zona I, mientras que los demás grupos lo hicieron a las zonas II y III. Esto concuerda con lo observado por Gómez *et al.* (2004), quienes encontraron la misma distribución de los grupos morfológicos en el Río de la Plata.

### Floraciones fitoplanctónicas y efectos en el ambiente

En esta revisión se encontraron registros de floraciones de microalgas a lo largo de toda la costa uruguaya. Sin embargo, su composición no fue homogénea, variando en los diferentes sitios. Los parámetros abióticos analizados sugieren que las especies están determinadas en la escala espacial por la salinidad y en la temporal por la temperatura. Las floraciones de cianobacterias dulceacuícolas se registraron únicamente en verano en las zonas de influencia fluvial. *Microcystis aeruginosa*, conocida por la producción de una potente hepatotoxina (microcystina), se registró desde Colonia hasta Punta del Este; esta especie, si bien es típicamente límnic, tolera un amplio rango de salinidad (Salomón *et al.* 2001). Las floraciones de dinoflagelados típicamente marinos ocurrieron en las zonas de mayor salinidad (mixohalinas y marinas). Desde 1991, en invierno-primavera se han registrado periódicamente floraciones de *A. tamarense* asociado a la producción de Veneno Paralítico en Moluscos (VPM) (Méndez *et al.* 1996; Méndez & Ferrari 2002). En cambio, las floraciones estivales correspondieron a *G. catenatum*, también asociadas a la producción de VPM (Méndez & Ferrari 2002; 2003; Méndez *et al.* 2003).

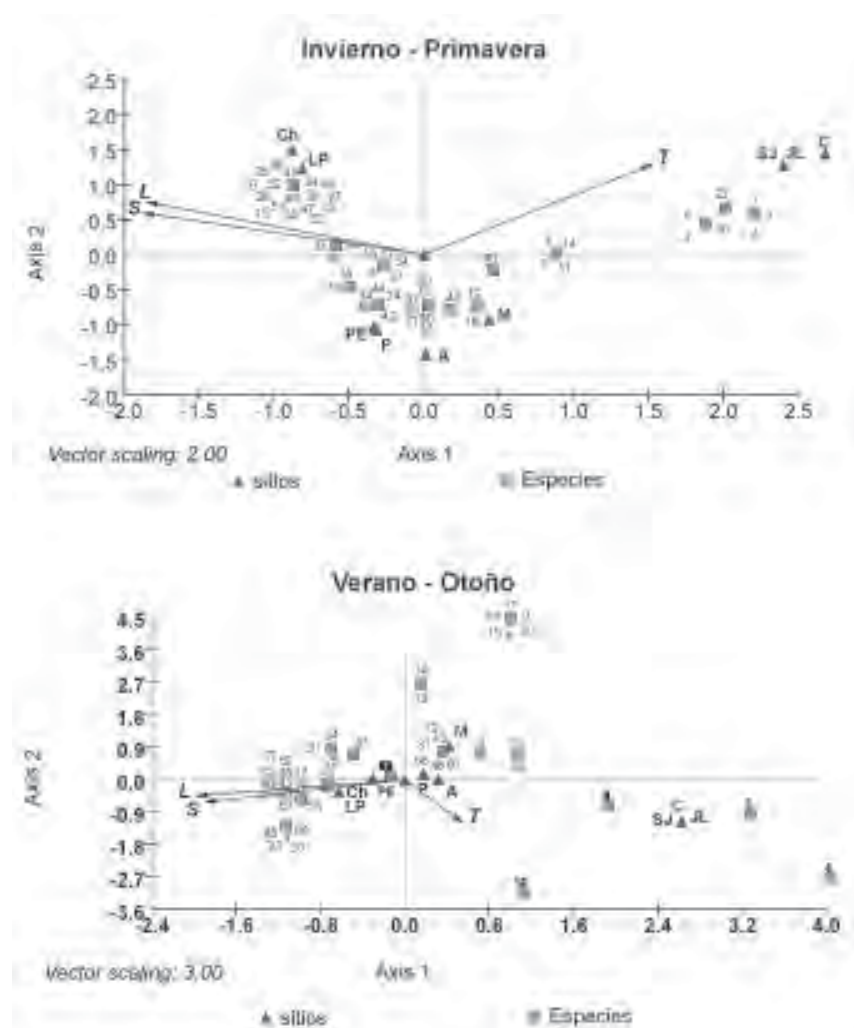
Otros dinoflagelados como *N. scintillans*, *A. sanguinum*, *Polykrikos kofoidii*, *P. schwartzii*, *Ceratium* spp., *Protoperidinium* spp., *Prorocentrum scutellum* y *P. minimum* formaron frecuentemente floraciones no tóxicas, ocasionando decoloración del agua. Sin embargo, en Argentina se ha registrado una toxina (Venerupin) asociada a *P. minimum* (Montoya *et al.* 1999) que produciría desorden gastrointestinal (Gayoso & Ciocco 2001).

Las floraciones de diatomeas ocurrieron a lo largo de toda la línea costera. Sin embargo, las especies involucradas en cada una de las zonas fueron diferentes; varias especies de *Aulacoseira* sp. en la zona de influencia límnic, *S. costatum* en la zona estuarina, *Leptocylindrus* spp., *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp. y *C. closterium* en la zona oceánica. Además, se registraron floraciones características de zonas de rompientes de playas arenosas (Baysée *et al.* 1989) pertenecientes a *A. glacialis* (Barra del Chuy). Frecuentemente, en primavera se registraron floraciones de *Pseudo-nitzschia*, género reconocido por la producción de veneno amnésico en Moluscos (VAM), el cual se registró por única vez en Punta del Este (en 2001), asociado a la especie *P. multiseriata* (Ferrari, datos sin publicar; Medina *et al.* 2003). Las especies de diatomeas que desarrollaron floraciones, la mayoría formadoras de cadenas, se ven beneficiadas en sistemas de alta turbidez (zona interna) y/o turbulencia (zona marina) (Margalef 1978; Reynolds 1992).

Las floraciones de microalgas son un fenómeno natural de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, la descarga de nutrientes hacia el medio acuático como consecuencia del incremento de las actividades humanas en las zonas costeras y el aumento del transporte marítimo (con formas quísticas microalgales en el agua de lastre) conduce a la formación de floraciones de especies con adaptaciones competitivas a ambientes en procesos de eutrofización (GEOHAB 2001).

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

En esta revisión fue encontrada bibliografía con estudios muy fragmentados, puntuales y distanciados en el tiempo. Por lo tanto sería necesario: a) realizar estudios acerca de la comunidad fitoplanctónica con mayor frecuencia y a largo plazo, donde se incluyan las variables ambientales más relevantes, la fracción picoplanctónica y análisis de toxinas no analizadas hasta el momento (como la anatoxina que produce *Anabaena* spp.); b) profundizar acerca de la composición taxonómica de pequeñas diatomeas y flagelados (<5 µm), mediante microscopía electrónica y de fluorescencia; c) realizar estudios de la productividad ecosistémica en relación a su diversidad algal; d) incorporar investigación experimental a través de cultivos y la utilización de técnicas moleculares relacionados con taxonomía, detección de toxinas (y su bioacumulación en especies nectónicas y bentónicas); y e) realizar investigaciones acerca de las asociaciones fitoplanctónicas en relación a



**Figura 5.** Diagrama triplot del Análisis de Correspondencia Canónico para los períodos (a) invierno-primavera y (b) verano-otoño. Triángulo=sitios: C=Colonia, JL=Juan Lacaze, SJ=San José, M=Montevideo, A=Atlántida, P=Piriápolis, PE=Punta del Este, LP=La Paloma y Ch=Chuy. Cuadrado: especies; los números corresponden a las especies de la Tabla 2.

los cambios climáticos globales como las oscilaciones ENSO o NAO, pluviosidad, descarga de los Ríos Paraná y Uruguay, posición de la zona frontal del Río de la Plata, así como posición y fuerza del Frente de la Convergencia Subtropical con la finalidad de predecir floraciones algales a escala regional.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Las microalgas son particularmente sensibles a los cambios que ocurren en el ambiente y por esto, se utilizan como indicadores de estrés ambiental (bioindicadores) (Margalef 1983). El desarrollo de floraciones algales permite detectar procesos de eutrofización. Existe una clara tendencia mundial al aumento en la frecuencia de estos fenómenos en áreas costeras y se han propuesto varias hipótesis que involucran la acción de el hombre para explicar sus causas (Hallegraeff 1993). Entre las causas más importantes se encuentran: a) el mal uso de las

cuenca de drenaje de las zonas costera (uso de fertilizantes agrícolas, etc.); b) los vertimientos industriales y domésticos hacia el mar; c) el transporte de aguas de lastre de los barcos; d) el cambio climático global por el efecto invernadero; y e) la reducción de la capa de ozono. Por lo tanto, sería necesario formar grupos multidisciplinarios para integrar la información, a fin de establecer pautas para el manejo y la conservación de la zona costera uruguaya.

#### AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a Sylvia Bonilla (Sección Limnología, Facultad de Ciencias/UdelaR) por sus aportes y correcciones a este capítulo. A María del Carmen Pérez (Universidad de Valencia, España) por sus correcciones, que enriquecieron el trabajo. A Laura Paesch y Arianna Masello (DINARA) por el apoyo en los análisis estadísticos.



## REFERENCIAS

- Akselman R** 1985 Contribución al estudio de la Familia Gymnodiniaceae Lemmermann (Dinophyta) del Atlántico Sudoccidental. *Physis* (Sección A) 43(104):39-50. Buenos Aires
- Akselman R** 1986 Contribución al conocimiento de la Familia Warnowiaceae Lindemann (Clase Dinophyceae) en el Atlántico Sudoccidental. *Darwiniana* 27(1-4): 9-17
- Arrillaga de Maffei BR & M Orezzi de Cirigliano** 1983 Plancton del Río de la Plata. Laboratorio de Botánica, Facultad de Química, Montevideo. Edición mimeografiada, 161 pp.
- Balech E** 1949 Etude de quelques espèces de *Peridinium* souvent confondues. *Hydrobiologia* 1(4):390-409
- Balech E** 1951 Sobre dos variedades de *Dinophysis caudata* Kent. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 3(60):1-13
- Balech E** 1954 Breves datos sobre la distribución geográfica y estacional del plancton marino de la Argentina. *Revista de Biología Marina* 4(1-2-3):211-224. Valparaíso
- Balech E** 1959 Operación Oceanográfica Merluza. V Crucero. Plancton. Servicio de Hidrografía Naval. H 618:1-43. Buenos Aires
- Balech E** 1964 El Plancton de Mar del Plata durante el período 1962-1964. *Boletín del Instituto de Biología Marina* 4:1-49. Mar del Plata
- Balech E** 1971 Microplancton de la Campaña Oceanográfica Productividad III. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (Hidrobiología) 3(1):1-202, 39 lám
- Balech E** 1976a Fitoplancton de la campaña de convergencia 1973. *Physis* (Sección A) 35(90):47-58. Buenos Aires
- Balech E** 1976b La distribución de algunos microplancteres en el Atlántico sudoeste. *Boletín del Servicio de Hidrografía Naval* 12 (2/3):15-24. Buenos Aires
- Balech E** 1977 Introducción al fitoplancton marino. Editorial Universidad de Buenos Aires. 211 pp
- Balech E** 1978 Microplancton de la Campaña Productividad IV. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (Hidrobiología) 5(7):137-201
- Balech E** 1985 The genus *Alexandrium* or *Gonyaulax* of the *tamarensis* group. Pp 33-38 *In: Anderson White & Baden* (eds) *Toxic Dinoflagellates*. Elsevier, North Holland
- Balech E** 1988 Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, Publicación Especial 1: 219 pp, 88 lám. Madrid
- Balech E** 1995 The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). *Publ. Sherkin Island Marine Station, Ireland*. 151 pp
- Balech E Akselman R Benavides HR & R Negri** 1984 Suplemento a "Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental". *Revista del Investigación y de Desarrollo Pesquero, INIDEP* 4:5-20. Mar del Plata
- Barth R Osorio MLR & E Castro** 1965 Observações biogeográficas em *Ceratium tripos* (Dinoflagellata). Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, 14 pp
- Bayssé C Elgue JC & F Burone** 1989 Variaciones en la distribución y relaciones interespecíficas del fitoplancton en una playa arenosa de la costa atlántica uruguaya. *Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 5(A):95-114. Montevideo
- Bayssé C Elgue JC Burone F & M Parietti** 1986 Campaña de invierno 1983. II Fitoplancton. *Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 1(1):218-229. Montevideo
- Bazigaluz A** 1981 Estudio sinóptico de parámetros hidrológicos y planctónicos de la costa de Montevideo, entre punta Brava y Punta del Buceo en un mes de invierno. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 20 pp (Inédita)
- Brazeiro A Méndez SM & G Ferrari** 1997 The first toxic bloom of *Alexandrium tamarensis* in Uruguayan waters: associated environmental factors. *Atlántica* 19:19-29. Rio Grande
- Burone FS** 1984 Estudio taxonómico de las Bacillariophyceae de la Bahía de Maldonado (República Oriental del Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 227 pp (Inédita)
- Burone F & C Bayssé** 1984 Diatomeas de la Bahía de Maldonado (Uruguay), I. Lithodesmiaceae y Eupodiscaceae. *Contribuciones del Depto. de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias* 1(10):1-16. Montevideo
- Burone F & C Bayssé** 1985 Diatomeas de la Bahía de Maldonado (Uruguay) II. Biddulphyaceae y Chaetoceraceae. *Contribuciones del Depto. de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(1):1-31. Montevideo
- Burone FS & C Bayssé** 1986 Diatomeas de la Bahía de Maldonado (Uruguay), III. Rhizosoleniaceae. (Inédito)
- Calliari D Gómez M & N Gómez** 2005 Biomass and composition of the phytoplankton in the Río de la Plata: large-scale distribution and relationship with environmental variables during a spring cruise. *Continental Shelf Research* (25):197-210
- Calliari D Defeo O Cerveto G Gómez M Giménez L Scarabino F Brazeiro A & W Norbis** 2003 Marine life of Uruguay: critical update and priorities for future research. *Gayana* 67(2):341-370. Concepción
- Carbonell JJ** 1935 Some micrographs observations of the waters of the River Plate. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* (7)
- Carbonell JJ & A Pascual** 1925 Una *Melosira* nueva para el Río de la Plata. *Physis* 8:106-107. Buenos Aires
- CARP-SHIN-SOHMA** 1990 Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de avance 1989. 422 pp
- Carreto JI Montoya NG Benavides HR Guerrero R & MO Carignan** 2003 Characterization of spring phytoplankton communities the Río de La Plata maritime front using pigmentsignatures and cell microscopy. *Marine Biology* 143(5):1013-1027
- Clarke KR & RM Warwick** 1994 Change in marine communities:an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, 144 pp
- Coll J** 1979 Catálogo de algas citadas para el Uruguay. SOHMA-UNESCO ORCYT, 133 pp. Montevideo
- Davison P & D Medina** 1982 Control de la toxina paralítica de los moluscos en el Uruguay. 3er Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo
- Davison P & CM Yentsch** 1985 Occurrence of toxic dinoflagellate and shellfish toxin along coastal Uruguay, South America. Pp 153-158 *In: Anderson White & Baden* (eds) *Toxic Dinoflagellates*. Elsevier, North Holland
- De León L & JS Yunes** 2001 First report of a microcystin-containing bloom of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. *Environmental Toxicology* 16(1): 110-112
- Elgue JC Alamón M & O La Buonora** 1987 Una descripción de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya mediante el análisis en componentes principales de parámetros ambientales y datos de fitoplancton para el invierno de 1983. *Publicaciones de la*

- Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 3:15-23. Montevideo
- Elgue JC Bayssé C Burone F & M Parietti** 1990 Distribución y sucesión espacial del fitoplancton de superficie de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay (invierno de 1983). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 6(A):67-107. Montevideo
- Ferrando HJ** 1962a Frecuencia estacional del microplankton costero de Montevideo durante el año 1959. Servicio Oceanográfico y de Pesca, Contribuciones Plantológicas 1:1-28, 4 lám. Montevideo
- Ferrando HJ** 1962b Informe de las actividades planctológicas durante el período 1956-1961 en el Atlántico Sur occidental. Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras 1(2):87-108. Montevideo
- Ferrando HJ Machado de Castro T & E Terryn** 1964 Clave para las principales diatomeas planctónicas del Atlántico Sudoccidental. Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras 1(3):185-225. Montevideo
- Ferrari G** 2003 Floraciones Algales Nocivas. Mareas Rojas. Vida Silvestre (Sociedad Uruguaya para la Conservación de la Naturaleza), Boletín (49):4-5
- Ferrari G** 2004 Habs in the southwestern Atlantic Ocean coast. Pp 66-73 *In*: Hall Etheridge Anderson Kleindinst Zhu & Zou (eds) Proceeding of Second Conference on Harmful Algae Management and Mitigation (Qingdao, China). Asia Pacific Economic Corporation (Singapore): APEC Publication # 204-MR-04.2.
- Ferrari G** 2005 Gymnodiniales formadores de cadenas en la costa uruguaya. Frente Marítimo 20:53-59. Montevideo
- Ferrari G & R Akselman** 2000 Catálogo de los dinoflagelados citados para el Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. XV Simposio de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Mar del Plata):20
- Ferrari G & S Méndez** 2000 Reports of phytoplankton species producers of coastal water discolorations in Uruguay. Iheringia (Série Botânica) (54):3-18. Porto Alegre
- Ferrari G & S Méndez** 2004 Harmful Algal Monitoring in Uruguay. Pp 144-148 *In*: Hall Etheridge Anderson Kleindinst Zhu & Zou (eds) Proceeding of First Conference on Harmful Algae Management and Mitigation, Subic Bay, Philippines. Asia Pacific Economic Corporation (Singapore): APEC Publication # 204-MR-04.2.
- Ferrari G & G Nagy** 2003 Desarrollo de un índice de impacto ambiental de las floraciones algales nocivas para el Río de la Plata y costa atlántica del Uruguay. Resúmenes de V Jornada Nacional de Ciencias del Mar (Mar del Plata):58
- Ferrari G & M del C Pérez** 2002 Fitoplancton de la costa platense y atlántica de Uruguay. Iheringia (Série Botânica) 57(2):263-278. Porto Alegre
- Ferrari G & D Sienna** 2001 Cyanobacteria blooms on the Uruguayan coast: an increasing problem in harmful algae management. Abstract of Second Conference on Harmful Algae Management and Mitigation (Qingdao, 12-14 de noviembre de 2001):36
- Ferrari G Méndez S & A Brazeiro** 2000 *Dinophysis acuminata* associated to diarrhetic shellfish poisoning in Uruguay. Frente Marítimo 18:91-95. Montevideo
- Framiñan MB Etala MP Acha EM Guerrero RA Lasta CA & OB Brown** 1999 Physical characteristics and processes of the Río de la Plata estuary. Pp 161-194 *In*: Perrillo Piccolo & Pino-Quivira (eds) Estuaries of South America. Their Geomorphology and Dynamics. Springer, Berlin
- Frenguelli J** 1933 Diatomeas de Montevideo. Ostenia 2:122-130. Montevideo
- Frenguelli J** 1941 Diatomeas del Río de la Plata. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Botánica 3:213-334
- Frenguelli J** 1945 *Nitzschia (Nitzschiella) ventricosa* Palmer, nerítica en el litoral del Atlántico del Uruguay. Notas del Museo de La Plata (Botánica) 10(50):131-142
- Frenguelli J & H Orlando** 1959 Operación merluza. Diatomeas y Silicoflagelados del plancton del "VI Crucero", República Argentina, Sec. Mar, Serv. Hidrog. Naval H 619: 1- 62, Bs. As.
- Gayoso AM** 1988 Variación estacional del fitoplancton de la zona mas interna del estuario de Bahía Blanca (Prov. Buenos Aires, Argentina). Gayana Botanica 45(1-4):241-247. Concepción
- Gayoso AM** 1995 Bloom of *Emiliana huxleyi* (Primnesiophyceae) in the western South Atlantic Ocean. Journal of Plankton Research 17(8):1717-1722
- Gayoso AM** 1996 Phytoplankton species composition and abundance off Río de la Plata (Uruguay). Archive of Fishery and Marine Research 44(3):257-265
- Gayoso AM & N Ciocco** 2001 Observations on *Prorocentrum lima* from North-Patagonian coastal waters associated with a human diarrhoeic disease episode. Harmful Algal News, IOC-UNESCO 22:4.
- Gayoso AM & G Podestá** 1996 Surface hydrography and phytoplankton of the Brasil-Malvinas Currents confluence. Journal of Plankton Research 6:941-951
- Gómez N Hualde PR Licursi M & DE Bauer** 2004 Spring phytoplankton of Río de la Plata: a temperate estuary of South America. Estuarine coastal and Shelf Science 61(2):301-309
- GEOHAB** 2001 Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, Science Plan. Glibert & Pitcher (eds) SCOR & IOC, Baltimore & Paris. 87 pp
- Guerrero RA Acha ME Framiñan M & C Lasta** 1997 Physical oceanography of the Río de la Plata estuary. Continental Shelf Research 17:727-742
- Hallegraef G** 1993 A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia 32:79-99
- Hentschel E** 1932 Die biologischen Methoden und das biologische Beobachtungsmaterial der "Meteor-expedition". Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor"10:1-174
- Hubold G** 1980 Hydrography and plankton off southern Brazil and Rio de la Plata, August-November 1977. Atlántica 4:1-22. Rio Grande
- Machado MT** 1976 Observaciones sobre el plancton del Océano Atlántico Sudoccidental a través de Campañas Oceanológicas (abril de 1965 y abril de 1967). Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico (5):14 pp. Montevideo
- Margalef R** 1978 Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unestable environment. Oceanologica Acta 1(4):493-509
- Margalef R** 1983 Limnología. Omega, Barcelona. 1010 pp
- Medina D Inocente G & C López** 1993 PSP in bivalve along the Uruguayan coast. Pp 425-428 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier Science Publishers, Amsterdam
- Medina D Méndez S Inocente G Ferrari G Salhi M Giudice H Méndez E Odizzio M & MD Otero** 2003 Shellfish monitoring program in Uruguay. Pp 197-202 *In*: Villalba Reguera Romalde & Beiras (eds) Proceeding of 4th International Conference on

- Molluscan Shellfish Safety. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos da Xunta de Galicia & Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO
- Méndez SM** 1993a Uruguayan red tide monitoring programme: preliminary results (1990-1991). Pp 287-291 In: Smayda & Shimizu (eds) Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier Science Publishers, Amsterdam
- Méndez SM** 1993b *Alexandrium fraterculus* in Uruguayan waters. Harmful Algae News, IOC-UNESCO 5:3
- Méndez SM** 1995 Altas concentraciones de quistes del dinoflagelado tóxico *Gymnodinium catenatum* en los sedimentos costeros de Uruguay. INFOPECSA- CC&I 1:3. Montevideo
- Méndez SM & G Ferrari** 1994 Control de floraciones algales nocivas en Uruguay. COI-Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas. Workshop Report N° 101. Anex III, p. 37.
- Méndez S & G Ferrari** 2002 Floraciones Algales Nocivas en Uruguay: antecedentes, proyectos en curso y revisión de resultados. Pp 271-288 In: Sar Ferrario & Reguera (eds) Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía.
- Méndez S & G Ferrari** 2003 Floraciones tóxicas de *Gymnodinium catenatum* en aguas uruguayas. Frente Marítimo 19:97-102. Montevideo
- Méndez S Ferrari G & S Svenson** 2003 Primer mapeo de quistes de *Gymnodinium catenatum* en sedimentos de la zona costera uruguaya. Frente Marítimo 19:103-109. Montevideo
- Méndez S Gómez M & G Ferrari** 1997 Plankton studies in the Río de la Plata and its oceanic front. Pp 85-112 In: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, an environmental overview. An EcoPlata Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Méndez SM Severov D Ferrari G & C Mesones** 1996 Early spring *Alexandrium tamarense* toxic blooms in Uruguayan waters. Pp 113-116 In: Yasumoto Oshima & Fukuyo (eds) Harmful and Toxic Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris
- Méndez SM Brazeiro A Ferrari G Medina D & G Inocente** 1993 Mareas Rojas en el Uruguay. Programa de control y actualización de resultados. INAPE, Informe Técnico 46:31. Montevideo
- Mesones C** 1991 Ecología del fitoplancton de superficie en la plataforma continental uruguaya. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 280 pp (Inédita)
- Montoya N Akselman R Cucchi Colleoni DA & JI Carreto** 1999 Primer evento tóxico en coincidencia con un florecimiento de *Prorocentrum minimum* en Argentina. Resúmenes del Decimocuarto Simposio Científico-Tecnológico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo:18-19.
- Müller-Melchers F** 1949 Los *Chaetocheros* de Atlántida (Uruguay). Lilloa 19:161-169. Tucumán
- Müller-Melchers F** 1951 *Actinopterychus frenguelli* n. sp. Physis 20(58):320-323. Buenos Aires
- Müller-Melchers F** 1952 *Biddulphia chinensis* Grev. as indicators of oceans currents. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 2(26):1-25
- Müller-Melchers F** 1953 New and little known diatoms from Uruguay and the South Atlantic Coast. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 3(30):1-25
- Müller-Melchers F** 1954a Observaciones sobre *Biddulphia chinensis* Grev. Revista de Biología Marina 4(1-3):203-210, 2 lám. Valparaíso
- Müller-Melchers F** 1954b Sobre algunas diatomeas planctónicas de Atlántida (Uruguay). Physis 20(59):459-466. Buenos Aires
- Müller-Melchers FE** 1959 Plankton diatoms of the Southern Atlantic Argentina and Uruguay coasts. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 3(38):1-53
- Nagy GJ Martínez CM Caffera RM Pedrosa G Forbes EA Perdomo AC & JL Laborde** 1997 The hydrographic and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 In: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, an environmental overview. An EcoPlata Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Negri R** 2003 Evolución de los estudios fitoplanctónicos marinos: la revolución del ultrafitoplancton. Resúmenes de las V Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar (Mar del Plata):39
- Negri R & RI Silva** 2003 Contribución de las distintas fracciones del fitoplancton a la biomasa fototrófica durante un ciclo anual en la estación EPEA (38° 28' S-57° 41' W). Resúmenes de las V Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar (Mar del Plata):147
- Negri R Benavides H & JI Carreto** 1988 Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. II: Las asociaciones fitoplanctónicas. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 4:151-161. Montevideo
- Parietti M** 1985 Estudio de algunas características ecológicas del fitoplancton de superficie de la plataforma continental uruguaya (verano de 1984). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 120 pp (Inédita)
- Reynolds CS** 1984 The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 pp
- Reynolds CS** 1992 The role of fluid motion in the dynamic of phytoplankton in lakes and rivers. Pp 141-187 In: Giller Hildrew & Raffaelli (eds) Aquatic Ecology: Scale Pattern and Process. Blackwell Scientific, Oxford
- Rosa ZM & TC Buselato** 1981 Sobre a ocorrência de floração de *Gyrodinium aureolum* Hulbert (Dinophyceae) no litoral sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia (Série Botânica) (28):169-179. Porto Alegre
- Salomón PS Yunes JS Matthiensen A & GA Codd** 2001 Does salinity affect the toxin content of an estuarine strain of *Microcystis aeruginosa*?. En: Xth International IUPAC symposium on Mycotoxins and Phycotoxins, , Guarujá. Mycotoxins and Phycotoxins in perspective at the turn of the millennium - Proceedings of the Xth International IUPAC symposium on Mycotoxins and Phycotoxins, 2000. p. 537-548.
- Sar E Ferrario M & B Reguera** 2002 Floraciones Algales Nocivas en el cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía. 388 pp
- Smayda TJ & CS Reynolds** 2001 Community assembly in marine phytoplankton: application of recent models to harmful dinoflagellate blooms. Journal of Plankton Research 23:447-461
- Vaz-Ferreira R** 1943 Sobre algunas especies del género *Ceratium* Schrank de aguas uruguayas. Servicio Oceanográfico y de Pesca, 23 pp. Montevideo

## Impacto de las floraciones algales nocivas en Uruguay: origen, dispersión, monitoreo, control y mitigación

SILVIA M. MENDEZ

smendez@dinara.gub.uy



### RESUMEN

Las floraciones algales nocivas (FANs) afectan la salud humana, la economía pesquera, el turismo y los ecosistemas acuáticos. Dado que el problema de las FANs es mundial, para minimizar sus efectos se han implementado programas de monitoreo en más de 50 países. El registro de especies de fitoplancton tóxico ha ido creciendo y cada vez se conoce más diversidad de toxinas producidas por estos microorganismos. En Uruguay, la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) dependiente del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) lleva a cabo el monitoreo simultáneo de las FANs y la toxicidad en los moluscos. Esta modalidad de monitoreo y la confirmación de la toxicidad de algunas especies de microalgas, permite establecer la relación de causalidad entre la floración de éstas y la toxicidad en los moluscos en la costa uruguaya. Existen mecanismos para combatir las FANs aunque presentan algunas limitaciones en su aplicabilidad. La dispersión geográfica de las especies de microalgas nocivas y tóxicas puede producirse por factores naturales como las corrientes oceánicas o por actividades humanas como el tránsito marítimo y en especial barcos de carga que trasiegan aguas de lastre. Para disminuir el riesgo de introducción de éstas y otras especies nocivas por actividades humanas, varios países están implementando protocolos de control. El manejo adecuado de los episodios de floraciones algales nocivas involucra a varias instituciones y organizaciones a escala nacional y el seguimiento de normativas y compromisos internacionales.

**Palabras clave:** microalgas tóxicas, *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis*, expansión geográfica

### ABSTRACT

Harmful algal blooms (HABs) affect human health, fishery's economy, tourism and aquatic ecosystems. Since HABs are a worldwide problem, monitoring programs have been implemented in more than 50 countries in order to minimize their effects. The reports of toxic phytoplankton species and the diversity of toxins produced by these microorganisms have increased. The National Directorate of Aquatic Resources (DINARA), Ministry of Livestock, Agriculture and Fishery (MGAP) carries on the simultaneous monitoring of HABs and mollusc toxicity. This monitoring approach and the confirmation of toxic microalgae species allows the DINARA to establish the causality between the bloom and the toxicity of molluscs along the Uruguayan coast. There exist some mechanisms for HABs control, although their applicability presents limitations. The geographic dispersion of harmful and toxic microalgae can be produced by natural factors like oceanic currents or human activities like maritime transit, particularly the discharge of ballast water by ships. To reduce the introduction of these or other noxious species by human activities, several countries are implementing control protocols. The suitable management of the harmful algal blooms events involves several national institutions and organizations and the follow up of international regulations and commitments.

**Key words:** toxic microalgae, *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis*, geographic expansion

### INTRODUCCIÓN

"Floraciones Algales Nocivas" (FANs) es el término usado por la comunidad científica para referirse a fenómenos causados por microalgas que producen efectos nocivos. Las microalgas pueden aumentar la biomasa en un corto periodo de tiempo (floraciones algales o "blooms") lo que causa cambios visibles en la coloración del agua, dependiendo de sus pigmentos. Las floraciones de especies capaces de producir toxinas no necesariamente producen cambios en el color del agua. Se deduce entonces que el término popular "Mareas Rojas" con el que se conocen las floraciones algales nocivas es muy poco acertado, pues no se trata de una marea y no necesariamente cambia el color del agua.

La problemática de las FANs presenta un aparente incremento a nivel mundial (Hallegraeff 1993) lo que ha motivado la creación del Programa Internacional sobre FANs en el marco de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO. A partir de 1992 comienza a sesionar el Panel Intergubernamental sobre Floraciones Algales Nocivas (IOC-FAO IPHAB). Posteriormente, a partir de un taller de planificación científica realizado en Uruguay (1994), se constituyó un grupo de trabajo sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica (FANSA) que impulsa el intercambio de información y la generación de iniciativas regionales.

El monitoreo de algas nocivas se implementó en Uruguay por la necesidad de protección de los consumidores

de productos pesqueros, dado que las toxinas producidas por las microalgas pueden ser acumuladas en algunos organismos, principalmente en moluscos filtradores. Este programa de monitoreo permite a través del seguimiento de los cambios en la comunidad fitoplanctónica y la toxicidad en moluscos, prever situaciones del ecosistema acuático que puedan generar riesgos para la salud y establecer medidas precautorias.

El monitoreo del fitoplancton tóxico tiene como objetivo el registro y la alerta temprana del desarrollo de FANs. La investigación brinda la información básica para reforzar el monitoreo sobre nuevas especies, nuevas toxinas y prever épocas o zonas de mayor riesgo de ocurrencia de FANs. Los impactos de estos fenómenos han llevado a los países a implementar programas de monitoreo para mitigarlos, así como a desarrollar líneas de investigación para conocer su dinámica, mecanismos de control y de disminución del riesgo de introducción de nuevas especies por actividades antrópicas.

#### IMPACTO DE LAS FANs

Las FANs son capaces de producir efectos nocivos para el hombre afectando la salud pública, causar daños económicos al sector pesquero o turístico y asimismo provocar daños ecológicos por su toxicidad letal o subletal en determinadas especies de organismos marinos.

#### Impacto en la salud

Algunas especies de microalgas producen toxinas que son bioacumuladas en la cadena trófica y contaminan productos del mar causando efectos en la salud del consumidor. La intoxicación depende del tipo y concentración de toxina ingerida. Varios tipos de toxinas producidas por FANs de dinoflagelados y diatomeas afectan al hombre: Veneno Paralizante de Moluscos (VPM), Veneno Diarreico de Moluscos (VDM), Veneno Amnésico de Moluscos (VAM), Veneno Neurotóxico de Moluscos (VNM), Ciguatoxinas y Azaspirácidos (Hallegraeff *et al.* 1995; Satake *et al.* 1998; James *et al.* 2000; Anderson *et al.* 2001). Las cianobacterias también generan numerosas toxinas (Cianotoxinas) que afectan al hombre principal-

mente al contacto con la piel en agua dulce o marina y al contaminar las fuentes de agua potable (Carmichael 1992; Pilotto *et al.* 1997; Kuiper-Goodman *et al.* 1999).

Los venenos producidos por microalgas marinas tienen diferentes características químicas, modos de acción específicos y sintomatologías diversas según la toxina y la concentración. En la Tabla 1 se incluyen las ficotoxinas detectadas hasta el momento en aguas uruguayas.

En Sudamérica ha habido casos fatales por consumo de moluscos tóxicos con VPM y varios registros de intoxicación moderada por VDM (Sar *et al.* 2002). En Uruguay hay registros de intoxicación leve por VPM que datan de 1980 (Davison & Yentsch 1985). Posteriormente se han detectado concentraciones superiores al límite admitido de VPM en moluscos y se han instalado varios períodos de veda (Medina *et al.* 1993; Medina *et al.* 2003; Ferrari & Méndez 2004). Hay registros extraoficiales de intoxicación por VDM a partir de 1992 (Ferrari *et al.* 2000) y respecto a VAM no hay registros de intoxicados y solamente se detectó ácido domoico en moluscos en una oportunidad en bajas concentraciones (Medina *et al.* 2003). Se han detectado cepas tóxicas de *Microcystis aeruginosa* en el Río de la Plata (De León & Yunes 2001).

Fernández *et al.* (2004) han revisado recientemente las medidas de manejo tendientes a asegurar la calidad de los moluscos y las diversas reglamentaciones para la comercialización, así como estrategias para facilitar la eliminación de toxinas de los moluscos.

#### Impacto en la biota

Existen numerosas especies de microalgas que producen mortandades masivas en peces por efectos físicos (Takano 1959; Taylor *et al.* 1985; Clement & Lembeze 1993) o químicos (White 1980; Meyer & Barclay 1990; Taylor & Haigh 1993; Bruslé 1995; Rensel 1995). Las aves y los mamíferos marinos también han sido víctimas de intoxicación por VAM o VPM (Geraci *et al.* 1989; Buck *et al.* 1992).

El zooplancton y los moluscos sufren efectos adversos por ingerir fitoplancton tóxico (Takano 1959; Taylor *et al.* 1985; Huntley *et al.* 1986; Uye 1986; Shumway

**Tabla 1.** Ficotoxinas detectadas en Uruguay en moluscos o en el plancton estuarino o marino, capaces de generar efectos en la salud humana. (Fuente: MacKintosh *et al.* 1990; Carmichael 1992; Backler *et al.* 2004).

Ficotoxinas	VPM	VDM	VAM	Microcystina
Toxina(s) (número)	Saxitoxina (>20)	Ácido okadaico, dinophysistoxinas (>6)	Ácido domoico (5)	Microcystina
Modo de acción	Bloqueo del canal de Sodio	Inhibidor de la fosfatasa proteica	Agonista receptor del glutamato	Inhibidor de la fosfatasa proteica
Tiempo de incubación	5-30 min	<24 h	<24 h	Minutos/horas
Síntomas agudos y crónicos	Adormecimiento de labios y punta de los dedos, parálisis de los miembros inferiores y superiores, pérdida de la coordinación motora, depresión respiratoria, muerte	Diarrea, náuseas y vómitos, dolor abdominal, dolor de cabeza, fiebre	Náuseas, vómitos, diarrea, vértigo, confusión, pérdida de memoria, alucinaciones, desorientación, aprehensión, coma	Dermatitis, afecciones hepáticas, gastroenteritis
Duración de los síntomas	Días	Días	Años	

1990; Yukihiko *et al.* 2001). Las toxinas producidas por cianobacterias pueden causar efectos tóxicos a diferentes niveles tróficos, afectando peces (Anderson *et al.* 1993; Rodger *et al.* 1994), mamíferos y aves (Carmichael 1992).

### Impacto en la economía

Los centros de cultivo de peces y de moluscos sufren el impacto de las floraciones de fitoplancton nocivo (Rosenberg *et al.* 1988; Underdal *et al.* 1989). Las floraciones de microalgas, de grandes biomásas, han causado grandes pérdidas económicas en países maricultores al provocar mortandades masivas por anoxia o por inflamación u obstrucción de las branquias de los peces.

El sector turístico se ve afectado por las FANs ya que algunas especies forman una nata o espuma desagradable para el bañista. El sector pesquero en Uruguay ha sufrido los efectos económicos de las "mareas rojas" dado que las vedas prohíben la comercialización y explotación de los recursos, muchas veces coincidiendo con la temporada de mayor venta. Para el período 1991-1997, una estimación inicial de pérdidas en el mercado local por no comercialización de mejillones debido a marea roja asciende a U\$S 901802 (Méndez 2000).

### PROGRAMAS DE MONITOREO

Como consecuencia del impacto producido por las FANs, alrededor de 50 países en el mundo han implementado programas nacionales de monitoreo (Anderson *et al.* 2001). El objetivo general que persigue un programa de monitoreo de FANs es la previsión de efectos negativos para el hombre, ya sea en su salud, en su economía u otros. Los organismos o instituciones con competencias en el control de productos pesqueros destinados al consumo humano son los que rigen oficialmente los programas de monitoreo de FANs y de toxicidad de moluscos, y además tienen las facultades de certificar la calidad de los mismos, atento a las regulaciones existentes a nivel nacional o internacional.

El monitoreo de FANs y toxicidad en moluscos que realiza la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) desde 1980 constituye una herramienta de gestión válida para la detección de toxicidad en moluscos y alerta temprana de eventos tóxicos ya que en ocasiones se ha detectado el desarrollo de la floración tóxica antes de que los moluscos concentren la toxina. Para ello se lleva a cabo un seguimiento permanente de la comunidad fitoplanctónica y toxicidad en moluscos en las áreas de explotación de estos últimos. Las estaciones fijas de muestreo se ubican en la costa de los departamentos de Maldonado y Rocha (Fig. 1), en áreas de extracción de berberechos y mejillones. Con la misma metodología del programa de monitoreo, se controlan otras pesquerías de bivalvos durante todo el período de explotación.

Especies centinelas de moluscos son utilizadas en todo el mundo para evaluar eventos tóxicos y tendencias de toxicidad. La capacidad de los moluscos filtradores de acumular las toxinas depende de la concentración de microalgas tóxicas en el fitoplancton y el metabolismo de



Figura 1. Estaciones costeras de monitoreo de FANs.

la especie de molusco (Cembella & Shumway 1995). Es importante considerar que diferentes especies de moluscos presentan diferencias en su capacidad de acumular y retener toxinas (Bricelj & Shumway 1998) por lo cual es deseable que en los monitoreos se determine toxicidad en diferentes especies de moluscos. Los bivalvos tienen gran capacidad de acumular y también de detoxificarse de altas concentraciones de toxinas. Los bivalvos acumulan rápidamente la toxina y la eliminan con mayor rapidez que otro tipo de moluscos (Neal 1967; Shumway 1990).

La inversión en programas de monitoreo en los diversos países está en relación con la producción de moluscos y varía entre 0.02 y 5% de ésta. En países donde existe un gran desarrollo de la acuicultura, como el caso de Chile, existe un compromiso del sector empresarial para el financiamiento de los programas de monitoreo de FANs (Clement & Lembeye 1993; INTESAL 2001) y en algunos casos el sector pesquero participa de la mesa de gestión conjuntamente con los ministerios de salud y pesca implicados en el tema, como en Nueva Zelanda (Trusewich *et al.* 1996).

Se estima que Uruguay en 2001 invertía para este programa un monto que representaba un 1.2% del valor de su producción (Anderson *et al.* 2001).

### COMPETENCIAS INSTITUCIONALES EN EL MONITOREO DE LAS FANs EN URUGUAY

De acuerdo a los artículos 29 y 38 del Decreto del Poder Ejecutivo N° 149/997, "El INAPE [hoy DINARA] es la única autoridad sanitaria oficial competente de la actividad pesquera y atiende con sus sistemas de control las normativas directrices o recomendaciones emanadas de organismos internacionales. En casos de emergencias sanitarias que pudieran provocar afectación a la salud humana por la aparición de marea roja, otras floraciones similares, otros organismos patógenos o agentes contaminantes en el agua o en especies acuáticas de consumo humano, la DINARA queda facultada para adoptar las medidas de emergencia pertinentes en salvaguarda de la salud pública". Otros organismos nacionales rigen respecto al uso de agua para consumo o recreación y tienen a su cargo programas de monitoreo de floraciones algales adaptados a estos fines.

El control de las FANs en los cuerpos de agua que surten de agua potable a la población, está dentro de la competencia de la OSE (Obras Sanitarias del Estado), en el marco del contralor higiénico de los cursos de agua que se utilizan para la prestación de sus servicios.

Por otra parte la gestión de las FANs en las aguas utilizadas para recreación, son competencia de los Gobiernos Municipales, los que limitan zonas o períodos de bañabilidad de espacios habilitados para estos fines.

El Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIAT- Hospital de Clínicas) cumple un rol de asistencia médica, información y registro de personas afectadas, así como formación y capacitación profesional médico sobre la sintomatología y los tratamientos ante este tipo de afecciones.

El Ministerio de Salud Pública se involucra en lo referente a la comunicación pública y el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente ha tenido participación en la gestión interinstitucional para manejo de esta problemática.

La Prefectura Nacional Naval, cumple un rol fundamental de apoyo al programa de monitoreo de la DINARA y a su vez en el rol de fiscalización de las medidas de veda.

#### **PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS FANs Y TOXICIDAD EN MOLUSCOS EN URUGUAY**

En el año 1980 se registró el primer evento de toxicidad en moluscos, el cual hasta el momento fue el que tuvo mayor persistencia en el área ya que comenzó a mediados de febrero en la costa de Maldonado y se extendió rápidamente a la costa de Rocha. Los moluscos permanecieron tóxicos desde fines de verano hasta fines de primavera. Durante este episodio se registraron 60 personas con intoxicación leve por consumo de moluscos con VPM (Veneno Paralizante de Moluscos), que constituye el primer antecedente en el país. Como consecuencia, surgió la necesidad de implementar un programa de monitoreo que permitiera prevenir intoxicaciones por esta causa (Davison & Yentsch 1985). Científicos de la institución con asesoramiento internacional establecieron las pautas del programa de monitoreo que desde entonces lleva a cabo la DINARA y al que se han agregado posteriormente la determinación de otras toxinas.

El programa tiene una estructura básica (Andersen 1996; Anderson *et al.* 2001) que incluye: 1) toma de muestras, observación y registro de condiciones ambientales; 2) análisis de laboratorio; 3) evaluación de los resultados; 4) implementación de medidas reguladoras; y 5) comunicación pública de las medidas.

#### **Toma de muestras, observación y registro de condiciones ambientales**

Las muestras de fitoplancton se toman semanalmente durante todo el año y las de moluscos para determinación de toxicidad se toman semanalmente de diciembre a marzo y quincenalmente el resto del año. Las muestras de fitoplancton se toman desde muelles, puntas rocosas

o pequeñas embarcaciones, y los moluscos se muestrean en los bancos naturales de acceso directo del público y en los puestos de venta.

En el momento de muestreo se registran condiciones de temperatura del agua, dirección e intensidad del viento, nubosidad, color del agua, presencia de espuma o nata y se toman muestras para medición de salinidad.

#### **Análisis de laboratorio**

Se realiza un estudio cualitativo de las especies que componen la comunidad fitoplanctónica, se cuantifican las que tienen probada o potencial capacidad de producir toxinas y otras relevantes en abundancia utilizando el método de Uthermöhl (1958). El registro fotográfico correspondiente se focaliza en las especies tóxicas.

El monitoreo de toxinas en moluscos lo lleva a cabo el laboratorio de control y certificación de la DINARA. El monitoreo de VPM se comenzó en 1980 en moluscos de consumo local: mejillones (*Mytilus edulis*), berberechos (*Donax hanleyanus*) y almejas (*Mesodesma mactroides*) y posteriormente se expandió el control a moluscos para exportación como las vieiras (*Psychrochlamys patagonica*), caracoles (*Pachycymbiola brasiliana* y *Zidona dufresnei*) (Medina *et al.* 1993; Medina *et al.* 2003) y almejas (*Pitar rostrata*) (Medina & Giudice 2005).

En 1992 se implementó la técnica para determinación de VDM (Veneno Diarreico de Moluscos) por bioensayo en ratones y en el año 2000 para VAM (Veneno Amnésico de Moluscos). La determinación de los diversos tipos de venenos en moluscos se realiza de acuerdo a las metodologías requeridas internacionalmente (Yasumoto *et al.* 1984; AOAC Internacional 1995). Se conoce la composición de toxinas que producen las cepas de *Gymnodinium catenatum* y *Alexandrium tamarense* de Uruguay (Méndez *et al.* 2001; Negri *et al.* 2001). En el caso de la exportación de moluscos se aplica una serie de Directivas de la Comunidad Europea respecto a la seguridad de los alimentos a los efectos de asegurar la protección del consumidor y la calidad de los productos (Fernández *et al.* 2004).

#### **Evaluación de los resultados**

Al finalizar los análisis de las muestras, el equipo técnico responsable de la determinación de toxinas y del estudio del fitoplancton evalúa la situación y establece las medidas de prevención necesarias. A mediano y largo plazo se realizan evaluaciones de la información obtenida que permiten ampliar el conocimiento de estos fenómenos y realizar ajustes en el programa de monitoreo (Méndez 1993; Negri *et al.* 2001; Méndez & Ferrari 2003; Medina *et al.* 2003; Méndez & Medina 2004). La Tabla 2 resume los eventos tóxicos detectados por el programa de monitoreo de la DINARA entre 1980 y 2005.

#### **Implementación de medidas reguladoras**

El programa de monitoreo de la DINARA recomienda el establecimiento inmediato de vedas ante situaciones de riesgo para la salud del consumidor de productos

**Tabla 2.** Cronología de floraciones tóxicas, toxinas detectadas y períodos de veda. \* Veda de carácter cautelar por floración tóxica.

Año	Lugar	Especie tóxica	Densidad máxima cel l <sup>-1</sup>	Toxina detectada y períodos de veda
1980	La Paloma	<i>Gonyaulax, Gymnodinium</i> sp.	–	VPM (16/02/80-15/08/80)
1991	Piriápolis	<i>G. catenatum</i>	77 x10 <sup>3</sup>	VPM <80 µg STX eq/100g
1991	Punta del Este	<i>A. tamarense</i>	31 x10 <sup>3</sup>	VPM (27/08/91-15/10/91)
1992	La Coronilla	<i>D. acuminata</i>	4.5 x10 <sup>3</sup>	VDM + (21/01/92-7/02/92)
1992	Punta del Este, La Paloma	<i>G. catenatum</i>	93 x10 <sup>3</sup> 146 x10 <sup>3</sup>	VPM (17/02/92-16/03/92)
1992	Piriápolis	<i>D. acuminata</i>	1500	VDM +
1992	Punta del Este	<i>D. acuminata</i>	4.5 x10 <sup>3</sup>	VDM +
1992	La Paloma	<i>D. acuminata</i>	2 x10 <sup>3</sup>	VDM +
1992	La Paloma	<i>A. tamarense</i>	4.3 x10 <sup>3</sup>	VPM (3/10/92-27/10/92)
1993	Punta del Este, La Paloma	<i>G. catenatum</i>	10 <sup>4</sup> 30.4 x10 <sup>3</sup>	VPM (12/03/93-13/04/93)
1993	Punta del Este	<i>A. tamarense</i>	34.5 x10 <sup>3</sup>	VPM (5/08/93-24/09/93)
1994	Punta del Este, Arachania	<i>G. catenatum</i>	3.6x10 <sup>3</sup> 13.8x10 <sup>3</sup>	VPM (25/02/94-17/03/94)
1994-1995	Chuy	<i>D. caudata, D. acuminata</i>	4.4 x10 <sup>3</sup> 3.6 x10 <sup>3</sup>	VDM+ (13/12/94-6/01/95)
1995	Piriápolis	<i>G. catenatum</i>	8.5 x10 <sup>3</sup>	VPM <80 µg STX eq/100g
1995	La Paloma	<i>A. tamarense</i>	440	VPM <80 µg STX eq/100g
1996	La Paloma	<i>D. acuminata</i>	80	VDM + (16/02/96-8/03/96)
1996	Punta del Este, La Paloma	<i>G. catenatum</i>	24 x10 <sup>3</sup> 5 x10 <sup>3</sup>	VPM <80 µg STX eq/100g
1996	Punta del Este, Arachania	<i>A. tamarense</i>	16.4 x10 <sup>3</sup> 80 x10 <sup>3</sup>	VPM (14/08/96-23/10/96)
1997	Punta del Este	<i>Microcystis aeruginosa</i>	–	Microcystinas en el plancton
1997	Punta del Este	<i>A. tamarense</i>	1640	VPM <80µg STX eq/100g
1998	Punta del Diablo	<i>G. catenatum</i>	278 x10 <sup>3</sup>	VPM (17/03/98-23/04/98)
2001	Arachania	<i>G. catenatum</i>	32 x10 <sup>3</sup>	VPM (23/02/01-5/03/01)
2001	Punta del Este	<i>Pseudo-nitzschia multiseries</i>	1200	VAM <20 µg AD/g
2002	Arachania	<i>G. catenatum</i>	4760	VPM<80µg STX eq/100g
2003	Piriápolis	<i>G. catenatum</i>	22.2 x10 <sup>3</sup>	VPM (24/01/03-14/02/03)
2004	Piriápolis	<i>G. catenatum</i>	50680	VPM (4/02/04-10/03/04)
2005	Punta del Este	<i>G. catenatum</i>	16 x10 <sup>4</sup>	* (22/03/05-1/04/05)

pesqueros, lo cual requiere de una acción rápida de los técnicos, de las autoridades y de los medios de comunicación, a fin de evitar intoxicaciones.

Las vedas se establecen ante dos situaciones: a) cuando el producto presenta un nivel de toxinas que excede el límite fijado y b) cuando se detecta una floración de una especie tóxica o potencialmente tóxica en áreas de explotación de moluscos. En esta segunda situación la veda es de carácter cautelar y la medida se levanta una vez que se detecta el fin de la floración y el fitoplancton es nuevamente dominado por especies inocuas. Puede pasar que a razón de la permanencia de la floración tóxica en el área los moluscos concentren la toxina y se pase de veda cautelar a definitiva una vez alcanzado el límite tóxico.

La concentración límite del alga tóxica que dispara el mecanismo de acción o la medida reguladora, ha sido definido solo en pocos países. La experiencia local es la base para generar estos límites en los protocolos nacionales. En Uruguay se intensifica el monitoreo de fitoplancton y toxicidad en moluscos ante el incremento en la concentración de una especie tóxica y ante la detección de concentraciones mínimas de toxicidad en moluscos.

### Comunicación pública

La comunicación es un punto clave en el programa de monitoreo, tanto cuando se impone una medida reguladora como cuando se levanta la misma. La comunicación interinstitucional y asimismo hacia el público debe ser efectiva. Ante la detección de un evento tóxico la DINARA emite inmediatamente un comunicado oficial de veda de moluscos bivalvos y lo envía a la prensa y a las instituciones involucradas, e.g. prefecturas, servicios de salud, intendencias costeras y asociaciones de pescadores. Dado que los efectos de las floraciones algales nocivas dependen de la especie causante es necesario informar a la población sobre los riesgos en cada caso.

### FACTORES QUE INFLUYEN EN EL INICIO DE LAS FLORACIONES Y DISPERSIÓN DE LAS ESPECIES TÓXICAS

Considerando los factores limitantes de la producción primaria, la floración de una especie dependerá de la existencia de condiciones que favorezcan su crecimiento y su competitividad frente a otras especies. Dichos factores son: la existencia de luz, temperatura y concen-



tración de nutrientes apropiadas y poca presión de herbivoría del zooplankton (Raymont 1980). Es importante considerar que las zonas de gran producción algal son también zonas de gran biomasa de zooplankton que regula las poblaciones algales. Por otra parte, la división celular depende de la existencia de una concentración mínima de nutrientes así como de la relación entre la concentración de Nitrógeno y Fósforo. La distribución de nutrientes en el área condiciona la existencia de grandes parches de fitoplancton. Las zonas costeras con escasa profundidad y gran aporte de nutrientes podrían favorecer las floraciones también durante el verano mientras en zonas de mayor profundidad los nutrientes se encuentran atrapados debajo de la termoclina (Raymont 1980).

El estuario del Río de la Plata, segunda cuenca hidrográfica de Sudamérica, vierte al océano 20000-25000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (Framiñan & Brown 1996). En términos generales, latitudes medias presentan picos estacionales de producción primaria en primavera y otoño. En esta región el pico mayor de producción primaria se produce a fines de invierno y primavera y en menor grado en otoño (Odebrecht & García 1997). La alta productividad primaria en los estuarios está directamente relacionada con el ingreso de nutrientes inorgánicos disueltos y con los procesos físicos y biológicos (Boynton *et al.* 1982; Knox 1986). Durante la primavera, el Río de la Plata presenta los valores máximos de productividad primaria, comparado con la zona costera, las aguas de plataforma, la Corriente de Malvinas y la Corriente de Brasil (Carreto *et al.* 2003). Cabe señalar que mientras la temperatura y la salinidad condicionarían la distribución, presencia o ausencia de las especies en la región, el régimen de nutrientes determinaría la capacidad de crecer y el nivel de biomasa o abundancia numérica a la que pueden llegar las especies (Steidinger *et al.* 1998). Estudios sobre las condiciones ambientales que favorecen el inicio de las floraciones de especies tóxicas en la zona costera atlántica de Uruguay ha sido la principal línea de investigación del laboratorio de fitoplancton de la DINARA (Méndez *et al.* 1996; Brazeiro *et al.* 1997; Méndez *et al.* 1997; Odebrecht *et al.* 1997; Ferrari *et al.* 2000; Méndez & Ferrari 2002; Méndez & Galli 2006). No obstante hasta el momento se desconoce la dinámica temporal de los nutrientes en el área y en qué medida estos desencadenan o limitan el desarrollo de las FANs.

Existe un creciente registro de floraciones tóxicas en diferentes partes del mundo, por lo cual se han generado varias teorías para explicar la creciente dispersión geográfica de estas. Entre estas teorías se incluyen el crecimiento explosivo de especies endémicas, provocado por cambios ambientales, la dispersión natural por las corrientes oceánicas, la dispersión por actividad humana de transporte marítimo de aguas de lastre, o de bivalvos o peces vivos por la actividad de la maricultura, o una suma de estas (Anderson 1989; Hallegraeff & Bolch 1992). La dificultad para distinguir entre estas hipótesis de dispersión radica en diferenciar las especies endémicas y las introducidas (Scholin 1998). En este sentido,

antes de pensar en la introducción de nuevas especies, se presenta a continuación una breve descripción de la evolución de las floraciones de especies productoras de VPM en la región.

#### EVOLUCIÓN DE LAS FLORACIONES DE ESPECIES PRODUCTORAS DE VPM EN LA ZONA COSTERA URUGUAYA Y ÁREAS ADYACENTES

Para analizar el origen de las especies tóxicas en aguas uruguayas, se deberían analizar los registros históricos. A continuación se presenta en forma sintética el caso de las especies productoras de VPM. Las especies productoras de VPM registradas hasta el momento en aguas uruguayas son: *A. tamarense* y *G. catenatum* (Fig. 2).

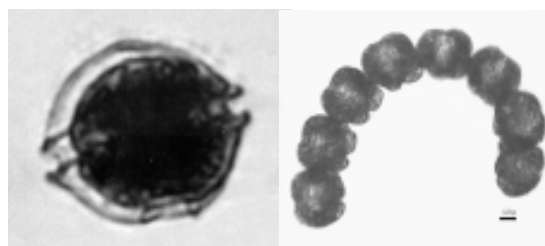


Figura 2. *A. tamarense* (izquierda) y *G. catenatum* (derecha).

*Alexandrium tamarense* fue registrada en el Mar Argentino por primera vez en 1980 (Carreto *et al.* 1981) y sus quistes de reposo también fueron detectados en sedimentos de la plataforma continental argentina (Orozco & Carreto 1989). Posteriormente, la expansión de la especie a toda la costa argentina se produciría por centros de dispersión asociados a sistemas frontales (Carreto *et al.* 1985). La primera floración de *A. tamarense* en la costa uruguaya se registró en 1991 (Medina *et al.* 1993; Méndez 1993) y a partir de entonces varias floraciones tóxicas de esta especie se han registrado en periodos de primavera de 1992, 1993 y 1996 (Méndez & Ferrari 2002). En el S de Brasil el primer registro de floración de *A. tamarense* fue en 1996 (Odebrecht *et al.* 1997; Persich *et al.* 1998; Odebrecht *et al.* 2002). Se ha encontrado una asociación de la ocurrencia de las floraciones de esta especie en Uruguay con factores ambientales como lo son los periodos de mayor intensidad del frente de convergencia, disminución de la descarga del río (Méndez *et al.* 1996). Se ha observado una gran asociación de las floraciones de *Alexandrium* con aportes de ríos en otras regiones (Therriault *et al.* 1985; Franks & Anderson 1992), lo cual presumiblemente refleja la importancia del aporte de sustancias húmicas naturales, elementos traza y otros materiales estimulantes para su crecimiento (Anderson 1998). *Alexandrium tamarense* es una especie que no tiene una tasa de crecimiento explosiva (Yamamoto & Tarutani 1996), pero tiene capacidad de adaptarse y colonizar múltiples ambientes (Anderson 1998).

La existencia de *G. catenatum* había sido citada por primera vez en la región del Atlántico Sudoccidental por Balech (1964) en la plataforma bonaerense. Sin embargo,

las primeras floraciones de esta especie se producen en aguas uruguayas a partir de 1991 asociada a aguas cálidas de verano y posteriormente se repiten con diferente intensidad en las temporadas de verano y principios de otoño (Tabla 2). Se ha registrado la existencia de gran densidad de quistes de esta especie a lo largo de la costa uruguaya (Méndez 1995; Méndez *et al.* 2003) en áreas donde se producen las floraciones, lo cual permitiría el resurgimiento periódico de éstas. En Argentina se asocia el incremento de VPM en moluscos en otoño a la presencia de *G. catenatum* en el plancton (Carreto & Akselman 1996; Carreto *et al.* 1998). En Santa Catarina (Brasil) se registró por primera vez en 1998 (Proença *et al.* 2001; García & Proença 2001) y ha sido asociado a la producción de VPM. *Gymnodinium catenatum* tiene ventajas competitivas que le permiten predominar sobre las diatomeas en condiciones de calma y estabilidad de la columna de agua, o en condiciones donde la nutrición es profunda, gracias a su capacidad de migración vertical (Hallegraeff & Fraga 1998).

La expansión geográfica de las floraciones de estas especies tóxicas en la región, en las dos últimas décadas del siglo XX, podría deberse al transporte natural por las corrientes oceánicas que les permite colonizar áreas con nutrientes estimulantes para su desarrollo. Estas especies que habitan simultáneamente diversas regiones del mundo y generan quistes capaces de ser transportados por las corrientes o por las aguas de lastre de los barcos tienen grandes chances de expandirse geográficamente.

#### LOS QUISTES COMO INÓCULOS PARA NUEVAS FLORACIONES TÓXICAS

Los dinoflagelados pueden generar durante el ciclo de vida un estado no-móvil llamado quiste. Frente a condiciones ambientales adversas, o durante el proceso de división celular asexual, se producen quistes temporales capaces de restablecerse rápidamente a su forma móvil. El quiste de resistencia es en cambio un cigoto perdurable no-móvil formado por la fusión de gametos (Blackburn *et al.* 1989). Los quistes pueden acumularse lejos de su área de generación y permanecer años en el sedimento en determinadas condiciones de temperatura y bajos niveles de oxígeno. La resuspensión de estos por las corrientes y su exposición a condiciones ambientales adecuadas provocan la germinación (Matsuoka & Fukuyo 2000). La concentración de nutrientes no parece afectar el éxito de la germinación de los quistes, según estudios realizados en *Alexandrium minutum* (Cannon 1993); no obstante la luz, la salinidad y el oxígeno tienen diferente grado de importancia. Por ejemplo, a nivel experimental los quistes de *A. tamarense* no germinan luego de siete semanas de oscuridad (Anderson *et al.* 1987). La luz acelera el proceso de germinación y el oxígeno es absolutamente necesario para la mayoría de las especies de dinoflagelados para germinar (Anderson 1998).

En la costa uruguaya se han registrado quistes de varias especies de dinoflagelados entre los que se encuentran los de *A. tamarense* y *G. catenatum*, especies pro-

ductoras de VPM (Méndez 1995; Méndez *et al.* 2003). Actualmente se conocen más de 80 especies marinas y 15 de agua dulce que generan quistes (Matsuoka & Fukuyo 2000). Estudiar las zonas de deposición de quistes aporta elementos para el estudio de la dinámica de estas especies ya que estos constituyen un potencial inóculo para el inicio de nuevas floraciones tóxicas. El tamaño del inóculo exquistado puede tener relación con la magnitud de la floración, especialmente si la floración es limitada estacionalmente por la temperatura u otros factores endógenos de regulación del exquistamiento y enquistamiento (Anderson 1998).

#### INTRODUCCIÓN DE ESPECIES TÓXICAS

Los barcos de carga transportan gran cantidad de agua de lastre cuando viajan con poca carga, lo cual les permite navegar y operar con seguridad. Las aguas de lastre se vuelcan en áreas lejanas al lugar donde fueron tomadas. La introducción de especies exóticas por este procedimiento es un riesgo al cual están expuestas todas las áreas de navegación y portuarias. Según información del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, ca. 3000 especies de plantas y animales están siendo transportadas diariamente dentro de las aguas de lastre de los barcos (UNDP 1998). La introducción de especies invasoras ha creado serios problemas entre los cuales se encuentra la dispersión de especies tóxicas de dinoflagelados. En 1973 La Organización Marítima Internacional (OMI) reconoce el problema causado por las aguas de lastre y en 1991 el Comité de Protección Ambiental Marina (MEPC 1991) adoptó la "Guía para prevenir la introducción de organismos acuáticos no deseados y patógenos del agua de lastre y sedimentos de los barcos". A partir de esa fecha muchos países han tomado medidas respecto al control del agua de lastre. La cantidad de quistes de especies de microalgas en los sedimentos de los tanques de aguas de lastre es enorme (Graneli *et al.* 1999). *Gymnodinium catenatum*, especie que produce floraciones tóxicas por VPM en varios países, ha sido introducida en Australia por medio de aguas de lastre (Hallegraeff & Bolch 1992). Australia resalta tres acciones para minimizar los riesgos de introducción de algas nocivas por aguas de lastre (Paterson 2000):

a) Al cargar agua de lastre: no tomarla cuando hay una floración algal, ni cuando se sabe que hay desarrollo o colonización de una plaga marina nociva, y no tomar sedimento del fondo de los puertos;

b) Durante el viaje: intercambiar aguas de lastre en el medio del océano, realizar tratamiento de las aguas de lastre; y

c) Al descargar el agua de lastre: no descargar en cuerpos de agua cerrados, de baja profundidad o cercanos a estructuras de producción de productos del mar.

El procedimiento de recambiar el agua de lastre en el océano abierto, permite en general la remoción de gran porcentaje de fitoplancton en condiciones de seguridad, pero gran cantidad de quistes permanecen en el sedimento del fondo de los tanques (Villac *et al.* 2000).

## ESTRATEGIAS DE CONTROL DE FLORACIONES

Evaluaciones recientes sobre las estrategias de control (Anderson *et al.* 2001) demuestran la controversia científica en la aplicación de éstas, a modo de prevenir consecuencias negativas de la interferencia del hombre en los procesos naturales. Se han descrito diversos métodos físicos, químicos y biológicos para el control directo de las floraciones, cuyas ventajas o desventajas se presentan a continuación.

### Métodos físicos y químicos

La utilización de floculantes para controlar floraciones (macromoléculas sintéticas, sales de hierro o sulfato de aluminio) ha dado resultado pero el costo es muy elevado (Shirota 1989) y la aplicación de metales podrían incluso estimular la floración. El uso de arcilla como floculante, ha sido efectivo dependiendo de la arcilla utilizada y de la especie a tratar (Shirota 1989; Yu *et al.* 1994a; 1994b; 1994c; Na *et al.* 1996). La remoción de células o destrucción por ultrasonido, no han dado resultados exitosos (Shirota 1989).

Muchos productos químicos han sido propuestos para mitigar las FANs pero solo algunos tienen algún grado de especificidad para las especies de algas nocivas. El uso de algunos químicos para destruir las células de una especie tóxica presentan la desventaja de que podrían liberar las toxinas al agua y afectar especies benignas (Rounsell & Evans 1958). Se ha propuesto el uso de otros agentes químicos producidos naturalmente por microalgas (McCoy & Martin 1977) a los que se le han hecho objeciones respecto al costo y la inespecificidad (Steidinger 1983). Sustancias extraídas de macroalgas u otras especies acuáticas podrían ser utilizadas para el futuro control de FANs, previa investigación sobre la efectividad y especificidad de éstas (Anderson *et al.* 2001).

### Métodos biológicos

El método de control biológico de introducción de zooplankton como predador en las floraciones presenta obstáculos de tipo logístico y económico que lo hacen impracticable (Martin *et al.* 1973; Steidinger 1983; Shirota 1989). El uso de virus, parásitos o bacterias que afecten determinadas especies de dinoflagelados se consideran agentes posibles de control biológico, aunque se necesita mayor investigación sobre la especificidad en el ataque de la especie objetivo (Anderson *et al.* 2001).

Se han observado casos de decaimiento de una floración de dinoflagelados ligado a la aparición de partículas virales en las células (Nagasaki *et al.* 1994). Según Suttle (1996) la propagación viral durante una floración sería acelerada porque hay mayor probabilidad de que el virus encuentre células huésped. La elevada virulencia de la infección de dinoflagelados por parásitos ha mostrado la efectividad como mecanismo de control (Taylor 1968). En algunos casos se han identificado bacterias altamente específicas y efectivas en la destrucción de cultivos de dinoflagelados (Ishida 1999).

Otras técnicas de mitigación de los efectos nocivos de las FANs en centros de piscicultura como: la filtración del agua, encerramiento de floraciones, aireación, oxigenación, ozonización o el movimiento de las estructuras, han sido utilizadas por Canadá, Estados Unidos, Noruega y Chile entre otros países (Anderson *et al.* 2001). Algunos centros de maricultura trasladan las jaulas o estructuras de cultivo o las sumergen para evitar el contacto de los peces con la floración a fin mitigar el impacto de las floraciones algales nocivas.

## CONSIDERACIONES FINALES

La incapacidad de predecir la ocurrencia de floraciones algales tóxicas y las limitaciones en las medidas profilácticas y terapéuticas, lleva a que los mayores esfuerzos se efectúen en reforzar las medidas de prevención basadas en muestreo de campo, análisis de laboratorio, educación pública y legislación adecuada. El desarrollo de investigación científica con relación a las FANs generará conocimientos necesarios para comprender la dinámica de estos fenómenos naturales y los organismos que las causan, así como llevar adelante las acciones pertinentes para mitigar los efectos no deseados.

Cuanto más conocimiento se tenga de los factores bióticos y abióticos asociados a la ocurrencia de las FANs, más cerca estará la posibilidad de predecir los períodos propicios para su ocurrencia.

Asimismo, es necesario generar mayor conciencia pública sobre éste tema y hacer efectiva la comunicación y las advertencias durante eventos tóxicos. Inclusive en países con programas de monitoreo de FANs y toxicidad establecidos, aún se sufren pérdidas humanas por intoxicación, en muchos casos, debido a la falta de atención a las medidas de alerta pública. En Uruguay, aunque se realizan las comunicaciones en forma rápida por los mayores medios de difusión, debería contarse con otros medios de comunicación en aquellas áreas de mayor incidencia de episodios de floraciones tóxicas y buscar vías de información en sitios apartados, donde el acceso a los medios de difusión masiva es limitado.

La investigación para el desarrollo de esta área de conocimiento se ha visto limitada por la escasa disponibilidad institucional de recursos económicos, la dificultad de acceso a los pocos recursos nacionales destinados a la investigación y la gran competencia por fondos internacionales.

### Prioridades y perspectivas de investigación

Para crear las bases de conocimiento sobre los diversos aspectos que atañen a las floraciones algales nocivas, es necesario priorizar la investigación científica sobre este tema a nivel nacional, considerando su relevancia por la diversidad de efectos nocivos que producen.

La observación a diferentes escalas espacio-temporales de las condiciones ambientales en que se producen las floraciones algales, permite ampliar el conocimiento sobre los factores que inciden en su ocurrencia. Por ello, el

establecimiento de sistemas de monitoreo ambiental de las zonas afectadas por las floraciones algales nocivas, debería llevarse a cabo en forma paralela a los monitoreos fitoplanctónicos.

El programa de monitoreo de fitoplancton nocivo y toxicidad en moluscos establecido en Uruguay desde 1980, constituye la mejor herramienta de prevención de intoxicaciones humanas, aunque es necesario contar con mayor cantidad de recursos humanos, tecnológicos y bases de datos ambientales sistemáticos para aproximarnos al entendimiento de los eventos tóxicos.

Es necesaria la creación y el fortalecimiento de equipos multidisciplinarios para abordar los múltiples aspectos de estos fenómenos, a nivel taxonómico, biológico, químico, fisiológico, genético, toxicológico como también hidrodinámico y oceanográfico. La investigación en estas áreas es complementaria y permitiría el crecimiento científico a nivel local, la interacción regional e internacional y la retroalimentación de los diversos sistemas de gestión de las FANs.

En Uruguay no se ha promovido ni priorizado suficientemente el establecimiento de bases de información ambiental de aguas continentales, costeras ni oceánicas, por lo cual la información existente es limitada, discontinua y dispersa. Contar con información sistemática de la disponibilidad de nutrientes, biomasa fitoplanctónica, composición de pigmentos, niveles de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, etc., permitiría conocer el ecosistema e inferir sobre la dinámica de las floraciones algales nocivas.

Sería deseable contar en el futuro con sistemas de medición continua de parámetros como temperatura, salinidad, fluorescencia y propiedades ópticas que aportan gran cantidad de información útil, tanto al seguimiento de floraciones nocivas, como a la investigación en otras disciplinas. Las imágenes satelitales de temperatura, clorofila y color del agua entre otras, son de gran utilidad para detectar blooms y observar su desplazamiento. La mayor disponibilidad de información podría permitir en el futuro elaborar modelos predictivos de desarrollo de la floración de las especies tóxicas, transporte y acumulación de toxinas.

Los avances de la investigación a nivel mundial han permitido descubrir nuevos síndromes, nuevas toxinas y ampliar la lista de especies de microalgas tóxicas. Se ha establecido que cepas de una misma especie procedente de diferentes regiones pueden ser tóxicas o no. Múltiples factores bióticos y abióticos pueden incidir en la capacidad de desarrollo y de producción de toxinas de una especie. La variedad de toxinas producidas por las microalgas se está conociendo gracias a la aplicación de alta tecnología de análisis químicos (cromatografía líquida de alta presión y espectrometría de masas). Por otra parte la taxonomía continúa evolucionando tanto por el uso de técnicas de microscopía electrónica como de genética molecular, lo que provoca permanentes cambios y creaciones de géneros y especies.

### **Implicancias para la conservación y el manejo**

Considerando el manejo o gestión ambiental adecuada como la actuación del hombre para conservar o mejorar los sistemas ambientales, es imprescindible tomar en cuenta el marco jurídico, los beneficios socioeconómicos del uso y explotación de un sistema o recurso natural.

Las floraciones algales nocivas y tóxicas, dado la variedad de efectos que producen, involucran la gestión de diversas instituciones nacionales cuyo marco jurídico establece responsabilidades en la atención a la salud pública y la conservación de los recursos y ecosistemas.

Como se ha mencionado antes, la intervención del hombre para combatir una floración podría generar efectos nocivos en el ecosistema por lo cual es recomendable ser cautos en la proposición de este tipo de medidas y analizarlas desde el punto de vista político y científico.

La gestión de las FANs que lleva a cabo la DINARA-MGAP, se realiza en el marco del "Programa de Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxicidad en Moluscos", integrado a la gestión de calidad de los recursos pesqueros y a trabajos de investigación complementarios. Esta gestión de FANs se desarrolla siguiendo las pautas del programa internacional de floraciones algales nocivas de UNESCO (IOC HABP) y las exigencias de normativas internacionales para la comercialización de recursos pesqueros (Comunidad Europea). Este programa de monitoreo permite establecer períodos de veda en los que se prohíbe la extracción, comercialización y consumo de determinados productos pesqueros, en determinadas áreas afectadas durante el período de riesgo. Estas medidas se comunican inmediatamente a la población y a instituciones involucradas en la fiscalización del cumplimiento de las medidas y en la salud pública.

Frente al desarrollo de cultivos de moluscos o peces en aguas uruguayas, se deberían implementar protocolos adecuados para ampliar el programa de monitoreo de FANs y toxicidad en esas áreas.

Algunos pocos países han definido un límite en la concentración de cada especie de microalga tóxica, que les permite con mayor objetividad imponer vedas o cierres cautelares de las áreas de extracción de moluscos. Estos límites no son internacionales como los que se aplican a las toxinas sino que varían entre los países. En Uruguay no hay reglamentación sobre este punto y la forma de acción ante la detección de la floración de una especie tóxica en un área de extracción de moluscos, se basa en intensificar el monitoreo y en algunos casos aplicar una veda cautelar. La actualización en la reglamentación nacional sobre el control de floraciones tóxicas permitiría una mayor claridad sobre algunos de estos conceptos para la gestión.

Por último, una de las medidas de conservación ambiental adecuada es evitar la introducción de especies exóticas. Uruguay, al suscribir compromisos internacionales para el control de agua de lastre, deberá implementar medidas tendientes a disminuir el riesgo de introducción de especies invasoras entre las que se encuentran especies de microalgas nocivas o tóxicas.

## REFERENCIAS

- Andersen P** 1996 Design and implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. IOC Technical Series (44). 102 pp. UNESCO, Paris
- Anderson DM** 1989 Toxic algal blooms and red tides: a global perspective. Pp 11-20 *In*: Okaichi Anderson & Nemoto (eds) Red tides: biology, environmental sciences and toxicology. Elsevier, New York
- Anderson DM** 1998 Physiology and bloom dynamics of toxic *Alexandrium* species, with emphasis on life cycle transitions Pp 29-48 *In*: Anderson Cembella & Hallegraeff (eds) Physiological ecology of harmful algal blooms. Springer, New York
- Anderson DM Taylor CD & EV Armbrust** 1987 The effects of darkness and anaerobiosis on dinoflagellate cysts germination. *Limnology and Oceanography* 32:340-351
- Anderson DM Andersen P Bricelj VM Cullen JJ & JE Rensel** 2001 Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. APEC Report 201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series (59). 268 pp. UNESCO, Paris
- Anderson RJ Luu HA Chen DZX Holmes CFB Kent ML Leblanc L Taylor FJR & DE Williams** 1993 Chemical and biological evidence links microcystins to salmon "netpen liver disease". *Toxicon* 31:1315-1323
- AOAC International** 1995 Paralytic shellfish poison. Biological method. Pp 21-22 *In*: Official Methods of Analysis, 14th edition. Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, Virginia
- Backler LC Fleming LE Rowan AD & DG Baden** 2004 Epidemiology, public health and human diseases associated with harmful marine algae Pp 723-749 *In*: Hallegraeff Anderson & Cembella (eds) Manual on harmful marine microalgae. UNESCO, Paris
- Balech E** 1964 El plancton de Mar del Plata durante el período 1961-1962. Instituto de Biología Marina, Boletín 4:1-49. Mar del Plata
- Blackburn SI Hallegraeff GM & CJ Bolch** 1989 Vegetative reproduction and sexual life cycle of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from Tasmania, Australia. *Journal of Phycology* 23:99-107
- Boynton WR Kemp WM & CW Keefe** 1982 A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. Pp 69-90 *In*: Kennedy (ed) Estuarine Comparison. Academic Press, New York
- Brazeiro A Méndez SM & G Ferrari** 1997 The first toxic bloom of *Alexandrium tamarense* in Uruguay: Associated environmental factors. *Atlántica* 19:19-29. Rio Grande
- Bricelj VM & SE Shumway** 1998 Paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs: occurrence, transfer kinetics and biotransformation. *Fisheries Science* 6(4):315-338
- Bruslé J** 1995 The impact of harmful algal blooms of finfish: mortality, pathology and toxicology. *Repères Ocean* (10) IFREMER, Brest. 72 pp
- Buck KR Uttal-Cooke L Pilskaln CH Roelke D Villac MC Frixell GA Cifuentes L & FP Chávez** 1992 Autoecology of the diatom *Pseudo-nitzschia australis* a domoic acid producer from Monterey Bay, California. *Marine Ecology Progress Series* 84:293-302
- Cannon J** 1993 Germination of toxic dinoflagellate, *Alexandrium minutum* from sediments in the Port River, South Australia Pp 103-107 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Toxic phytoplankton blooms in the sea. Elsevier, New York
- Carreto JI & R Akselman** 1996 *Gymnodinium catenatum* and autumnal toxicity in Mar del Plata, *Harmful Algal News* 15:1,3
- Carreto JI Lasta M Negri RM & HR Benavides** 1981 Los fenómenos de marea roja y toxicidad en moluscos en el Mar Argentino. Contribución INIDEP 399:1-101. Mar del Plata
- Carreto JI Negri RM Benavides HR & R Akselman** 1985 Toxic dinoflagellate blooms in the Argentinean Sea Pp 147-152 *In*: Anderson White & Baden (eds) Toxic dinoflagellates. Elsevier, New York
- Carreto JI Montoya N Cucchi AD & R Akselman** 1998 *Alexandrium tamarense* blooms and shellfish toxicity in the Argentinean Sea: a retrospective view Pp 131-134 *In*: Reguera Blanco Fernández & Wyatt (eds) Harmful Algae. Xunta de Galicia & IOC UNESCO, Paris
- Carreto JI Montoya NG Benavidez HR Guerrero R & MO Carignan** 2003 Characterization of spring phytoplankton communities in the Río de la Plata maritime front using pigment signatures and cell microscopy. *Marine Biology* 143:1013-1027
- Carmichael WW** 1992 A status report on planktonic Cyanobacteria (blue-green algae) and their toxins. Environmental Protection Agency Report 600/R-92/079. 141 pp
- Cembella AD & SE Shumway** 1995 Anatomical and spatial-temporal variation in PSP toxin composition in natural populations of the surfclam (*Spisula solidissima*) in the Gulf of Maine. Pp 424-426 *In*: Lassus Arzul Gentien & Marcaillou-Le Baut (eds) Harmful Marine Algae Blooms. Lavoisier, Paris
- Clement A & G Lembeze** 1993 Phytoplankton monitoring program in the fish farming of South Chile. Pp 223-228 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Toxic Phytoplankton Blooms in the sea. Elsevier, Amsterdam
- Davison P & CM Yentsch** 1985 Occurrence of toxic dinoflagellate and shellfish toxic along Uruguayan coast, South America. Pp 153-158 *In*: Anderson White & Baden (eds) Toxic Dinoflagellates. Elsevier, Amsterdam
- De León L & JS Yunes** 2001 First report of a microcystin-containing bloom of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. *Environmental Toxicology* 16(1): 110-112
- Fernández ML Shumway S & J Blanco** 2004 Management of shellfish resources Pp 657-695 *In*: Hallegraeff Anderson & Cembella. Manual on harmful marine microalgae. UNESCO, Paris
- Ferrari G & SM Méndez** 2000 Report of phytoplankton species producing coastal water discoloration in Uruguay. *Iheringia (Série Botânica)* 54:3-18. Porto Alegre
- Ferrari G & SM Méndez** 2004 Harmful algal Monitoring program in Uruguay. Pp 144-148 *In*: Hall Etheridge Anderson Kleindinst Zhu & Zou (eds) Proceeding of First Conference on Harmful Algae Management and Mitigation, Subic Bay, Philippines. Asia Pacific Economic Cooperation (Singapore): APEC Publication # 204-MR-04.2.
- Ferrari G Méndez S & A Brazeiro** 2000 *Dinophysis acuminata* associated to diarrhetic shellfish poisoning reports in Uruguay. *Frente Marítimo* 19:91-95. Montevideo
- Framiñan MB & OB Brown** 1996 Study of the Río de la Plata Turbidity Front, Part I: Spatial and Temporal Distribution. *Continental Shelf Research* 16(10):1259-1282
- Franks PJS & DM Anderson** 1992 Alongshore transport of a toxic phytoplankton bloom in a buoyancy current: *Alexandrium tamarense* in the Gulf of Maine. *Marine Biology* 112:153-164
- García V & L Proença** 2001 Eventos recentes de florações nocivas e novos registros de toxinas no Brasil. IOC Workshop Report (186), Fifth IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in South America (Montevideo, 16-18 de octubre de 2001). UNESCO, Paris

- Geraci JR Anderson DM Timperi RJ St. Aubin DJ Early GA Prescott JH & CA Mayo** 1989 Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin. Canadian Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences 46(11):1895-1898
- Graneli E Codd GA Dale B Lipiatou E Maestrini SY & H Rosenthal** 1999 Harmful algal blooms in European marine and brackish waters. European Communities, Sweden. 93 pp
- Hallegraeff G** 1993 A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia 32(2):79-99
- Hallegraeff GM & CJ Bolch** 1992 Transport of toxic dinoflagellate cysts via ship's ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. Journal of Plankton Research 14:1067-1084
- Hallegraeff GM & S Fraga** 1998 Bloom dynamics of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*, with emphasis on Tasmanian and Spanish coastal waters. Pp 59-80 *In*: Anderson Cembella & Hallegraeff (eds) Physiological ecology of harmful algal blooms. Springer, New York
- Hallegraeff GM Anderson DM & AD Cembella** 1995 Manual on Harmful Marine Microalgae. IOC Manuals and Guides (33) UNESCO, Paris. 551 pp
- Huntley ME Sykes P Rohan S & V Marin** 1986 Chemically-mediated rejection of dinoflagellate prey by the copepods *Calanus pacificus* and *Paracalanus parvus*: mechanism, occurrence and significance. Marine Ecology Progress Series 28:105-120
- INTESAL** 2001 Programa de monitoreo de fitoplancton de INTESAL <http://www.salmonchile.cl/sch/espanol/ppcont211.htm>
- Ishida Y** 1999 Microbial impact on occurrence of harmful algal red tides *In*: Proceedings of the First Korea-Japan Marine Biotechnology Symposium (in press)
- James KJ Furey A Satake M & T Yasumoto** 2000 Azaspiracid poisoning (AZP): a new shellfish syndrome in Europe. Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000), Abstract:25
- Knox GA** 1986 Estuarine ecosystems: a systems approach. Volume 1. CRC Press, 289 pp
- Kuiper-Goodman T Falconer IR & J Fritgerald** 1999 Human health aspects Pp 113-153 *In*: Chorus & Bartram (eds) Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. London E & FN Spon
- MacKintosh C Beattie KA Klumpp S Cohen P & GA Codd** 1990 Cyanobacterial microcystin-LR is a potent and specific inhibitor of protein phosphatases 1 and 2A from both mammals and higher plants. FEBS Letters 264(2):187-192
- Martin DF Doig MT & CB Stackhouse** 1973 Biocontrol of the Florida red tide organism, *Gymnodinium breve*, through predator organisms. Environmental Letters 10:115-119
- Matsuoka K & Y Fukuyo** 2000 Guía técnica para el estudio de quistes de dinoflagelados actuales. WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC. 30 pp
- McCoy J & DF Martin** 1977 The influence of *Gomphosphaeria aponina* on the growth of *Gymnodinium breve* and the effects of aponin on the lchtyotoxicity of *Gymnodinium breve*. Chemical Biology Interactions 17:17-24
- Medina D & H Giudice** 2005 Biotoxinas marinas en Uruguay. Pp 253-257 *In*: Pose (ed) Animales ponzoñosos y toxinas biológicas. FEFMUR, Montevideo
- Medina D Inocente G & C López** 1993 PSP in bivalve along the Uruguayan coast. Pp 425-428 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier, Amsterdam
- Medina D Méndez S Inocente G Ferrari G Salhi M Giudice H Méndez E Odizzio M & MD Otero** 2003 Shellfish monitoring programme in Uruguay. Pp 197-202 *In*: Molluscan Shellfish Safety. Villalba Reguera Romalde & Beiras (eds) Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos da Xunta de Galicia and Oceanographic Commission of UNESCO
- Méndez SM** 1993 Uruguayan red tide monitoring programme: preliminary results (1990-1991). Toxic Phytoplankton Blooms in the sea. Pp 287-289 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Elsevier Science Publishers, Amsterdam
- Méndez SM** 1995 Altas concentraciones de quistes del dinoflagelado tóxico *Gymnodinium catenatum* en los sedimentos costeros de Uruguay. Publicación de la Cooperación Latinoamericana de Control de Calidad e Inspección de Productos Pesqueros. INFOPECA Montevideo 1:3
- Méndez SM** 2000 Instrumentos de gestión de recursos bentónicos del litoral Atlántico uruguayo con respecto a las floraciones algales nocivas. Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía (La Rábida, España). 131 pp (Inédita)
- Méndez SM & G Ferrari** 2002 Floraciones algales nocivas en Uruguay: antecedentes, proyectos en curso y revisión de resultados. Pp 269-289 *In*: Sar Ferrario & Reguera (eds) Floraciones algales nocivas en el cono sur americano. Publicación Especial del Instituto Español de Oceanografía, Vigo
- Méndez SM & G Ferrari** 2003 Floraciones tóxicas de *Gymnodinium catenatum* en aguas uruguayas. Frente Marítimo 19:97-102. Montevideo
- Méndez SM & O Galli** 2006 Análisis del desarrollo de floraciones de dinoflagelados productores de Veneno Paralizante de Moluscos en aguas uruguayas, en relación a las condiciones ambientales. Resumos do XI Congresso Brasileiro de Ficologia y Simposio Latinoamericano sobre Algas Nocivas (21 de marzo-1 de abril de 2006):24
- Méndez SM & D Medina** 2004 Twenty three years of red tide monitoring at fixed stations along the coast of Uruguay. Pp 341-343 *In*: Steidinger Landsberg Tomas & Vargo (eds) Harmful Algae 2002. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO
- Méndez SM Ferrari G & S Svenson** 2003 Primer mapeo de quistes de *Gymnodinium catenatum* en sedimentos de la zona costera uruguaya. Frente Marítimo 19:103-110. Montevideo
- Méndez SM Gómez M & G Ferrari** 1997 Plankton studies in the Río de la Plata and its oceanic front. Pp 85-112 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, an environmental overview. Dalhousie University, Nova Scotia
- Méndez SM Kulis D & D M Anderson** 2001 PSP Toxin production of Uruguayan isolates of *Gymnodinium catenatum* and *Alexandrium tamarense*. Pp 352-355 *In*: Hallegraeff Blackburn Bolch & Lewis (eds) Harmful Algal Blooms 2000. Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000). IOC UNESCO, Paris
- Méndez SM Severov D Ferrari G & C Mesones** 1996 Early spring *Alexandrium tamarense* toxic blooms in the Uruguayan waters Pp 113-116 *In*: Yasumoto Oshima & Fukuyo (eds) Harmful and toxic algal blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris
- MEPC** 1991 Marine Environment Protection Committee, Resolution MEPC 50(31) adopted 4 July 1991
- Meyer FP & LA Barclay** 1990 Field manual for investigation of fish kills. US Fish Wildlife Service Resource Publication 177:120 pp. Washington D.C.

- Na GH Choi WJ & YY Chun** 1996 A study on red tide control with loess suspension. *Journal of Aquaculture* 9:239-245
- Nagasaki K Ando M Imai I Itakura S & Y Ishida** 1994 Virus-like particles in *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae): a possible red tide disintegration mechanism. *Marine Biology* 119:307-312
- Neal RA** 1967 Fluctuation in level of paralytic shellfish toxin in four species of lamellibranch molluscs near Ketchikan, Alaska, 1963-1965. PhD Thesis, University of Washington, Seattle. 164 pp (Inédita)
- Negri A Bolch CJ Lindon E & S Méndez** 2001 Paralytic shellfish toxins in *Gymnodinium catenatum* strains from six countries. Pp 210-214 *In*: Hallegraef Blackburn Bolch & Lewis (eds) Harmful Algal Blooms 2000. Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000). IOC UNESCO, Paris
- Odebrecht C & VMT García** 1997 Phytoplankton. Pp 105-108 *In*: Seeliger Odebrecht & Castello (eds) Subtropical Convergence Environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic Springer Verlag, Berlin
- Odebrecht C Méndez SM & VMT García** 1997 Oceanographic processes and harmful algal blooms in the Southwestern Atlantic VIII International Conference on Harmful Algae (Vigo, 25-29 de junio de 1997), Abstracts:152
- Odebrecht C Azevedo SMF García VMT Huszar VLM Magallanes VF Menezes M Proença LAO Rorig LR Tenenbaum DR Villac NC & JS Yunes** 2002 Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. Pp 217-234 *In*: Sar Ferrario & Reguera (eds) Instituto Español de Oceanografía, Madrid
- Orozco FE & JI Carreto** 1989 Distribution of *Alexandrium excavatum* resting cysts in the Patagonic shelf area (Argentina). Pp 307-311 *In*: Okaichi Anderson & Nemoto (eds) Red tides: biology, environmental science and toxicology. Elsevier
- Paterson D** 2000 An international and Australian agenda for minimizing the spread of harmful algal blooms via ship ballast water. Pp 465-469 *In*: Hallegraef Blackburn Bolch & Lewis (eds) Harmful algal blooms. Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000) IOC UNESCO, Paris
- Persich GR García VMT & C Odebrecht** 1998 Microalgas potencialmente nocivas na costa do Rio Grande do Sul. XI Semana Nacional de Oceanografía (Rio Grande), Resumos:262-263
- Pilotto LS Douglas RM Burch MD Cameron S Beers M Rouch GR Robinson P Kirk M Cowie CT Hardiman S Moore C & RG Attewell** 1997 Health effects of recreational exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water-related activities. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 21:562-566
- Proença LA Silva M & NP De Souza** 2001 The toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham in Southern Brazilian waters: occurrence, pigments and toxins. *Atlântica*, 23:59-65. Rio Grande
- Raymont JEG** 1980 Plankton and productivity in the oceans. Vol 1: Phytoplankton. Pergamon Press. 489 pp
- Rensel JE** 1995 Management of finfish aquaculture resources. Pp 463-474 *In*: Hallegraef Anderson & Cembella (eds) Manual on Harmful Marine Microalgae. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris
- Rodger HD Turnbull T Edwards C & GA Codd** 1994 Cyanobacterial (blue-green algal) bloom associated pathology in brown trout, *Salmo trutta*. *Scotland Journal of Fisheries Disease* 17:177-181
- Rosenberg R Lindahl O & H Blanck** 1988 Silent spring in the sea. *Ambio* 17:289-290
- Rounsefell GA & JE Evans** 1958 Large scale experimental test of copper sulfate as a control for the Florida red tide. U.S. Fish Wildlife Service Special Scientific Report. 270 pp
- Sar EA Ferrario ME & B Reguera** 2002 Floraciones algales nocivas en el Cono Sur americano. Instituto Español de Oceanografía, Madrid. 311 pp
- Satake M Ofuji K Naoki H James KJ Furey A McMahon T Silke J & T Yasumoto** 1998 Azaspiracid, a new marine toxin having unique spiro ring assemblies, isolated from Irish mussels. *Journal of American Chemical Society* 120:9967-9968
- Scholin CA** 1998 Morphological, genetic, and biogeographic relationships of the toxic dinoflagellates *Alexandrium tamarense*, *A. catenella* and *A. fundyense*. Pp 13-27 *In*: Anderson Cembella & Hallegraef (eds) Physiological ecology of harmful algal blooms. Springer, New York
- Shirota A** 1989 Red tide problem and countermeasures. Part 2. *International Journal of Aquaculture and Fisheries Technology* 1(3):195-223
- Shumway SE** 1990 A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture. *Journal of World Aquaculture Society* 21:65-104
- Steidinger KA** 1983 A re-evaluation of toxic dinoflagellate biology and ecology. *Progress in Phycology Research* 2:147-188
- Steidinger KA Vargo GA Tester PA & CR Tomas** 1998 Bloom dynamics and physiology of *Gymnodinium breve* with emphasis on the Gulf of Mexico. Pp 133-153 *In*: Anderson Cembella & Hallegraef (eds) Physiological ecology of harmful algal blooms. Springer, New York
- Suttle C** 1996 Viruses as biological control agents for blooms of marine phytoplankton. Pp 71-76 *In*: McElroy (ed) Proceedings of the Brown Tide Summit. New York Sea Grant Publication N° NYSGL-W-95-001. SUNY at Stony Brook, Stony Brook New York
- Takano H** 1959 Harmful blooming of minute cells of *Thalassiosira decipiens* in coastal waters in Tokio Bay. *Journal of the Oceanography Society Japan* 12(2):63-67
- Taylor FJR & R Haigh** 1993 The ecology of fish-killing blooms of the chloromonad flagellate *Heterosigma* in the Strait of Georgia and adjacent waters Pp 705-710 *In*: Smayda & Shimizu (eds) Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier, Amsterdam
- Taylor FJ Taylor NJ & JR Walsby** 1985 A bloom of the planktonic diatom, *Cerataulina pelagica*, off the coast of northeastern New Zealand and its contribution to an associated mortality of fish and benthic fauna. *International Review of Hydrobiology* 79:773-795
- Taylor JFR** 1968 Parasitism of the toxin-producing dinoflagellate *Gonyaulax catenella* by the endoparasitic dinoflagellate *Amoebophyra ceratii*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 25:2241-2245
- Therriault JC Painchaud J & M Levasseur** 1985 Controlling the occurrence of and shellfish toxicity in the St. Lawrence Estuary: Freshwater runoff and the stability of the water column. Pp 141-146 *In*: Anderson White & Baden (eds) Toxic Dinoflagellates. Elsevier, New York
- Trusewich B Sim J Bushby B & S Hughes** 1996 Management of marine biotoxins in New Zealand Pp 27-30 *In*: Yasumoto (ed) Harmful and toxic algal blooms. IOC-UNESCO, Paris
- Underdal B Skulberg OM Dahl E & T Aune** 1989 Disastrous bloom of *Chrysochromulina polylepis* (Prymnesiophyceae) in Norwegian coastal waters 1988- Mortality in marine biota. *Ambio* 18:265-270
- UNDP** 1998 Removal of barriers to the effective implementation of ballast water control and measures in developing countries: UNDP Mission Report, 47 pp

- 
- Uthermöhl H** 1958 Zur vervollkomnung der quantitativen phytoplankton metodik. Mitteilungen Internationale Verejnigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9:1-38
- Uye S** 1986 Impact of the copepod grazing on the red tide flagellate *Chattonella antiqua*. Marine Biology 92:35-43
- Villac MC Persich G Fernández Paranhos R Dias C Bonecker S García V Odebrecht C Tenenbaum Trisao ML de Andarade S & A Fadel** 2000 Ballast water exchange: testing the dilution method (Petrobras, Brazil). Pp 470-473 *In*: Hallegraeff Blackburn Bolch & Lewis (eds) Harmful Algal Blooms 2000. Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000) IOC UNESCO, Paris
- White AW** 1980 Recurrence of kills of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) caused by dinoflagellate toxins transferred through herbivorous zooplankton. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37:2262-2265
- Yamamoto T & K Tarutani** 1996 Growth and phosphate uptake kinetics of *Alexandrium tamarense* from Mikawa Bay, Japan. Pp 293-296 *In*: Yasumoto Oshima & Fukuyo (eds) Harmful and Toxic Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris
- Yasumoto T Murata M Oshima Y Matsumoto K & J Clardy** 1984 Diarrhetic shellfish poisoning. Pp 207-214 *In*: Ragelis (ed) Seafood Toxins. American Chemical Society (ACS Symposium Series 262). Washington D.C.
- Yu Z Zou JZ & X Ma** 1994a Application of clays to removal of red tide organisms I. Coagulation of red tide organisms with clay. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 12:193-200
- Yu Z Zou JZ & X Ma** 1994b Application of clays to removal of red tide organisms II. Coagulation of od different species of red tide organisms with montmorillonite and effect of clay pretreatment. Chinese Journal Oceanology Limnology 13:62-70
- Yu Z Zou JZ & X Ma** 1994c Application of clays to removal of red tide organisms III. The coagulation of kaolin on red tide organisms. Chinese Journal Oceanology Limnology 12:316-324
- Yukihiko M Usuki H Uchida T & Y Kotani** 2001 Effects of harmful algae on the early planktonic larvae of the oyster, *Crassostrea gigas* Pp 411-414 *In*: Hallegraeff Blackburn Bolch & Lewis (eds) Harmful Algal Blooms 2000. Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms (Hobart, 7-11 de febrero de 2000). IOC UNESCO, Paris



## Flora y vegetación de la costa platense y atlántica uruguaya

EDUARDO ALONSO-PAZ\* & MARÍA JULIA BASSAGODA

\*ealonpaz@fq.edu.uy



### RESUMEN

Se presenta una clasificación de la vegetación de la costa platense y atlántica del Uruguay basada en Waechter (1990). Se considera aquí a la flora (fanerógamas y helechos) que se disponen en una banda de hasta 10 km de ancho, desde el Arroyo Carrasco al Arroyo Chuy, sobre formaciones sedimentarias (playas, campos de médanos, barrancas, llanuras aluviales) y puntas rocosas litorales. Se incluyen las lagunas costeras y los tramos finales de los arroyos que desembocan en la costa. Se presenta una revisión de la información existente sobre la flora y la vegetación de la región considerada. Se describen las comunidades en base a su fisionomía. Se indican los taxa que son propios de comunidades no perturbadas y las plantas naturalizadas invasivas que existen en cada una de ellas. Se discute el posible origen del bosque psamófilo al que se lo considera como un relict de bosques de galería. Se citan nueve especies nuevas para la costa y una para Uruguay (*Tibouchina asperior*, Melastomataceae). Como resultado del trabajo de campo, la revisión de herbarios y bibliografía se constató la existencia de 968 taxa de fanerógamas (de los cuales 107 son naturalizados y dos son indígenas alóctonas) y 30 taxa de helechos s. l. Un tercio de los taxa de la flora de Uruguay se encuentran en la costa. Doce taxa son endémicos y se comparten con las restingas del S de Brasil, 466 taxa de fanerógamas y 14 taxa de helechos s. l. Se enumeran los ecosistemas más vulnerables y se analizan las perspectivas de investigación y conservación.

**Palabras clave:** bosque, matorral, humedal, plantas endémicas, conservación

### ABSTRACT

A classification of the vegetation of the Atlantic and Río de la Plata Uruguayan coast is presented, based on Waechter (1990). It is here considered the flora (phanerogams and ferns) growing in a 10 km wide band, from Carrasco stream to Chuy stream, on sedimentary formations (beaches, dunes, ravines, aluvial plains) and littoral rocky outcrops. Coastal lagoons and final section of streams which runs into the coast are included. A revision of the information existing on the flora and vegetation of the considered region is presented. The communities are described based on their physiomy. Taxa belonging to undisturbed communities are indicated as well as the invasive plants growing in these. The possible origin of the psamophil forest is discussed, which is seen as a relict of the gallery forests. Nine new species are cited for the coast and a new one for Uruguay (*Tibouchina asperior*, Melastomataceae). As a result of field work, herbaries and literature revision, 968 taxa of phanaerogams were detected (107 of them are naturalized and two of them are aloctons indigenous) and 30 taxa of ferns s. l. A third of the taxa of Uruguayan flora occurs in the coast. Twelve taxa are endemic, and 466 taxa of phanaerogams and 14 ferns are in common with the Brazilian restinga. The most vulnerable ecosystems are enumerated and the perspectives of conservation and research are analyzed.

**Key words:** forest, thicket, wetland, endemic plants, conservation

### INTRODUCCIÓN

#### La costa platense y atlántica uruguaya

La costa platense y atlántica aquí considerada se extiende entre los arroyos Carrasco y Chuy. Abarca los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha en una extensión de 354 km, siendo una sucesión de puntas rocosas, playas, campos de médanos, barrancas sedimentarias y lagunas.

La planicie costera atlántica consiste en un angosto cinturón de playas y lagunas separadas por puntas rocosas (Punta del Este, Punta José Ignacio, Cabo Santa María, Cabo Polonio, Punta Palmar, Punta del Diablo y las de la zona de Santa Teresa y La Coronilla). Esta planicie es comparativamente poco desarrollada debido a que el basamento cristalino elevado (poco profundo y

que aflora esporádicamente en forma de islas) no permitió el avance del mar, como ocurre en otros sectores donde las tierras altas están constituidas por rocas sedimentarias más susceptibles a la erosión (MTOP-PNUD-UNESCO 1980). El rasgo más característico son las lagunas litorales, casi todas antiguos estuarios cuyas bocas se cegaron al desarrollarse una barra arenosa durante la estabilización del mar en la actual posición (MTOP-PNUD-UNESCO 1980).

Estas características hacen a la costa uruguaya singular; sus formaciones geológicas son muy antiguas y especialmente los afloramientos cristalinos muy próximos a la línea de ribera actual han servido de refugio de flora y de corredores en la época de cambios eustáticos y climáticos.

El clima en la clasificación de TREWARTHA (PROBIDES 1999) corresponde a Caf: subtropical húmedo. La amplitud térmica diaria y anual es elevada por la influencia del océano y la precipitación media anual es de 950 mm.

En esta costa, el proceso de colonización y modificación del paisaje comenzó a fines del siglo XIX, a causa de la fundación de balnearios o por la forestación.

### Contexto histórico botánico

Una de las formas de inventariar la flora y la vegetación de una región es mediante la consulta de herbarios y publicaciones. Las muestras de herbario para la franja costera en el período previo a la forestación son notoriamente insuficientes, salvo el estudio de Legrand (1959) para la región de Carrasco, que en la práctica abarca los arenales desde el Arroyo Carrasco hasta el Arroyo Pando. Las muestras de los departamentos de Canelones y Maldonado se refieren a los balnearios donde el acceso era más fácil dado los medios de transporte, como por ejemplo el ferrocarril (Osten: Carrasco, La Floresta, Atlántida, Balneario Solís, Punta del Este; Arechavaleta y Berro: Piriápolis, Punta Ballena). El avance hacia el extremo E (Rocha) fue lento. Por ejemplo, los botánicos clásicos de los siglos XIX y XX (Gibert, Arechavaleta, Berro y Osten) no colectaron jamás en la costa de Rocha.

Las primeras descripciones del paisaje, mapas y figuras de flora y fauna de la "zona de Castillos" (Cabo Polonio y Valizas) son de Toller de 1715. Saint Hilaire colectó (octubre de 1823) en la zona de la fortaleza de Santa Teresa. Estas son las primeras colectas de la costa atlántica. Casi un siglo después (1909), Gassner visitó La Angostura donde tomó fotos de la vegetación de arenales. Herter (1933) y Fiebrig (1933) describieron el paisaje y herborizaron en la zona de Castillos, La Angostura, Santa Teresa y la costa oceánica en dirección al Chuy. La región de Aguas Dulces, Valizas y Laguna de Castillos fue relevada por primera vez por Legrand en 1943 (Legrand 1944).

### Vegetación de Uruguay

La vegetación de Uruguay se ha clasificado según criterios fisonómicos, edáficos o agronómicos (Arechavaleta 1898; Gassner 1913; Rosengurt 1944; 1945; Sganga 1994; Chebataroff 1942a; 1959; 1960; 1965). Para la costa platense-atlántica los autores de dos trabajos han intentado clasificar la vegetación: Legrand (1959) y García & Gómez (1999). El resto de los autores: Rosengurt (1944; 1945), Chebataroff (1942b; 1943; 1950), Porcile (1988), Carrere (1990), Alonso-Paz (1996), Alonso-Paz & Bassagoda (1999; 2002a; 2003), Masciadri *et al.* (2002) y Delfino *et al.* (2006) han abordado diversos aspectos de la flora y de la vegetación sin llegar a una visión global. El trabajo más importante por la metodología, solidez de la información, por el carácter testimonial y por ser pionero en el tema es el de Legrand.

### METODOLOGÍA

En este trabajo se relevaron las plantas en la franja costera platense y atlántica del Uruguay. Se considera aquí a la flora (fanerógamas y helechos) que se dispone en una banda de hasta 10 km de ancho sobre formaciones sedimentarias (playas, campos de médanos, barrancas, llanuras aluviales) y puntas rocosas litorales. Estas últimas son afloramientos rocosos sometidos a la acción de las mareas o del rocío salino del oleaje (e.g. Punta Palmar, Punta Fría, José Ignacio). Se excluyen los paredones y la cumbre de Punta Ballena y el Cerro San Antonio. Se incluyen las lagunas costeras y los tramos finales de los arroyos que desembocan en la costa.

### Flora

Aquí se define flora como el conjunto de las especies vegetales que se encuentran en un lugar determinado (Gajardo 1994). El concepto de flora permite circunscribir la noción de elemento florístico, refiriéndose a un conjunto de especies que comparten una distribución geográfica y un origen común, lo cual se presta para el reconocimiento de entidades delimitables en el espacio, especialmente por la existencia de especies propias, exclusivas o características de una cierta agrupación. En este sentido, si bien se puede afirmar que la presencia de una especie en un lugar es consecuencia de su historia y del hecho que haya podido llegar allí, también es necesario que exista correspondencia entre su rango de tolerancia y las características físicas del ambiente en que habita (Gajardo 1994).

Las plantas "naturalizadas" (alien, exóticas), en el sentido aceptado y discutido por Richardson *et al.* (2000) incluyen distintas categorías: plantas invasivas (invasive plants), malezas (weed) o transformadoras (transformers).

a) Invasivas: plantas naturalizadas que producen vástagos, generalmente numerosos, a distancia considerable de la planta madre. Si la dispersión es por medio de semillas u otros propágulos se consideran en ésta categoría las que se extienden a una distancia mayor de 100 m en menos de 50 años. Para la propagación por raíces, rizomas, estolones o tallos rastreros se establece una distancia mayor de 6 m cada tres años.

b) Malezas: plantas (no siempre exóticas) que crecen en lugares no deseados y que generalmente producen efectos económicos o ambientales negativos.

c) Plantas transformadoras: son los taxa que tienen un claro impacto en el ecosistema (Richardson *et al.* 2000).

También, sin ser plantas exóticas, se considera la flora alóctona indígena, i.e. plantas indígenas escapadas de cultivo y propias de otra región biogeográfica del país, como *Manihot grahamii* ("falsa mandioca", Euphorbiaceae) y *Schinus molle* ("anacahuita", Anacardiaceae).

Usamos el concepto de especies endémicas en el sentido de Da Lage & Metailé (2000). Los términos endémico, endemismo, áreas endémicas y otros vinculados son

ampliamente discutidos en sus acepciones por Kruckeberg & Rabinowitz (1985) y Anderson (1994).

Para efectuar el inventario se revisaron en los herbarios MVM (Museo Nacional de Historia Natural y Antropología), MVFA (Facultad de Agronomía) y MVFQ (Cátedra de Botánica de la Facultad de Química) las plantas colectadas en la franja costera. En el herbario MVFQ están depositadas todas las muestras coleccionadas por los autores durante 12 años.

En la mayoría de los casos, la rareza de una especie está determinada por la falta de colecta de la misma. Se relevaron las publicaciones con inventarios o descripciones de tipos de vegetación de la costa. Se incluyeron manuscritos inéditos encontrados entre documentos de Diego Legrand (Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología) donde figuran relevamientos florísticos realizados en 1937 en la zona de la Laguna Garzón (Maldonado) y en Cabo Polonio (junto a Ricardo Praderi) en 1960. Estos manuscritos se individualizan como Carpeta N° 10, Fitogeografía.

La delimitación de familias, los géneros y especies se actualizaron según Zuloaga & Morrone (1996; 1999). Para las gramíneas se siguió a Soreng *et al.* (2005)

Se buscaron los taxa presentes en común con la región de la Restinga del S de Brasil. Para ello se revisó la bibliografía con listados de plantas (Rambo 1954; Reitz 1961; Linderman *et al.* 1975; Souza *et al.* 1992; Irgang & Gastal 1996; Falkenberg 1998) y monografías que citaran taxa para la región costera del S de Brasil.

### Vegetación

La formación vegetal está definida por el carácter fisionómico de las comunidades vegetales que la constituyen. Esta fisionomía es el resultado de la combinación de formas biológicas dominantes y del modo en que se presenta la distribución espacial de las especies vegetales, i.e. por la estructura de la vegetación, tanto en su proyección vertical como horizontal (Gajardo 1994). Una comunidad vegetal, representa a una agrupación local, que es el resultado de condiciones específicas del ambiente, donde es posible establecer la presencia de una especie o de un grupo de especies características para esas condiciones. En general, se expresa en la existencia de una colectividad vegetal cuya combinación de especies es relativamente constante y que presenta un aspecto o fisionomía típicos (Gajardo 1994).

Para el sector de costa motivo del presente trabajo se adaptó la clasificación de vegetación de Waechter (1990) para las restingas de Rio Grande do Sul, Brasil.

Tal como ocurre en la restinga brasileña, la vegetación de la costa uruguaya es un mosaico de comunidades relacionadas con las características de los suelos respecto a los nutrientes o al agua (suelos bien drenados, inundables o mal drenados). También en esas comunidades hay una disposición en zonación en un gradiente que va de la costa al continente. El número de especies, la leñosidad y la altura está relacionada con la disminución de la salinidad y la acción de los vientos.

La vegetación se corresponde a un mosaico de ambientes xerófilos, hidrófilos o mesófilos.

## RESULTADOS

### Flora

El alto número de especies que habitan la costa uruguaya (ver Tabla 1) está relacionado con la diversidad de ambientes y sustratos. En una franja de hasta 10 km de ancho (incluidas las lagunas) se encuentra actualmente un tercio de la flora del Uruguay y 12 endémicas. De los 968 taxa registrados, 107 son plantas naturalizadas y dos son plantas indígenas alóctonas.

La flora en común con las restingas del S de Brasil está compuesta por 446 taxa de fanerógamas correspondientes a 93 familias y 266 géneros. Las pteridófitas corresponden a cinco familias con 13 géneros y 14 taxa específicos o infraespecíficos.

### Especies endémicas

Los ambientes de las especies endémicas de la costa son variados. En los humedales habitan: *Baccharis gibertii*, *Senecio icoglossoides*, *Senecio mattfeldianus*, *Jaumea linearifolia* (Asteraceae) y *Eriocaulon arechavaletae* (Eriocaulaceae).

*Eriocaulon arechavaletae* corresponde a un género típico de los llamados "bañados ácidos" con colchones de *Sphagnum* y plantas "carnívoras" como *Drosera* y *Utricularia*. Era abundante en el Bañado del Negro, actualmente atravesado por la Ruta Interbalnearia, aproximadamente en el km 27.500. *Baccharis gibertii* todavía se conserva en ese lugar. *Eriocaulon arechavaletae* está extinguida en la costa donde originalmente se describió dicha especie; persisten poblaciones encontradas en Tacuarembó.

Tabla 1. Números de taxa de plantas registradas para la costa uruguaya (Montevideo-Rocha).

Grupo	Número de familias	Número de géneros	Número de taxa específicos/infraespecíficos
Dicotiledóneas	87	305	644
Monocotiledóneas	29	141	323
Gimnospermas	1	1	1
<b>Fanerógamas (total)</b>	<b>116</b>	<b>446</b>	<b>968</b>
Pteridófitas (sensu lato)	10	13	30

Los *Senecio* son típicos de bañado y poseen flores liguladas blancas que florecen en octubre. *Senecio icoglossoides* es exclusivo de Uruguay; *S. mattfeldianus* se extiende por la costa hasta las restingas de Rio Grande do Sul.

*Jaumea linearifolia* es una halófila propia de bañados salinos de la región platense. Se extiende desde Montevideo hasta Punta del Diablo (Rocha), donde fue recientemente encontrada (Alonso-Paz\_Bassagoda N° 4003 MVFQ).

En los ambientes de arenales habitan: *Acicarpa obtusisepala* (Calyceraceae, Fig. 1), *Croton lombardianus* (Euphorbiaceae), *Prescottia ostenii* (Orchidaceae), *Noticastrum malmei*, *Grindelia orientalis*, *Senecio platensis* (Asteraceae) y *Gunnera herteri* (Gunneraceae).

*Acicarpa obtusisepala* es una planta psamo-halófila propia del supralitoral o base de las dunas frontales, que por ahora la consideramos exclusiva de la costa de Rocha entre La Pedrera y Santa Teresa (no hay colectas fuera de esta zona).

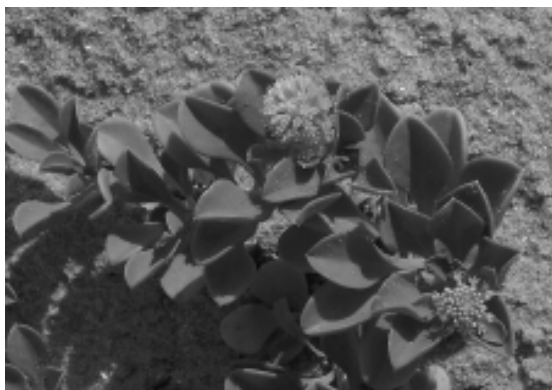


Figura 1. *Acicarpa obtusisepala*. Cerro Rivero, Punta del Diablo, Rocha.

*Croton lombardianus* abundaba en los arenales de la costa de Canelones en las dunas semifijas y fue descrito como especie nueva para la ciencia de los arenales de Malvín (Montevideo); se extiende hacia el E hasta Maldonado.

Los cerros Pan de Azúcar y San Antonio (Croizat 1941), Punta Ballena y Sierra de Ánimas se consideran centros de diversificación del género *Croton*. *Croton lombardianus* es considerado muy raro (nunca ha sido colectado por los autores), pero existen otros dos *Croton*, *C. lanatus* y *C. gnaphalii*, cuya presencia en las dunas semifijas es considerada aquí como indicadora de ambientes no modificados.

*Prescottia ostenii* es una orquídea terrestre que crecía en las depresiones húmedas entre las dunas (wet slack) en el Balneario La Floresta; se la considera probablemente extinguida.

*Grindelia orientalis* (Asteraceae, Fig. 2) crece entre las rocas y sobre arena desde Piriápolis hasta las barrancas de La Pedrera.



Figura 2. *Grindelia orientalis*. Arenales del brazo largo de la Laguna Garzón, Maldonado.

*Noticastrum malmei* aparece en La Pedrera, zona de Cabo Polonio, Punta del Diablo, Santa Teresa y se extiende por la restinga brasileña hasta el Estado de Santa Catarina.

*Senecio platensis* se extiende por los arenales de la costa platense desde la Barra del Santa Lucía (San José), costa atlántica de Uruguay (abundante en las dunas de Rocha en la zona de Punta del Diablo hasta La Coronilla) y restinga brasileña hasta el Estado de Santa Catarina.

*Gunnera herteri* es una planta anual de gran interés biogeográfico. Fue originalmente descrita para la zona de Santa Teresa, Rocha, donde actualmente está extinguida. Posteriormente fue redescubierta en la zona del Cabo Polonio (Alonso-Paz 1989) y recientemente en la barra vieja de la Laguna de Rocha (Fernando Baez com. pers.). Se distribuye en forma esporádica por la costa arenosa atlántica hasta el Estado de Santa Catarina (Brasil). La zona donde *G. herteri* ocurre era, junto con la costa W de África una extensa área unida a lo largo de la fractura de Guinea hasta alrededor de 150 millones de años atrás (Albiano, Cretácico). A la luz de esto *G. herteri* podría ser interpretada como un taxon relictual de esa área (Wanntorp & Wannatorp 2003).

#### **Vegetación: clasificación de la vegetación costera**

Adaptando la propuesta de Waetchter (1990) puede clasificarse la vegetación de la costa uruguaya de la siguiente manera:

##### **1. Comunidades arbóreas**

###### **1.1. Comunidades forestales**

###### **1.1.1. Bosque psamófilo**

###### **1.1.2. Bosque de galería**

###### **1.2. Comunidades sabánicas (palmares)**

###### **1.3. Comunidades arbóreas inundables**

###### **1.4. Bosques implantados o plantaciones**

##### **2. Comunidades arbustivas (matorrales)**

###### **2.1. Comunidades terrestres**

###### **2.1.1. Matorral espinoso psamófilo**

###### **2.1.2. Matorral psamófilo del Cerro Verde**

###### **2.1.3. Matorrales de arenales o psamófilos**

###### **2.2. Comunidades arbustivas inundables**

### 3. Comunidades herbáceas

#### 3.1. Comunidades campestres (campos)

#### 3.2. Comunidades pioneras (ambientes inestables)

##### 3.2.1. Comunidades de dunas costeras

##### 3.2.2. Comunidades de humedales costeros

##### 3.2.2.1. Comunidades de humedales continentales

##### 3.2.2.2. Comunidades de humedales con influencia marina

##### 3.2.3. Comunidades de lagunas costeras

### 1. Comunidades arbóreas

#### 1.1. Comunidades forestales

**1.1.1. Bosque psamófilo<sup>1</sup> (BP)** (Alonso-Paz & Bassagoda 1999); Rosengurt (1945): bosques marítimos; Legrand (1937 in litt.)<sup>2</sup>; Legrand & Praderi (1960 in litt.)<sup>3</sup>: monte indígena del Cabo Polonio; Porcile (1988): bosques nativos en el área Valizas-Cabo Polonio; Carrere (1990): bosques asociados a arenales y dunas costeras del litoral S; Alonso-Paz & Leoni (1994): monte psamófilo; Arballo & Cravino 1999; Praderi & Praderi (2001): bosque psamófilo costero.

En la costa arenosa (campos de dunas) aparecen comunidades arbóreas, especialmente en las dunas fijas, lo cual fue observado por Figueiras (1900) que los denominó "montes costaneros".

La composición de especies es semejante a la de los bosques serranos o de galería del S del país. Este bosque tiene una altura de 3.5 a 6 m (máximo 8 m) y parecería corresponder a una etapa estable en la colonización y fijación de las dunas. Se presenta resguardado entre los médanos en macizos de 1-10 ha o en bosquillos aislados de unas pocas decenas a centenares de metros cuadrados. El tapiz herbáceo constituido generalmente por *Oplismenus setarius* (Poaceae) y *Carex sellowiana* (Cyperaceae).

Según Figueiras (1900) "la destrucción de los montes costaneros, que debieron existir en otro tiempo, como lo atestiguan las raíces que aún se observan en parajes tales como Santa Teresa, La Paloma, etc. también contribuyó al problema". Esta opinión se refiere a los serios problemas creados a fines del siglo XIX por el avance de las dunas en la costa. La cita de Figueiras es de las primeras que se refieren al BP.

Fiebrig (1933) se planteaba la interrogante de hasta qué punto estos árboles y arbustos sean originarios de la misma duna o más bien preexistentes a la formación de éstas. El origen de estos bosques parece ser mucho más complicado que la apreciación simplista de Fiebrig. Del relevamiento de las manchas representativas de los BP

en los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha se pueden sacar las siguientes conclusiones:

1) Las especies arbóreas y arbustivas son propias de bosques de galería o serranos;

2) Su presencia está relacionada con una napa freática superficial o profunda;

3) Por lo general no se encuentran cerca de la ribera;

4) Sus especies están adaptadas al viento y al rocío salino y poseen alguna característica xeromórfica;

5) En Maldonado se localizan aproximadamente por encima de la cota de 10 m (Laguna Garzón) y en Rocha de la cota de 20 m (zona de Cabo Polonio); y

6) En algunos casos (Laguna de Garzón) hay humedales colmatados con caraguatales (*Eryngium pandanifolium*, Apiaceae) próximos a ellos. En Rocha (balnearios Brisas del Polonio y La Perla de Rocha) hay lagunas someras próximas al BP.

Si se considera la historia de la costa platense y atlántica y las fluctuaciones climáticas y paleoambientales a lo largo del Holoceno se podría decir que estos bosques están relacionados con condiciones edáficas y sucesiones vegetales. Son relictos de bosques de galería en torno a arroyos, lagunas o humedales diversos que existían en la costa y que en su gran parte fueron cubiertos por las dunas.

Al inventario<sup>4</sup> de 1999 (Alonso-Paz & Bassagoda) se agregan dos especies arbóreas para la zona de Cabo Polonio: *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) (Delfino *et al.* 2002) y *Sapium glandulosum* (Euphorbiaceae, observado en el BP del camino de Vialidad de acceso a Cabo Polonio).

Tres especies del BP están restringidas a Rocha: *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae), *Cordia curassavica* (Boraginaceae) y *Rollinia maritima* (Annonaceae).

#### 1.1.2. Bosque de galería

Una de las características de la costa uruguaya es la presencia de arroyos que desembocan en el Río de la Plata o en el Océano Atlántico, lo cuales por lo general terminan en barras arenosas, desprovistas de vegetación, pero poseen bosques de galería en los tramos finales. Este tipo de vegetación es interesante para los fines comparativos con arroyos similares de la costa platense dulceacuícola. Poseen o poseían bosque de galería los arroyos Tropa Vieja (muy raleado), Sarandí (muy raleado), del Bagre, La Tuna, Coronilla (Canelones), del Potrero (Maldonado) y Chuy. Este último con el tramo final de bosque ralo pero bien representado del lado bra-

<sup>1</sup> El término *psamófilo* (Del griego *Psamos*, arena; *filo*, amigo) para caracterizar a ésta u otras formaciones vegetales leñosas de los arenales no es el adecuado. La mayoría de las especies que viven en estos ambientes están adaptadas a sus condiciones hostiles y no tienen especificidad por la arena como sustrato.

<sup>2</sup> Releva el "monte costero de la Laguna Garzón" (Maldonado), contabilizando 13 familias (17 spp.) de árboles y arbustos, una familia de hemiparásita (1 sp.), una familia de pteridófitas (2 spp.). "algunos arbolitos semihundidos entre la arena de la playa. Otros (curupí [*Sapium* sp.] ostentando formas asombrilladas y de ramos retorcidos". La composición es semejante a la del BP sobreviviente aún en la zona.

<sup>3</sup> El 18 de febrero de 1960 hicieron un relevamiento en lo que denominan "monte indígena del Cabo Polonio". Encuentran 19 especies, correspondientes a 13 familias. La localidad exacta no está especificada pero es probable que la observación haya sido realizada en el camino de Vialidad de acceso a Cabo Polonio.

<sup>4</sup> *Sebastiania commersoniana* (= *S. klotzschiana*) citada por nosotros para el BP en Benicio Pereira (Balneario Perla de Rocha) es un error. *Sebastiania commersoniana* en posteriores recorridos no la hemos encontrado y si a *Sideroxylon obtusifolium* (E. Alonso Paz, M. J. Bassagoda N° 4095 MVFQ) en la frecuencia aproximada a *Sebastiania*.

sileño. Este es el único arroyo con bosque de galería (mata ciliar) en la restinga de Rio Grande do Sul (Waechter 1985; 1990).

El Arroyo del Bagre conserva un bosque de galería todavía representativo, lo conforman 13 especies de árboles, 10 arbustos, siete enredaderas y una epífita (*Tillandsia aeranthos*, Bromeliaceae). En el tapiz herbáceo tres helechos, tres gramíneas de sombra (*O. setarius*, *Muhlenbergia schreberi* y *Bromus brachyanthera*), una ciperácea (*C. sellowiana* y un subarbusto (*Pavonia sepium*, Malvaceae). Se encuentra invadido por *Ligustrum* sp., *Rubus* sp., *Cotoneaster* spp. y *Lonicera japonica* (especies transformadoras). Asimismo, se ha detectado aquí *Laurus nobilis* ("laurel", Lauraceae) (Alonso-Paz\_Bassagoda N° 3249 MVFQ).

Un tipo de bosque de galería es el bosque de albardón de la Laguna de Castillos (Alonso-Paz 1996; Rodríguez en este volumen). Es una formación en que predomina el "ombú" (*Phytolacca dioica*, Phytolaccaceae) asociado a otras especies nativas. Se han registrado 22 especies de árboles y 14 arbustos, cinco helechos, 13 trepadoras, una hemiparásita y cinco epifitas. Algunas de las especies raras de trepadoras citadas para este bosque [e.g. *Tournefortia breviflora* (Boraginaceae)], se encuentran en Cerro Verde y en el Potrerillo de Santa Teresa.

**1.2. Comunidades sabánicas** (Palmares: Chebataroff 1971; 1974; Alonso-Paz *et al.* 1995; Alonso-Paz 1996; Rosa *et al.* 1998; Molina-Espinosa 2001).

En la zona de la Laguna de Castillos los palmares de *Butia capitata* (Arecaceae) se encuentran en las planicies altas. Se observó además una pradera uliginosa con palmas (Alonso-Paz 1996) próxima a la desembocadura del Arroyo Valizas. Esta se encuentra en el extremo S del área de distribución de la palma butiá. Constituye una asociación vegetal especial por el tipo de suelo que permanece encharcado la mayor parte del año. La pradera está conformada por dos gramíneas dominantes: *Stenotaphrum secundatum* y *Cynodon dactylon*, y en menor proporción otras gramíneas, ciperáceas y juncáceas. Alternan parches con duraznilares (*Solanum glaucophyllum*, Solanaceae) y las palmas están ubicadas en la partes más altas del terreno.

### 1.3. Comunidades arbóreas inundables

A esta categoría pertenecen el ceibal y sarandizal. En el ceibal (Cabrera 1968; Alonso-Paz 1996) la especie dominante es el "ceibo" (*Erythrina crista-galli*, Fabaceae). Son formaciones constituidas por ceibos, o en algunos casos entremezclados con "curupies" (*S. glandulosum*). Es una comunidad de la que participan frecuentemente hasta 50 especies diferentes de plantas, con diversas formas biológicas. Los ceibales de la Laguna de Castillos son los más extensos del Dpto. de Rocha. A pesar de ser un ambiente sometido a inundaciones temporales, se han observado en los ceibales al N de la Laguna de Castillos (Barra Grande) diversos árboles y arbustos, de menos de 1 m de altura, mesófilos y mesoxerófitos: "chal-

chal" (*Allophylus edulis*, Sapindaceae), "envira" (*Daphnopsis racemosa*, Thymelaceae), "coronilla" (*Scutia buxifolia*) y "canelón" (*Myrsine laetevirens*, Myrsinaceae), que crecen cerca de la base de los troncos de ceibos.

El sarandizal, donde la especie dominante es el "sarandí colorado" (*Cephalanthus glabratus*, Rubiaceae), ocurre en las márgenes de arroyos o humedales alejados de la influencia marina.

Una comunidad singular que se encuentra en la costa atlántica entre el Cabo de Santa María y la Laguna de Rocha es la conformada por los árboles *M. laetevirens* y *S. glandulosum*. En forma característica alternan los caraguatales de *E. pandanifolium* con *Monteiroa glomerata* (Malvaceae) y helechos de humedales del género *Thelypteris*. Otras hidrófitas herbáceas o subarborescentes que ocurren son comunes a las de los humedales de la barra vieja de la Laguna de Rocha.

### 1.4. Bosques implantados o plantaciones

La forestación de la extensa franja de arenales, con especies exóticas, comenzó tímidamente a fines del siglo XIX en las proximidades de la ciudad de Maldonado, para evitar la irrupción de las arenas en la ciudad y campos de cultivo.

En 1890, vecinos de la costa atlántica en el Dpto. de Rocha (Valizas, Santa Teresa y Castillos) pedían exoneración de impuestos por la invasión de sus campos por las arenas. La Asociación Rural del Uruguay recomendaba que se los exoneraran de impuestos y que se les proporcionasen los medios para plantar árboles y gramíneas para fijarlas (Dinegri 1890).

El forestador pionero fue Enrique Burnett en el año 1890 (Maldonado), y luego lo siguieron Francisco Piria (Pan de Azúcar y Piriápolis) y Federico Lussich (1896, Punta Ballena, Portezuelo) (Müller 1909). En los demás departamentos (Gutiérrez-Laplace 2000) el orden de aparición de las plantaciones más importantes es: 1909, Atlántida (Canelones); 1912, La Floresta (Canelones); 1916, Parque Nacional de Carrasco (Canelones); 1920, La Paloma (Rocha); 1935, Santa Teresa (Rocha); 1937, Jaureguiberry (Canelones) y 1978, Cabo Polonio (Rocha).

En el comienzo de la fijación de los arenales se emplearon especies de pinos que habían tenido óptimos resultados en regiones similares de Europa. Debido a la variedad de condiciones y requerimientos ecológicos según se trate de la costa platense con influencia fuvial o la costa atlántica, se hizo imprescindible experimentar con diferentes especies vegetales, en general exóticas, de eficacia reconocida en la fijación. En la tercera década del siglo pasado ya se tenían definidos los ambientes costeros, las especies forestales de comprobada eficacia para cada uno de ellos así como las más adecuadas como barreras defensivas para que prosperaran aquellas.

El *Tammarix* "se usaba como avanzada de plantación (Canel-Suárez 1945) y como integrante de la duna litoral. Inmediatamente detrás de ésta, formada por *Acacia longifolia* ("acacia trinervis") y *Tammarix*, se plantarán especies de reconocida adaptación al ambiente. Por

su orden, desde la duna litoral hacia el continente se plantarán: *Pinus radiata* (*P. insignis*), *P. pinaster* (*P. maritima*)...*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis* (*E. rostrata*), *E. robusta*, *E. umbellata* (*E. tereticornis*), *E. saligna*...*Cupressus sempervirens* y *C. macrocarpa* (*C. lambertiana*)... en las depresiones medianosas y algo alejadas de la costa, prospera bien el "álamo negro" (*Populus nigra*)... otro eficaz colaborador es la *Acacia melanoxylon* ("acacia negra")."

La "acacia trinervis" originaria de Australia y Tasmania, comenzó a experimentarse a partir del año 1923 en la Isla Gorriti (Sapriza- Vera 1932) y arenales de Maldonado. Esta es la primera cita de su utilización en el Uruguay. Sapriza-Vera destaca las dos virtudes que la hacen útil para el arbolado de la costas uruguayas: la resistencia sorprendente al ambiente marino y la capacidad de vegetar en las dunas, aparentemente estériles, desprovistas de vegetación.

## 2. Comunidades arbustivas (matorrales)

### 2.1. Comunidades terrestres

#### 2.1.1. Matorral espinoso psamófilo (MEP)

El Matorral Espinoso Psamófilo (Fig. 3) (Matorral psamófilo, Chebataroff 1942a; 1942b; Campo *et al.* 1999; matorrales arbustivos de la costa marítima, en parte, Rosengurt 1944) es achaparrado, de 1-2 m de altura, del que sobresalen algunas tunas; posee especies de árboles de porte arbustivo. Está conformado por una matriz de "espinas de la cruz" y "molle rastrero". Esta peculiar asociación vegetal se extiende, o extendía, a lo largo de la costa platense y atlántica desde el Río Santa Lucía hasta el Arroyo Chuy. El aspecto y la proporción de sus componentes varían a lo largo de toda la costa. El MEP está bien representado en el Dpto. de Canelones desde el Arroyo del Bagre hasta Jaureguiberry. En Maldonado está presente en toda la costa con destaque especial en la zona de Punta Negra, Sauce del Portezuelo, El Chiringo, Balneario Buenos Aires y la zona de la Laguna de Garzón. La riqueza mayor en especies por unidad de superficie es en el Dpto. de Rocha en la zona denominada El Caracol (balnearios El Caracol, Costa Bonita, Estrella del Mar y San Sebastián) donde se extiende a lo largo de casi 5 km del lado N de la ruta 10 y se encuentran 55 especies.



Figura 3. Matorral espinoso psamófilo (MEP), costa de Maldonado próxima a la Boya Petrolera de José Ignacio.

De las 58 especies que conforman el MEP, 12 leñosas son espinosas y le dan la fisionomía motivo del nombre (Tabla 2). A éstas se agrega una enredadera provista de aguijones: "zarzaparrilla blanca" (*Smilax campestris*, Smilacaceae). Entre los arbustos espinosos aparece *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae), la cual indica modificación antrópica. Las 58 especies se dividen en 29 familias de fanerógamas y dos de pteridófitas. A su vez, 28 especies son árboles y arbustos (incluidas tunas), 13 enredaderas, una epífita, una hemiparásita y nueve subarbustos (incluidos tunas), seis hierbas y helechos (hemcriptofitas y geofitas).

Tabla 2. Especies leñosas espinosas del matorral espinoso psamófilo.

Especie	Familia	Nombre común
<i>Colletia paradoxa</i>	Rhamnaceae	"Espina de la cruz"
<i>Schinus engleri</i> var. <i>uruguayensis</i>	Anacardiaceae	"Molle rastrero"
<i>Celtis tala</i>	Celtidaceae	"Tala"
<i>Celtis iguanea</i>	Celtidaceae	"Tala gateador"
<i>Scutia buxifolia</i>	Rhamnaceae	"Coronilla"
<i>Berberis laurina</i>	Berberidaceae	"Espina amarilla"
<i>Jodina rhombifolia</i>	Santalaceae	"Sombra de toro"
<i>Cereus uruguayanus</i>	Cactaceae	"Tuna candelabro"
<i>Opuntia arechavaletae</i>	Cactaceae	"Tuna"
<i>Opuntia aurantiaca</i>	Cactaceae	"Tuna"
<i>Notocactus scopa</i>	Cactaceae	"Tuna"
<i>Wigginsia</i> sp.	Cactaceae	"Tuna"

El MEP es una formación pionera de los arenales; la "espinas de la cruz" posee bacterias fijadoras de nitrógeno (Medan & Tortosa 1976; Tortosa & Medan 1983) y se constituye en nodriza para las demás especies. Se propaga por medio de las semillas expelidas a distancia cuando se abre súbitamente su fruto seco (autocoria) o vegetativamente por rizomas o raíces gemíferas. La *Ephedra tweediana* ("pico de loro", Ephedraceae: Gimnospermae), otro componente importante, es un arbusto apoyante, generalmente serrano. Para los arenales de la costa platense y atlántica se la considera una especie indicadora del MEP.

Para la propagación del MEP intervienen mecanismos sexuales y vegetativos. Poseen raíces gemíferas (raíces capaces de producir yemas): *E. tweediana* (Cozzo 1947), *Celtis tala*, *Jodina rhombifolia*, *Berberis laurina*, *Schinus engleri* var. *uruguayensis* y *Colletia paradoxa*. Las tunas *Cereus* u *Opuntia* se propagan por medio de yemas que se encuentran en las axilas de las areolas de los frutos (Arechavaleta 1906).

García-Rodríguez *et al.* (2004) estudiaron los cambios tróficos de la Laguna Blanca (Dpto. de Maldonado) durante el Holoceno. La presencia de granos de polen en un núcleo tomado en la Laguna Blanca indica que para 2200 años AP (cuando el sistema lacunar se separa del océano) se registran taxa xerofíticos típicos de dunas y de humedales dulceacuícolas. La identificación de polen



**Figura 4.** Vista del Cerro Verde (Punta de los Loberos), ladera NE. Se observan los parches característicos del matorral psamófilo.

de Ephedraceae tiene un valor especial ya que es un componente destacado y de valor diagnóstico del MEP.

Se citan dos nuevas especies, raras, para el MEP en la zona del brazo largo de la Laguna Garzón: *Schinus lentiscifolius* y *Senna* sp. (Alonso-Paz\_ Bassagoda N° 4094 MVFQ). Estas plantas fueron fotografiadas y comunicadas a los autores por Juan Carlos Juele, vecino de José Ignacio.

Son especies indicadoras de procesos de perturbación en el MEP: *Eupatorium buniifolium*, *Senecio brasiliensis* (Asteraceae), *Ipomoea cairica* (Convolvulaceae), *Lonicera japonica* (Caprifoliaceae), *Solanum mauritianum* y *S. sisymbriifolium*.

Las primeras descripciones de la vegetación nativa identificable de la costa uruguaya datan del año 1600; el piloto de la embarcación española "Sanvento" que salió de Buenos Aires el 12 de marzo de 1600 describe el aspecto de la Isla Gorriti "cercada toda a la redonda por espinos" (Arredondo 1929). Toller (1955 [1715]) describe y dibuja la espina de la cruz de la zona de la bahía de Castillos (Valizas), en el Cerro Buena Vista; es probable que formara parte de un MEP. En el diario de d'Orbigny (1835) se hace referencia al matorral espinoso psamófilo, cuando desembarca en la costa de Maldonado el 20 de noviembre de 1826 y se dirige a la ciudad del mismo nombre: "cruzamos casi un cuarto de legua de médanos erizados de espinos y de tierras pantanosas"<sup>5</sup>. Por su parte, August de Saint Hilaire (2005) observó el uso de la "espina de la cruz" para leña en la Fortaleza de Santa Teresa (7 de octubre 1823).

La primera colecta y referencia de herbario de la espina de la cruz es de John Gillies (25 de abril 1820) para la zona de Maldonado "*in collibus arenosis prope Maldonado*". Este ejemplar constituyó el tipo para *Colletia cruciata* cuyo nombre y descripción fue publicado en 1830. El tipo del nombre actual está basado en un ejemplar colectado por el viajero alemán Sellow (1821-1822?) en Montevideo y

fue publicado en 1825 como *Condalia paradoxa* Spreng. (Tortosa 1989). La "espina de la cruz" es propia de Uruguay, SE de Brasil (Estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina) y SE de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Habita en suelos pedregosos y arenosos, en laderas rocosas, en lomadas bajas y márgenes de ríos y arroyos (Tortosa 1989).

En el Diccionario Geográfico del Uruguay (Araujo 1900) se le da el nombre de "espinas de García" a un "extenso bosque que se extiende en las proximidades del río de la Plata, desde la margen derecha del Bagre hasta la izquierda de [arroyo] la Tuna..... este importante bosque lo forma casi exclusivamente el árbol conocido por espina de la cruz".

#### **2.1.2. Matorral psamófilo de Cerro Verde** (Alonso-Paz & Bassagoda 2003)

La matriz es un arbusto espinoso, *S. obtusifolium* ("coronilla"); está constituido por 30 taxa (pertenecientes a 19 familias de fanerógamas y una de pteridófitas) de los cuales 29 son indígenas y uno naturalizado. Los arbustos son achaparrados, ramosos, con las copas cortadas a la misma altura. Los tallos de la coronilla son retorcidos y aplanados, tienen diámetros de 4-25 cm y la altura promedio es de menos de 1 m. La altura aumenta gradualmente desde el borde del mar hasta la cima (*Ficus luschnathiana*, Moraceae) tiene una talla de 2 m. Entre el follaje de la matriz sobresalen las demás plantas. Resaltan la tuna *O. arechavaletae* y *B. antiacantha*. Al matorral psamófilo de Cerro Verde (Fig. 4) se lo puede considerar una formación vegetal relictual. Por su altura sobre el nivel del mar (10-25 m), esta localidad se comportó por momentos como una isla durante los cambios geomorfológicos que implicaron las diferentes ingresiones y regresiones marinas. Esta vegetación está adaptada a las condiciones ambientales y de suelo de la costa atlántica al igual que el MEP, pero solo tienen en común 14 taxa. Recientemente (febrero 2005) se encontraron unos pocos individuos de *Cordia curassavica* en la ladera NW.

<sup>5</sup>"Nous traversâmes près d'un quart de lieue de dunes hérissées d'épines et des terrains marécageux.."



### 2.1.3. Matorrales de arenales (matorrales psamófilos)

En toda la costa arenosa algunas especies arbustivas y arbóreas de porte arbustivo conforman matorrales sin una pertenencia a una comunidad en especial. A estos los identificamos como matorrales psamófilos o matorrales de arenales. Son muy extendidos los que conforman *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis tridentata*, *Baccharis spicata* (Asteraceae), *Dodonaea viscosa* ("chilca de monte", Sapindaceae) y *Tessaria absinthoides* (Asteraceae) a lo largo de toda la costa. Esta última es una especie semi halófita (Degano 1999) que aparece en la zona de La Floresta.

Legrand (1959), que estudió los arenales desde el Arroyo Carrasco hasta el Arroyo Pando, no cita a *B. dracunculifolia*, una especie abundante y común además en las restingas de Río Grande do Sul.

En la zona de Punta del Diablo hasta el Chuy los matorrales y las formaciones arbóreas adquieren composiciones específicas, atribuibles a la distribución de las especies en la zona.

Son comunes los matorrales de *C. curassavica* ("salvia baguala") junto a *S. engleri* var. *uruguayensis*; también los matorrales de *Myrsine parvifolia* (Myrsinaceae). El punto más occidental de la distribución de este arbusto son las rocas próximas al faro de Cabo Polonio (Legrand N° 4329 MVM).

En Punta del Diablo es frecuente encontrar matas aisladas de porte arbustivo o arbóreo de "tembetari" (*Zanthoxylum hyemale*, Rutaceae).

Se cita por primera vez para la costa uruguaya a *Azara uruguayensis* (Flacourtiaceae, Alonso-Paz & Bassagoda N° 3284 MVFQ) integrando un bosquecillo en Punta del Diablo, en el borde de un ambiente paludoso junto a *Blepharocalyx salicifolius* ("arrayán", Myrtaceae), *S. glandulosum*, *Eupatorium inulaefolium*, *Equisetum giganteum*, *C. curassavica*, *Lithraea brasiliensis*, *S. engleri* var. *uruguayensis*, *C. tala* y *Lantana glutinosa*.

### 2.2. Comunidades arbustivas inundables

Son comunes los "duraznilares" dominados por el "duraznillo blanco" (*S. glaucophyllum*), comunidades citadas también para el Delta del Paraná y para la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Burkart 1957; Cabrera 1968). El duraznillo tiene un hábito erecto de 1-2 m de altura y pierde las hojas. Los duraznilares aparecen en zonas bajas inundadas en los campos de dunas (Gassner 1913), en las planicies de inundación de los bañados y lagunas costeras.

#### Probable vegetación arbórea y arbustiva primitiva de la costa

Durante el Holoceno la costa platense y atlántica sufrió cambios eustáticos que determinaron sumersiones y emersiones. Se considera que la vegetación actual apareció después de las últimas regresiones marinas y que el aspecto de la vegetación y la costa ha cambiado, aún más, en los últimos 400 años debido a la intervención del hombre y a la acción del ganado. Con ésta

premisa podemos aseverar que la flora que colonizó las zonas bajas provino de zonas altas, con floras más antiguas, que actuaron como corredores por donde se introdujeron especies propias del Dominio Chaqueño y Tropicales como *M. laetevirens*, *C. curassavica* y *D. racemosa* y con características de adaptación a un ambiente xerohalófilo al principio e hidrófilo dulceacuícola después. En torno a corrientes de agua u otro tipo de humedales se instalaron bosques de galería. Los movimientos de las dunas determinaron la eliminación de muchos de estos bosques. Los que persisten podrían ser los llamados Bosques Psamófilos.

Sin embargo, se cree que la vegetación leñosa primitiva de la costa no era el MEP sino algo semejante al matorral de Cerro Verde (Punta de los Loberos, Rocha) el cual se conservó como una isla ante las ingresiones marinas más intensas (Bossi & Montaña 1995; Alonso-Paz & Bassagoda 2003). En esta formación la composición de elementos neotropicales y atlánticos dominantes es significativa: *S. obtusifolium*, *F. luschnathiana*, *T. brevifolia* y *B. antiacantha*.

Los estudios polínicos o de fitolitos para la reconstrucción paleoambiental costera que permitan avalar la anterior afirmación son escasos. Hay un estudio realizado por D'Antoni (en Baeza *et al.* 1974) de polen extraído de un paleosuelo en la zona de Cabo Polonio y que fue analizado en el Laboratorio de Paleocología de la Facultad de Ciencias Naturales en La Plata, Argentina. No se contó con material de referencia de la zona y los resultados se referían a 18 tipos polínicos, se destaca el polen de "palma" (*Butia capitata*?). El resto de los tipos son de plantas herbáceas o coníferas (¿contaminación de la muestra con polen reciente?).

#### Plantas naturalizadas (transformadoras) de las comunidades arbóreas y arbustivas

En los ambientes descritos se han detectado 12 especies de este tipo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Especies de plantas naturalizadas (transformadoras) de las comunidades arbóreas y arbustivas de la costa uruguaya.

Especie	Familia	Nombre común
<i>Asparagus asparagoides</i>	Asparagaceae	"coqueta"
<i>Senecio mikanioides</i>	Asteraceae	"hiedra alemana"
<i>Lonicera japonica</i>	Caprifoliaceae	"madreselva"
<i>Acacia longifolia</i>	Fabaceae	"acacia trinervis"
<i>Ulex europaeus</i>	Fabaceae	"tojo"
<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae	"transparente"
<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae	"ligustro"
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Oleaceae	"ligustrina"
<i>Pittosporum undulatum</i>	Pittosporaceae:	"pitosporo"
<i>Cotoneaster pannosa</i>	Rosaceae	"cratego"
<i>Cotoneaster salicifolia</i> var. <i>rugosa</i>	Rosaceae	"cratego"
<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	"zarzamora"

### 3. Comunidades herbáceas

Están constituidas por hierbas (hemicriptofitas, terófitas y geófitas) y subarbuscos (caméfitas). La flora de las islas oceánicas (Vaz-Ferreira 1950; 1952; 1956) se incluye en estas comunidades ya que, excepto las tunas arbustivas, carece de arbustos.

Dos especies de *Asparagus* (Asparagaceae, "espárrago"), *A. plumosus* y *A. sprengeri*, son plantas invasoras de las comunidades herbáceas costeras.

#### 3.1. Comunidades campestres (campos) (Rosengurt 1944; Alonso-Paz 1996)

En las dunas semifijas o fijas se instalan campos de arenales. Estas son formaciones propias de una etapa avanzada en la evolución de la vegetación fijadora de las dunas. En general son praderas estivales, con hierbas o subarbuscos sin dominancia en la cobertura: *Andropogon arenarius*, *Aristida circinalis* y *Elyonurus candidus* (Poaceae). Son comunes especies de Asteraceae y fabáceas. Las gramíneas suelen ser cespitosas. Como excepción, se cita dentro de esta categoría a *Discaria americana* ("quina de campo", Rhamnaceae), un arbusto que no integra matorrales y es de hábito rastrero.

Las plantas que crecen en los arenales por lo general están adaptadas a ambientes xerófilos, unas pocas son exclusivamente psamófilas. Los caracteres morfológicos están relacionados a la presencia de pubescencia, rizomas, raíces engrosadas, raíces gemíferas, bulbos o tubérculos, micorizas, nódulos con microorganismos simbióticos o suculencia.

Hay una gradación a comunidades más hidrófilas de acuerdo al grado de saturación o inundación de los suelos (Cabrera 1941).

Las praderas uliginosas se desarrollan en torno a arroyos o lagunas costeras; las comunidades que se desarrollan en éstas pueden ser hidrófitas no salinas o salinas.

En los alrededores de las lagunas litorales con barras abiertas y por tanto con influencia salina las praderas uliginosas son halófilas, e.g. la Laguna de Castillos. En las praderas uliginosas salinas dominan gramíneas halófilas: *Distichlis spicata* y *Paspalum vaginatum*.

El varge o gramal es una formación constituida principalmente por "grama" (*Luziola peruviana*, Poaceae), típica de Rocha. Se ubican en general en los bordes de lagunas o humedales inundados por períodos cortos a lo largo del año pero es de agua dulce.

Son especies de comunidades no perturbadas en las dunas semifijas: *Oxypetalum tomentosum* (Asclepiadaceae), *Noticastrum* spp., *Sommerfeltia spinulosa* (Asteraceae), *Hypericum pellerianum* (Clusiaceae), *C. gnaphalii*, *C. lanatus*, *D. americana*, y *Petunia thymifolia* (Solanaceae). Las siguientes localidades son particularmente representativas de dichas comunidades: Punta Negra, Sauce del Portezuelo, Laguna Garzón (Maldonado), El Caracol y Costa Bonita (Rocha).

#### 3.2. Comunidades pioneras

Constituyen una vegetación típica de los primeros

pasos de ocupación de diversos sustratos tales como campos de dunas, planicies aluviales de arroyos y lagunas costeras. Se incluyen también las playas, puntas rocosas y taludes de barrancas. Los ambientes donde se desarrollan son por naturaleza inestables y las comunidades instaladas contribuyen a la formación de nuevos suelos y son el comienzo de las sucesiones vegetales que derivarán en comunidades más estables.

##### 3.2.1. Comunidades de dunas costeras

(Figueiras 1900; Gassner 1913; Herter 1933; Fiebrig 1933; Chebataroff 1936; 1943; Rosa-Mato & Caldevilla 1938; Caldevilla 1940; Cabrera 1936; 1940; 1941; 1949; Rosengurt 1944; Legrand 1944; 1959; Legrand & Praderi 1960 in litt.<sup>6</sup>; del Puerto 1969; Eskuche 1973; Scarabino *et al.* 1974; Cordazzo & Seeliger 1993; Costa *et al.* 1996; Batallés & García 1999).

Los ecosistemas de dunas costeras se caracterizan por las condiciones extremas, tales como el rocío salino, la desecación, el suelo en movimiento y la baja fertilidad (del Puerto 1969).

Los arenales costeros tienen baja fertilidad debido al arrastre de los nutrientes provocado por la rápida filtración del agua. El viento es también un factor adverso ya sea por el transporte de granos de arena o gotas de sal. Los granos de arena provocan una acción abrasiva sobre los órganos expuestos de las plantas. Las partículas de sal, resultado del salpicado de las olas, son transportadas a grandes distancias y afectan a plantas sensibles. La acción del viento repercute en el movimiento de las dunas pudiendo determinar la sepultura de la planta o la exposición de sus raíces. La fuerte insolación es otro inconveniente (del Puerto 1969).

Los arenales costeros pueden ser alcalinos por efecto del agua del mar, salpicada por los vientos, y del agua salobre del subsuelo. Sin embargo, a pesar de sus adversidades los arenales poseen agua superficial y en ellos viven plantas con adaptaciones morfológicas y estructurales que les permiten sobrevivir (del Puerto 1969).

En los arenales hay vegetación exclusiva (psamófila), ubicua (mesófila), de humedales (depresiones uliginosas o paludosas) o halófila.

En los arenales o campos de dunas se distinguen las siguientes zonas desde el mar al continente: supralitoral (ante duna o back shore), duna frontal (foredune), dunas móviles (mobile dune), depresión entre dunas (slack), dunas semifijas (semi fixed dunes) y dunas fijas (fixed dunes) (Fontana 2005).

En el supralitoral o anteduna se instalan las plantas halófilas del tipo de *Blutaparon portulacoides* (Amaranthaceae) que posee rizomas que detienen la arena y forman dunas embrionarias. Estas dunas son colonizadas por el "pasto dibujante" (*Panicum racemosum*,

<sup>6</sup>El 18 de febrero de 1960 hicieron un relevamiento en un campo de arena (duna semifija) próximo al faro de Cabo Polonio, señalando como dominante a *A. triginum* (junco de copo, Cyperaceae) y citan 33 especies correspondientes a 13 familias.

Poaceae) cuya estructura de rizomas y su desarrollo vertical contribuye a formar las dunas frontales. En la base de las mismas se instalan especies anuales de halófilas tales como *Cakile maritima* (Brassicaceae) y *Calycera crassifolia* (Calyceraceae). En la duna frontal ocurren *Senecio crassiflorus* e *Hydrocotyle bonariensis* (Apiaceae) (Cordazzo & Seeliger 1993). Luego prosigue una zona más protegida detrás de la primera duna frontal donde se disponen otras plantas pioneras con diversas estrategias colonizadoras, generalmente rizomatosas o estoloníferas. Esta zona corresponde a las dunas móviles con depresiones uliginosas (wet slack) o secas. En ella se instalan *Spartina ciliata* (Poaceae), *Androtrichum trigynum* ("junco de copo", Cyperaceae), *A. arenarius* (Poaceae), *P. vaginatum* e hidrófitas si las depresiones son uliginosas. Este esquema de distribución de pioneras en las dunas frontales litorales ocurre a lo largo de toda la costa uruguaya y del S de Brasil donde la colonización es exclusivamente por plantas herbáceas (Eskuche 1973; Costa *et al.* 1996).

Son plantas indicadoras de alteración de las dunas: *Solidago chilensis* ("vara de oro"), *Tagetes minuta* ("chinchilla", Asteraceae); *Cenchrus* spp. ("pasto roseta", Poaceae); y *Solanum sisymbriifolium* ("revienta caballo").

Otras plantas psamófilas son: *Acanthospermum australe* ("yerba de la oveja", Asteraceae), *Senecio platensis*; *Chenopodium retusum* ("paico", Chenopodiaceae); *Macropodium psammodes* (Fabaceae); *Sisyrinchium vaginatum* ("canchalagua", Iridaceae); *Polygala cyparissias* (Polygalaceae) y *Margyricarpus pinnatus* ("yerba de la perdiz", Rosaceae).

Las siguientes plantas pioneras de las dunas han sido estudiadas en sus aspectos biológicos, fenológicos y poblacionales: *A. arenarius* (Costa *et al.* 1988a), *A. trigynum* (Costa *et al.* 1988b), *B. portulacoides* (Bernardi *et al.* 1987; Bernardi & Seeliger 1989; Cordazzo 1998; Cordazzo & Seeliger 2003), *H. bonariensis* (Costa & Seeliger 1988a; 1990; Hackbart & Cordazzo 2003), *P. racemosum* (Costa *et al.* 1984; 1991; Cordazzo & Davy 1994a; 1997; 1999), *S. crassiflorus* (Cordazzo & de Souza 1993; Cordazzo & Valero-Aracama 1998; Cordazzo & Spanó 2002), *S. ciliata* (Costa & Seeliger 1988b; Cordazzo & Davy 1994b; Cordazzo 1999; 2003).

#### **Depresiones uliginosas** (Slack, wet slack).

Se localizan entre las dunas móviles; el suelo está saturado y tiene inundaciones temporales. Su tamaño es variable y su flora está constituida por hidrófitas. Constituyen el hábitat de aproximadamente 300 taxa, siendo uno de los humedales más afectados por la forestación. Una de las acciones de la forestación es bajar la napa freática, que significa eliminar las depresiones uliginosas y modificar las características de la vegetación.

Las depresiones uliginosas son sitios que permiten la propagación de especies delicadas en ambientes hostiles, actuando como corredores de migración y conservando la flora menos tolerante a las condiciones locales. "Los slack pueden ser considerados en el paisaje desde el pun-

to de vista ecológico, como un hábitat aislado en una matriz de hábitat hostiles" (Beatrijs *et al.* 2003). Las siguientes especies crecen (o crecían) en estos lugares: *Laurembergia tetrandra*, *Proserpinaca palustris* (Haloragaceae), *G. herteri* (Osten 1932), *P. ostenii*, *Pelexia bonariensis*, *Habenaria* spp. (Orchidaceae); helechos: *Regnellidium diphyllum*, *Marsilea ancylopoda*, *Pilularia americana* (Marsileaceae), *Lycopodium alopecurooides* (Lycopodiaceae) y *Isoetes weberi* (Isoetaceae).

Bajo determinadas condiciones las depresiones uliginosas pueden transformarse en ambientes paludosos con el suelo inundado por largos períodos. En estos casos aparecen hidrófitas emergentes de alto porte, como *Typha* spp. (Typhaceae), *Schoenoplectus californicus* ("junco", Cyperaceae) o *Scirpus giganteus* (Cyperaceae), cambiando la composición florística.

Se destacan las siguientes especies: *P. americana* (Alonso-Paz & Bassagoda 2002b); *Tibouchina asperior* (cita nueva para Uruguay, Alonso-Paz\_Bassagoda N° 3155 MVFQ), *Tibouchina herbacea* (cita nueva para la costa, Alonso-Paz\_Bassagoda N° 3912 MVFQ) (Melastomataceae) y *Elatine triandra* var. *brachysperma* (cita nueva para la costa, Alonso-Paz\_Bassagoda N° 2694, 3218 MVFQ) (Elatinaceae).

#### **3.2.2. Comunidades de humedales costeros**

##### **3.2.2.1. Comunidades de humedales continentales**

Los humedales costeros se desarrollan en las llanuras bajas de arroyos o lagunas. Están constituidos por hidrófitas. En la costa estudiada se encuentran 325 hidrófitas (según la clasificación de Irgang & Gastal 1996), lo que representa 75% de la flora de hidrófitas de Uruguay. Son plantas invasoras de humedales: *Apium nodiflorum* (Apiaceae), *Rorippa nasturtium-aquaticum* (Brassicaceae, "berro"), *Iris pseudacorus* ("lirio", Iridaceae) y *Veronica anagallis-aquatica* (Scrophulariaceae).

En zonas bajas, en la transición del campo de médanos y llanuras medias y altas, se desarrollan también humedales. Por ejemplo, es el caso de los bañados a la entrada de Valizas donde hay hidrófitas emergentes de alto porte y en las zonas marginales caraguatales (*E. pandanifolium*) y juncales de una halófila: *Juncus acutus* (Juncaceae).

Se forman humedales extensos detrás de las dunas frontales que interrumpen y enlentecen con sus movimientos los pequeños arroyos costeros que desembocan en el mar ("drenajes impedidos", Martínez & Fernández 1999). Son ambientes paludosos con emergentes de alto porte como la "tiririca" (*S. giganteus*) especies de *Rhynchospora* (Cyperaceae), helechos (*Thelypteris* sp., *Blechnum tabulare*) y *S. matfeldianus*. Estos lugares, con mucha acumulación de materia orgánica, son propicios para la aparición de los llamados bañados ácidos con toda una flora característica asociada. El musgo *Sphagnum* es indicador de este hábitat al igual que *Drosera brevifolia* (Droseraceae), eriocaulaceas conocidas vulgarmente como "siemprevivas", *Utricularia* spp. (Lentibulariaceae), ciperáceas y *Xyris jupicai* (Xyridaceae).

Se distinguen cinco formaciones herbáceas de los humedales (Rosengurttt 1944; Legrand 1959; Cabrera 1968; del Puerto 1969; Sganga 1994; Alonso-Paz 1997): pradera uliginosa, pajonal, caraguatal, juncal y totoral. El pajonal y caraguatal son típicas de suelos uliginosos y no toleran inundaciones permanentes. El juncal y totoral son formaciones paludosas.

Las praderas uliginosas de arroyos y lagunas se caracterizan por la anegación limitada al suelo, con inundaciones temporales de pocos centímetros sobre la superficie por períodos de varias semanas o meses. El suelo se seca durante cortos períodos estivales. Su existencia está determinada por los hervíboros que controlan el avance de las otras comunidades herbáceas (pajonal, caraguatal) o leñosas (bosque y matorral). En estos ambientes a lo largo de la costa se pueden encontrar especies pertenecientes a 83 géneros de 31 familias de fanerógamas y dos de pteridófitas. Actualmente, como resultado de la urbanización, estos ecosistemas son más escasos.

El pajonal es una asociación de gramíneas perennes, en matas de alto porte, que por lo general constituyen formaciones densas (del Puerto 1969). Las especies más comunes son *Erianthus angustifolius* ("paja estrelladora") y *Cortaderia selloana* ("paja penacho").

El caraguatal o cardal (en Rocha) es una asociación en la que dominan las "cardillas" o "cardos": *E. pandanifolium* o *Eryngium eburneum*. Es frecuente que las raíces estén parasitadas por *Castilleja lithospermoides* (Scrophulariaceae). En los caraguatales se encuentran muchas hidrófitas subarborescentes, arbustivas y arbóreas tales como *Ludwigia longifolia*, *Ludwigia peruviana* (Onagraceae), *Hibiscus striatus* (Malvaceae), *Buddleja* spp. (Buddlejaceae) y *Sapium* spp. (Euphorbiaceae). Estas especies también ocurren en el pajonal y cuando adquieren porte dando sombra desaparecen las formaciones herbáceas.

El juncal es una asociación donde domina el "junco" (*S. californicus*). Es una hidrófita emergente de alto porte propia de ambientes paludosos con inundaciones por largos períodos. Generalmente está asociada a hidrófitas flotantes libres o arraigadas con diversas formas biológicas (e.g. las asteráceas *Senecio bonariensis* y enredaderas del género *Mikania* y la alismatácea *Sagittaria montevidensis*).

El totoral es una asociación donde domina la "totora" (*Typha* spp., Typhaceae) es frecuente encontrar entremezclado con la totora al "lirio" (*Iris pseudacorus*, Iridaceae), una hidrófita naturalizada.

### 3.2.2.2. Comunidades de humedales con influencia marina

La desembocadura de los principales arroyos (Carrasco, Pando, Solís Chico, Solís Grande y Maldonado) en el Río de la Plata y en el Océano Atlántico, se encuentran parcialmente obturadas. A causa de ello en la parte inferior de esos cursos se han formado amplios bañados que reciben las aguas de desborde cuando el caudal supera la capacidad de desagüe de las estrechas desembo-

caduras. En estos ambientes se instalan hidrófitas emergentes de alto porte de características halófilas.

El bañado salino (salt marsh). Es un tipo de humedal con comunidades halofíticas en suelos saturados o cubiertos de agua salada o salobre. Está sujeto a inundaciones periódicas por el mar.

Rosengurttt (1944) denomina herbazal halofítico a las comunidades propias de ambientes salados o salobres. La riqueza de especies es menor que en los humedales continentales (30 taxa). Se distinguen cuatro formaciones: pradera uliginosa, juncal, caraguatal y pajonal. La pradera uliginosa de arroyos y lagunas costeras la conforman 27 especies de halófilas y plantas resistentes a la salinidad correspondientes a 16 familias de fanerógamas.

Los juncales son de *J. acutus*, *Juncus maritimus* (Juncaceae), *S. californicus* o *Schoenoplectus pungens* y *Bolboschoenus robustus* (Cyperaceae). Los caraguatales tienen como especie dominante a *Eryngium eburneum*, mientras que los pajonales son de *Spartina* (constituyen el espartillar), *Zizaniopsis bonaerensis* ("espadaña", Poaceae, constituyen el espadañal) o *S. giganteus*.

Los espadañales se encuentran en las lagunas de Castillos y Negra. El carácter de halófila lo destaca Aronson (1989). A *Zizaniopsis* se la cita para formaciones lénticas en el Balneario Guazuvirá, Dpto. de Canelones (Batallés & García 1999). Los espadañales están relacionados a humedales con el suelo continuamente inundado y turboso. En estos humedales la riqueza de especies en general es muy baja comparada con los no turbosos.

En las puntas rocosas entre rocas o sobre sedimentos se encuentran la mayoría de las halófilas citadas para Uruguay por Chebataroff (1950; 1973). En este sentido, en la Isla Gorriti se encontró *Cressa truxillensis* (Convolvulaceae, cita nueva para la costa, Alonso-Paz\_Bassagoda N° 3074 MVFQ) en un herbazal halófilo en suelo entre rocas junto a *Spartina densiflora* y *Carex vixdentata*. Se la había citado por primera y única vez para los bañados en la desembocadura del Arroyo Pantano, Montevideo, en 1943. En Punta del Diablo se registró *A. obtusisepala* (cita nueva para la localidad, Alonso-Paz\_Bassagoda N° 4093 MVFQ)

### 3.2.3. Comunidades de lagunas costeras

Las lagunas costeras representan antiguos golfos de la costa que ocuparon áreas deprimidas durante el Cuaternario. Estos golfos, por la intensa acumulación de depósitos litorales (barras y cordones de playas) han quedado aislados o casi aislados del ambiente marino (MTO-PNUD-UNESCO 1980). Se encuentran desde Canelones hasta Rocha. El primer cuerpo lagunar es El Cisne (Canelones), le siguen las lagunas del Sauce, Diario, Blanca, José Ignacio (Maldonado), Garzón (compartida con Maldonado), Rocha, Castillos, Redonda, Clotilde, García y Negra (Rocha) (Conde *et al.* 2003).

La vegetación y flora de estas lagunas depende en gran medida de las características de sus aguas. Las que están cerradas o aisladas del mar tienen una composición florística diferente a las que poseen una barra areno-

sa que se abre temporalmente permitiendo el ingreso de agua salada: las primeras tienen una flora típica de humedales continentales; las segundas (José Ignacio, Garzón, Rocha, Castillos) poseen una flora de elementos continentales y halófilos. En estos casos también hay una zonación en relación al ingreso de agua dulce por parte de los arroyos tributarios, lo que determina también floras diferentes en las proximidades de los tributarios y en las proximidades de las barras.

En las planicies de inundación de las lagunas con barras es común encontrar halófilas en praderas uliginosas: *Distichlis* sp. (Poaceae), *Heliotropium curassavicum* (Boraginaceae), *Sarcocornia perennis* (Chenopodiaceae) o hidrófitas resistentes como *Bacopa monnieri* (Scrophulariaceae), bañados salinos con *Spartina* sp. u otras emergentes halófilas: *S. californicus*, *S. pungens* y *B. robustus*.

A la hidrófita sumergida *Ruppia maritima* (Ruppiales) se la citó por primera vez para el Uruguay en la Laguna de Rocha (Rodríguez-Gallego *et al.* 2002) y posteriormente se registró en las lagunas de Castillos y Garzón (Rodríguez-Gallego com. pers.). Esta hidrófita es abundante en la Laguna de los Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Costa *et al.* 1997) donde forma praderas sumergidas que propician el depósito de sedimentos, retención de contaminantes, sirven de hábitat para los recursos pesqueros y tienen una alta producción primaria.

*Zannichellia palustris* (Zannichelliaceae) es una hidrófita sumergida tolerante a los ambientes salinos, actualmente su distribución se limita a tres lagunas de agua salobre en contacto con el mar: Garzón, Rocha y Castillos. Sin embargo, las citas de material de herbario de Arechavaleta en 1874 (MVFQ), en Montevideo, indica su presencia como "*in aquis vulgatissima*" (en el agua, muy común).

Otra especie rara colectada en lagunas costeras es *Myriophyllum quitense* (Haloragaceae). Esta es una hidrófita sumergida distribuida por las montañas de los países andinos y las Islas Malvinas. En Uruguay fue hallada por Herter para Santiago Vázquez en 1907 (Orchard 1981), posteriormente se colectó en 1981 en una laguna salobre en la misma zona (obs. pers.) y recientemente Rodríguez-Gallego *et al.* en la Laguna de Rocha y Laguna del Diario (Maldonado) (Kruk *et al.* en este volumen). Stegen *et al.* (2000) consideran que *Z. palustris* y *Myriophyllum aquaticum* (especie de amplia distribución en los humedales costeros y del resto de Uruguay) tienen una gran tolerancia a la sal, pero a pesar de ello raramente penetran en el ambiente marino.

Las islas flotantes o embalsados (Alonso-Paz & Bassagoda 2002c; Van Duzer 2004) se encuentran en las lagunas costeras: de Castillos (N. Mazzeo com. pers.), García y Clotilde (Rocha), Blanca (Maldonado) y del Cisne (Canelones). Estas son lagunas someras, formadas en épocas recientes (Holoceno) debido a la obstrucción del desagüe por dunas transportadas por el viento. Las islas (embalsados) son masas flotantes libres de hidrófitas entre cuyas raíces quedan retenidos los detritos orgáni-

cos, provenientes fundamentalmente de la sucesión vegetal establecida y detritos minerales (Tur 1972). No se ha estudiado su génesis en Uruguay pero la primera etapa se ha visto en la Laguna Blanca donde, tal como lo describe Tur para Corrientes (Argentina), hay una asociación entre *Salvinia* spp. y *Oxycaryum cubense* (Cyperaceae). En el Estero Pelotas (Rocha) se ha visto asociación de *Salvinia* spp. y *Habenaria repens* (Orchidaceae). Las islas están conformadas por plantas emergentes herbáceas, subarbustos y arbustos entre las que se destacan: *S. giganteus*, *Rhynchospora corymbosa* (Cyperaceae); *Erianthus angustifolius* (Poaceae); *Blechnum tabulare*, *Osmunda regalis* (pteridófitas s. l.); *Baccharis microcephala*, *S. mattfeldianus*; *S. glandulosum* y *Ludwigia peruviana*. Son frecuentes las trepadoras (*Mikania* spp.). Se contabilizan unos 31 taxa (depositados en MVFQ). Sorprende la abundancia de *Cladium jamaicense* (Cyperaceae) en estos ambientes. Fue citada por primera vez de los Bañados de Carrasco (Chebataroff 1936) y colectada por los autores en los bañados de la Laguna Negra y en las lagunas de Aguas Dulces. En la Provincia de Corrientes, Argentina (Ahumada 1985) forma parte de la vegetación de los embalsados de las lagunas del Iberá.

Estas lagunas con embalsados (García, Clotilde) poseen también una gran riqueza de hidrófilas. Algunas son la localidad exclusiva para la costa de: *Potamogeton illoensis* (Potamogetonaceae, también ha sido colectado en Cerro Largo, obs. pers.) y *Ceratophyllum demersum* (Ceratophyllaceae).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es particularmente necesario poseer un inventario completo de la flora de cada ecosistema a lo largo de la costa. Este debe ser llevado a cabo acompañado de muestras depositadas en herbarios públicos y con su exacta procedencia determinada por GPS. El ingreso y análisis de la información resultante mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) es asimismo fundamental para el monitoreo de los ambientes costeros. Es necesario destacar que el inventario de la flora costera uruguaya no está agotado, dado que existen muy pocas colectas en otoño e invierno las cuales son importantes para detectar algunos taxa.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La costa platense y atlántica es una sucesión continua de balnearios desde el Arroyo Carrasco hasta la Laguna José Ignacio. La flora de la costa ha quedado relegada a los ambientes que el creciente fraccionamiento y urbanización permiten. Ya es historia el trabajo de Legrand de 1959. La forestación, la urbanización, la Ruta Interbalnearia y la rambla de la Ciudad de la Costa que se interrumpe en el Balneario Guazuvirá ha contribuido a la desaparición de los arenales. También se modificaron las depresiones entre las dunas y los ricos bañados desa-

rollados detrás de las dunas frontales por anegamiento de las pequeñas corrientes que desembocan en la costa.

En Canelones es de interés conservar la porción de costa correspondiente a Guazuvirá, desde donde se interrumpe la rambla hasta el Arroyo del Bagre, el bosque de galería del Bagre, las barrancas de San Luís (cubiertas de MEP), los bosques del Arroyo La Tuna y La Coronilla y todas las pequeñas corrientes de agua que atraviesan las dunas frontales y forman bañados ácidos hasta Jaureguiberry. Existe el pedido por parte de la Intendencia Municipal de Canelones de incluir dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (según la Ley N° 17.234 de febrero de 2000) a las cuencas de los arroyos El Bagre, La Tuna y La Coronilla y los bañados asociados a la Ruta Interbalnearia en los balnearios Guazuvirá y Guazuvirá Nuevo (Oficio N° 785/05 Dirección General de Gestión Ambiental, Intendencia Municipal de Canelones, 25 abril 2005).

En el Dpto. de Maldonado el panorama es semejante a Canelones. La ruta 10 oficia de rambla en gran parte de su trazado. Muchos balnearios fueron fraccionados antes de la Ley de Centros Poblados N° 10723 del 21 de abril de 1946; en estos casos no se respeta la faja costanera de exclusión de 150 m y se encuentran los terrenos con construcciones próximas a la playa del lado S de la Ruta 10. Las zonas de particular interés para la conservación se encuentran en el tramo desde Punta Negra hasta Saucedo del Portezuelo donde hay dunas semifijas con vegetación relictual y MEP. También los bañados salinos de los arroyos Solís Chico, Grande y Maldonado y los de las lagunas costeras tienen un gran atractivo por la riqueza de halófilas e hidrófitas. El brazo largo de la Laguna Garzón (Maldonado) y los balnearios El Caracol, Costa Bonita, Estrella del Mar y San Sebastián (Rocha) son el paradigma de las dunas semifijas y MEP. En esos lugares se encuentra una vegetación herbácea exclusiva de esa costa. También hay BP próximo a humedales e invadido por las dunas. Para este departamento y estos ecosistemas aún no existen planes de conservación.

La costa de Rocha tiene un estado de conservación diferente. Todavía hay campos de dunas y los ambientes que en Canelones y Maldonado fueron modificados por la forestación, como las depresiones húmedas (wet slack), pueden observarse en muchas zonas. La mayoría de los terrenos de la costa de Rocha desde la Laguna Garzón hasta el Arroyo Chuy están fraccionados en 70 balnearios, una buena parte no concretados, pero si proyectados y aprobados por la Intendencia Municipal de Rocha entre los años 1936 (San Antonio) y 1984 (Barrancas de La Pedrera). La superficie promedio de los solares va de 345 m<sup>2</sup> (Valizas, próximo al Balneario Atlántica) a 1060 m<sup>2</sup> como se ha visto en El Caracol (Intendencia Municipal de Rocha 1991; de Álava 1994).

En el Dpto. de Rocha, la Ordenanza Costera, aprobada por la Junta en septiembre de 2003 y promulgada en el Diario Oficial el 7 de enero de 2004, resulta un instrumento adecuado para la conservación si se implementa correctamente. Todas las situaciones de fraccionamiento

y uso de los suelos están contempladas y para cada una de ellas existirían soluciones. En un capítulo de la Ordenanza (Iglesias & Lacomba 2001) se establece una clasificación de los suelos y para evitar el desarrollo urbano uniforme, lineal y continuo (como en Canelones y Maldonado) de la costa se establece una zonificación estratégica, que identifica cinco modalidades principales de uso. En relación al presente trabajo se destacan especialmente las siguientes tres áreas:

1) Áreas de desarrollo urbano turístico (balnearios ya consolidados: La Paloma, La Pedrera, Valizas, Punta del Diablo, etc);

2) Áreas de turismo de baja intensidad. Éstas tienen escasa o nula consolidación, sin población, edificaciones, servicios ni equipamientos. En ellas se permitirán actividades que impliquen una baja intensidad de uso y ocupación del suelo. A estos efectos, el gobierno departamental propenderá a revertir la situación actual de fraccionamiento del suelo, tendiendo al reparcelamiento en predios que tengan como mínimo 5 ha; y

3) Áreas de interés para la conservación. Son aquellas que, por sus valores naturales y de biodiversidad, son objeto de especial protección. Constituyen el principal exponente de naturalidad de la costa y sustentan el mayor atractivo para la presente y futura oferta turística de la misma.

## AGRADECIMIENTOS

A Fabrizio Scarabino y resto del equipo editor de este libro por la lectura crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias así como a Juan Carlos Juele, vecino de José Ignacio, entusiasta defensor y conocedor de la zona, por toda la información intercambiada.

## REFERENCIAS

- Ahumada OH 1985 *Cladium* (Cyperaceae) en la flora argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 24(1-2):183-186. Buenos Aires
- Alonso-Paz E 1989 Notas sobre plantas nuevas o interesantes para la flora uruguaya I. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 5(91):1-4
- Alonso-Paz E 1996 Vegetación. Pp 22-28 In: Spínola Rodríguez-Mazzini & Rilla (eds) Descripción y evaluación biológica del área protegida laguna de Castillos, Rocha, Uruguay. Primera aproximación. PROBIDES, Informe Técnico. Rocha
- Alonso-Paz E 1997 Plantas acuáticas de los Humedales del Este. Hemisferio Sur, Montevideo. 234 pp
- Alonso-Paz E & MJ Bassagoda 1999 Los bosques y los matorrales psamófilos en el litoral platense y atlántico del Uruguay. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 6(113):1-12
- Alonso-Paz E & MJ Bassagoda 2002a Composición florística de la zona costera platense y atlántica del Uruguay (32°52' y 33°45' LS y 56°03' y 53°23' LW). VII Congreso Latinoamericano de Botánica (Cartagenas de Indias, 13- 18 octubre 2002), Resúmenes:468
- Alonso-Paz E & MJ Bassagoda 2002b Revisión de las Marsiliaceae del Uruguay y primera cita de *Pilularia americana* A. Braun. Comunicaciones Botánicas, Museos Nacionales de Historia Natural y Antropología 6(125):1-8. Montevideo

- Alonso-Paz E & MJ Bassagoda** 2002c La vegetación costera del SE uruguayo: ambientes y biodiversidad. Documentos de Divulgación, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (5):1-6, 1-20 fig. Montevideo. Formato pdf (web)
- Alonso-Paz E & MJ Bassagoda** 2003 Relevamiento de la flora y comunidades vegetales del Cerro Verde, Rocha, Uruguay. Comunicaciones Botánicas, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología 6(127):1-20, 1 fig. Montevideo
- Alonso-Paz E & C Leoni** 1994 Monte psamófilo espinoso. Una imagen de lo que fue la costa uruguayana. Bañados del Este (1). PROBIDES, Rocha
- Alonso-Paz E Rodríguez-Mazzini R & M Clara** 1995 Dispersión de la "palma butiá" (*Butia capitata*) por el « Zorro de monte» (*Cerdocyon thous*) en montes nativos de la Reserva de Biósfera, Bañados del Este, Uruguay. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 5(104):1-4
- Anderson S** 1994 Area and endemism. The Quarterly Review of Biology 69(4):451-471
- Araujo O** 1900 Diccionario Geográfico del Uruguay (Primera edición). Imprenta Artística de Dornaleche, Montevideo. 1006 pp, figs., apend.,
- Arballo E & JL Cravino** 1999 Aves del Uruguay. Manual ornitológico. Vol. 1. Struthioniformes a Gruiformes. Hemisferio Sur, Montevideo. i-xviii+465 pp
- Arechavaleta J** 1898 Las Gramíneas Uruguayas. Tercera Parte. Agrostología aplicada. Establecimiento Tipo-Litográfico "Oriental", Montevideo:495-529
- Arechavaleta J** 1906 Cactáceas. Flora Uruguaya, 2. Anales del Museo Nacional de Montevideo 5(2):161-291, láms. 1-35.
- Aronson JA** 1989 Haloph, a data base of salt tolerant plants of the World. Office of Arid Land Studies, University of Arizona, Tucson. 77 pp
- Arredondo H** 1929 Maldonado y sus fortificaciones. Revista de la Sociedad "Amigos de la Arqueología" 3:293-447, fig. Montevideo
- Baeza J Moreno de Bosch M Bosch A Pinto M Femenías J & SV de Pinto** 1974 Informe sobre la zona costera atlántica de Cabo Polonio y Balizas. Intento de reconstrucción arqueológica. Segunda parte. III Congreso Nacional de Arqueología, IV Encuentro de Arqueología del Litoral. 11 pp, 11 lám
- Batallés M & C García** 1999 Descripción biocenológica de algunos ambientes de la zona costera uruguayana del Río de la Plata. Pp 120- 139 In: López-Laborde & Perdomo (eds) Diagnóstico Ambiental y sociodemográfico de la zona costera uruguayana del Río de la Plata. Recopilación de Informes Técnicos. Ecoplata, Montevideo. Edición en formato pdf.
- Beatrijs B Olivier H & H Martín** 2003 An island biogeographical view of the successional pathway in wet dune slacks. Journal of Vegetation Science 14:781-788
- Bernardi H & U Seeliger** 1989 Population biology of *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears on southern Brazilian bachshores. Ciência e Cultura 41(11):1110-1113
- Bernardi H Cordazzo CV & CSB Costa** 1987 Efeito de ressacas sobre *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears nas dunas costeiras do sul do Brasil. Ciência e Cultura 39(5/6):545-547
- Bossi J & JR Montaña** 1995 Geología y geomorfología de Rocha. Reconocimiento de rocas y minerales. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 22 pp, 27 fig
- Burkart A** 1957 Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del Río Paraná. Darwiniana 11(3):457-561
- Cabrera AL** 1936 Apuntes sobre la vegetación de de las dunas de Juancho. Notas del Museo de La Plata 1(8):207-236, fig
- Cabrera AL** 1940 La vegetación espontánea de las dunas de Miramar. Dirección de Agricultura, Ganadería e Industrias, La Plata. 11 pp, fig
- Cabrera AL** 1941 Las comunidades vegetales de las dunas costeras de la Provincia de Buenos Aires. Dirección Agronomía, Ganadería e Industria de la Provincia de Buenos Aires. Publicación Técnica, 1(2):1-44
- Cabrera AL** 1949 Las comunidades vegetales de los alrededores de La Plata. Lilloa 20:269-347. Tucumán
- Cabrera AL** 1968 Vegetación de la Provincia de Buenos Aires. En: Flora de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica del I.N.T.A. 4(1):101-122. Buenos Aires
- Caldevilla G** 1940 La desecación de los Bañados de Carrasco. Revista de la Facultad de Agronomía de Montevideo 20:23-161
- Campo J Bacigalupe A Costa B & G Pistone** 1999 Conservación y restauración del matorral psamófilo. Probides, Serie Documentos de Trabajo (20):21 pp, 6 tablas, 4 fig. Rocha
- Canel-Suárez E** 1945 Fijación de dunas. Conferencias Forestales, Ministerio de Ganadería y Agricultura, Junta Honoraria Forestal: 71-75. Montevideo
- Carrere R** 1990 Desarrollo forestal y medio ambiente en el Uruguay. 2. El bosque natural uruguayo: caracterización general y estudios de caso. Serie Investigaciones, 72:1-105. Ciedur, Montevideo.
- Chebataroff J** 1936 Halophytia uruguayana. Revista Sudamericana de Botánica 3(4-6):127-137. Montevideo
- Chebataroff J** 1942a La vegetación del Uruguay y sus relaciones fitogeográficas con las del resto de la América Latina. Revista Geográfica, Instituto Panamericano de Geografía e Historia: 50-90, 2 mapas
- Chebataroff J** 1942b Vegetación platense. Suplemento Dominical del diario "El Día" [25 octubre 1942]. Montevideo
- Chebataroff J** 1943 Evolución de la topografía del litoral uruguayo del Plata. Talleres Gráficos "33", Montevideo:1-25
- Chebataroff J** 1950 Vegetación halófila de la costa uruguayana. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 4(5):81-98. Montevideo
- Chebataroff J** 1959 Aspectos evolutivos de la vegetación del Uruguay y Río Grande del Sur. 18 Congreso Internacional de Geografía, Río de Janeiro, 2
- Chebataroff J** 1960 Algunos aspectos evolutivos de la vegetación de la Provincia Fitogeográfica Uruguayense. Revista Nacional (201):1-18, 1 mapa. Montevideo
- Chebataroff J** 1965 Estepas, praderas y sabanas de Sud América. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias (22):127-146. Montevideo
- Chebataroff J** 1971 Condiciones ecológicas que influyen en la distribución de las palmeras del Uruguay. Facultad de Humanidades y Ciencias (Departamento de Geografía), Trabajo de Investigación y Revisión (4):1-24, 4 lám. Montevideo
- Chebataroff J** 1973 Introducción al estudio de los ecosistemas de bañados salinos. Revista Uruguaya de Geografía. Asociación de Geógrafos del Uruguay, Serie II (2): 31-41, 3 fig. Montevideo
- Chebataroff J** 1974 Palmeras del Uruguay. 31 pp, 15 fig. Montevideo
- Conde D Rodríguez-Gallego L & L Rodríguez-Graña** 2003 Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa atlántica del Uruguay. Informe final. PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA). 75 pp, fig. Versión en formato pdf.

- Cordazzo CV** 1998 Biología de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. nas dunas costeiras no sul do Brasil. I. Características reprodutivas. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros 3:92-96
- Cordazzo CV** 1999 Effects of salinity on seed germination, seedling growth and survival of *Spartina ciliata* Brong. Acta Botânica Brasileira 13(3):317-322. São Paulo
- Cordazzo CV** 2003 *Spartina ciliata* Brong. (Poaceae) nas dunas da costa sudoeste atlântica: uma síntese. Iheringia (Série Botânica) 58(2):251-272. Porto Alegre
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1994a Seed production and seed quality of the dune-building grass *Panicum racemosum* Spreng. Acta Botânica Brasileira 9(1):17-27. São Paulo
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1994b Seed production, seed size, and dispersal of *Spartina ciliata* Brongniart (Gramineae) in southern Brazilian coastal dunes. Atlântica 16:143-154. Rio Grande
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1997 Effects of temperature and light on seed germination in the dune-building grass *Panicum racemosum* Spreng. Atlântica 19:47-57. Rio Grande
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1999 Vegetative regeneration of *Panicum racemosum* from rhizome fragments on southern Brazilian coastal dunes. Journal of Coastal Research 15(2):520-525
- Cordazzo CV & HZ de Souza** 1993 Germinação de *Senecio crassiflorus* (Compositae). Revista Brasileira de Biologia 53(1):81-86
- Cordazzo CV & U Seeliger** 1993 Zoned habitats of southern Brazilian coastal foredunes. Journal of Coastal Research 9(2):317-323
- Cordazzo CV & U Seeliger** 2003 Reproduction and vegetative regeneration in *Blutaparon portulacoides* (Amaranthaceae) on backshore of southern Brazil. Journal of Coastal Research 35 (Special Issue):481-485
- Cordazzo CV & S Spanó** 2002 Produção e germinação de sementes de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae), coletadas ao longo de um gradiente nas dunas costeiras do sul do Brasil. Atlântica 24(1):11-15. Rio Grande
- Cordazzo CV & C Valero-Aracama** 1998 Influência do dimorfismo de sementes de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimentos das plântulas. Atlântica 20:121-130. Rio Grande
- Costa CSB & U Seeliger** 1988a Demografia de folha de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. uma planta herbácea rizomatosa perene, nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Biologia 48(3):443-451
- Costa CSB & U Seeliger** 1988b Demografia de folhas de *Spartina ciliata* Brong. em dunas e brejos costeiros. Revista Brasileira de Botânica 11:85-94. São Paulo
- Costa CSB & U Seeliger** 1990 Quantitative phenology and horizontal distribution of the rhizomatous perennial herb *Hydrocotyle bonariensis* Lam. in coastal sand dunes. Vida Silvestre Neotropical 2(2):36-42. Washington D. C.
- Costa CSB Cordazzo CV & U Seeliger** 1996 Shore disturbance and dune plant distribution. Journal of Coastal Research 12(1):133-140
- Costa CSB Seeliger U & CV Cordazzo** 1984 Aspectos da Ecologia populacional do *Panicum racemosum* (Spreng.) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul. Pp 395-411 In: Lacerda Araujo Cerqueira & Turq (eds) Restingas: origem, estrutura, processos. UFF-RJ, Niteroi
- Costa CSB Seeliger U & CV Cordazzo** 1988a Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. Revista Brasileira de Biologia 48(3):527-536
- Costa CSB Seeliger U & CV Cordazzo** 1988b Dinâmica populacional e distribuição do *Andropogon triginum* (Prengr.) (Cyperaceae) nos brejos e dunas costeiras do Rio Grande do Sul. Acta Limnológica Brasileira 2:813-842
- Costa CSB Seeliger U & CV Cordazzo** 1991 Leaf demography and decline of *Panicum racemosum* populations in coastal foredunes of southern Brazil. Canadian Journal of Botany 69:1593-1599
- Costa CSB Seeliger U de Oliveira DPL & AMM Mazo** 1997 Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). Atlântica 19: 67-84. Rio Grande
- Cozzo D** 1947 Nuevos casos de raíces gemíferas en plantas leñosas argentinas. Revista Argentina de Agronomía 14:247-254. Buenos Aires
- Croizat L** 1941 Preliminaires for the study of Argentinean and Uruguayan species of *Croton*. Darwiniana 5:417-462. Buenos Aires
- Da Lage A & G Métaillé** 2000 Dictionnaire de Biogéographie Végétale. CNRS Editions, Paris. 578 pp
- de Álava D (coord)** 1994 Estudios para la Propuesta de un Manejo Integrado de la Zona Costera del Departamento de Rocha. Propuesta preliminar sujeta a correcciones. UNCIEP, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias:1-72, anexos, Montevideo.
- Degano CAM** 1999 Respuestas morfológicas y anatómicas de *Tessaria absinthioides* (Hook. et Arn.) DC. a la salinidad. Revista Brasileira de Botânica 22(3):357-363. São Paulo
- Delfino L Figueredo E & S Masciadri** 2002 Registro de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult) T. D. Penn. (Sapotaceae) en monte psamófilo (Departamento de Rocha) del litoral atlántico del Uruguay. X Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (Solís, Maldonado, 9-12 de mayo de 2002), Resúmenes:144
- Delfino L Figueredo E & S Masciadri** 2005 Levantamento florístico na localidade do Cabo Polonio, Rocha-Uruguay. Iheringia (Série Botânica) (aceptado). Porto Alegre
- del Puerto O** 1969 Hierbas del Uruguay. Nuestra Tierra 19:1-68. Montevideo
- Dinegri Costa M** 1890 Las dunas de Rocha. Revista de la Asociación Rural del Uruguay 19:374-375. Montevideo
- d'Orbigny A** 1835 Voyage dans l'Amérique Méridionale. Parte Historique (1). Pitois-Levault et Cie, Paris. 672 pp
- Eskuiche U** 1973 Pflanzengesellschaften der Küstendünen von Argentinien, Uruguay und Südbrasilien. Vegetatio 28(3-4):201-250. Den Haag
- Falkenberg D** 1999 Aspectos da flora e la vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. Insula (2):1-30. Florianópolis
- Fiebrig C** 1933 Apuntes de una excursión a Castillos, Departamento de Rocha, Uruguay. Ostentia, Colección de Trabajos Botánicos Dedicados a Don Cornelio Osten:186-192. Montevideo.
- Figueiras JH** 1900 Dunas o médanos. Pp 246-248 In: Araujo (ed) Diccionario Geográfico del Uruguay. Imprenta Artística de Dornaleche, Montevideo
- Fontana SL** 2005 Dune vegetation and pollen representation in south Buenos Aires Province Argentina. Journal of Biogeography 32(4):719-735
- Gajardo R** 1994 La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp
- García L & M Gómez** 1999 Binomio habitat-flora. Pp 245-341, 278-289 In: López-Laborde & Perdomo (eds) Diagnóstico Ambiental y sociodemográfico de la zona costera uruguaya del Río de la



- Plata. Recopilación de Informes Técnicos. EcoPlata, Montevideo. Edición en formato pdf
- García-Rodríguez F Sprechmann P Metzeltin D Scafati L Melendi DL Volkheimer W Mazzeo N Hiller A von Tümpling W Jr & F Scasso** 2004 Holocene trophic state changes in relation to sea level variation in Lake Blanca, SE Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 31:99-115
- Gassner G** 1913 Uruguay II. In: Karsten & Schenck (eds) *Vegetationsbilder* 11(3/4):láminas 1-24 y texto correspondiente, Jena
- Gutiérrez-Laplace JM** 2000 Crónicas de la costa. Historia, personajes y memorias del Arroyo Carrasco al Solís Grande. Banda Oriental, Montevideo. 112 pp
- Hackbart VCS & CV Cordazzo** 2003 Ecología das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. *Atlântica* 25(1):61-65. Rio Grande
- Herter G** 1933 Apuntes sobre la flora del palmar de Castillos, Departamento de Rocha, República Oriental del Uruguay. *Ostenia*, Colección de Trabajos Botánicos Dedicados a Don Cornelio Osten:193-204. Montevideo
- Iglesias A & I Lacomba** 2001 Gestión integrada de la zona costera atlántica del Uruguay. *Boletín Bañados del este*, PROBIDES. 8 (19).
- Intendencia Municipal de Rocha** 1991 Costa Oceánica. Lista de Balnearios, año de aprobación y tamaño promedio de solares, Rocha.
- Intendencia Municipal de Rocha** 2004 Plan de Ordenamiento y Desarrollo sustentable de la Costa Atlántica. *Diario Oficial* (26418):349-369. [7 enero 2004], Montevideo
- Irgang BE & CV Gastal** 1996 Macrófitas acuáticas da planícies costeira do RS. Porto Alegre. 290 pp
- Kruckeberg AR & D Rabinowitz** 1985 Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:447-479
- Legrand D** 1944 Excursión al Departamento de Rocha 19-22 abril 1943. *Boletín de la Sección Investigaciones Botánicas* (Instituto de Estudios Superiores) 1(1):113-119. Montevideo
- Legrand D** 1959 Comunidades psamófilas de la región de Carrasco (Uruguay). *Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo* (Serie 2)6(3):163-412
- Linderman JC Baptista LRM Irgang BE Porto ML Girardi-Deiro AM & MLL Baptista** 1975 Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul-Brasil. II. Levantamento florístico da Planície do Curtume, da área de Itapeva e da área colonizada. *Iheringia (Série Botânica)* (21):15-52. Porto Alegre
- Lombardo A** 1964 Flora arbórea y arborescente del Uruguay. Concejo Departamental de Montevideo, Dirección de Paseo Públicos, Bouzout, Montevideo. 151 pp
- Martínez AM & E Fernández** 1999 Caracterización del paisaje costero. Pp 89-119 In: López-Laborde & Perdomo (eds) *Diagnóstico Ambiental y sociodemográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata*. Recopilación de Informes Técnicos. EcoPlata, Montevideo. Versión en formato pdf.
- Masciadri S Figueredo E & L Delfino** 2002 Estudio de la composición florística y fitofisionómica del Cabo Polonio, Departamento de Rocha, Uruguay. X Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (Solís, Maldonado, 9-12 de mayo de 2002), Resúmenes:145
- Medan D & R Tortosa** 1976 Nódulos radicales en *Discaria* y *Colletia* (Ramnáceas). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 17(3-4): 23-336. Buenos Aires
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU 73.007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- Molina-Espinosa B (coord)** 2001 Biología y conservación del palmar de butiá en la Reserva de Biosfera Bañados del Este. Avances de investigación. PROBIDES, Documentos de Trabajo, (34):33 p. y anexos, Rocha.
- Montaña J & J Bossi** 1995 Geomorfología de los humedales de la cuenca de la Laguna Merín. Serie Documentos de Trabajo (2), PROBIDES. 32 pp, 28 fig. Rocha
- Müller K** 1909 Informe sobre el viaje de estudio a las plantaciones del Sr. D. Antonio Lussich en Punta Ballena. Efectuado por el Catedrático de Selvicultura en los días 14 al 20 de Febrero de 1909. *Revista del Instituto de Agronomía de Montevideo* (5):85-93
- Panario D** 1994 Evolución y tendencia de la vegetación nativa uruguaya II. Apuntes sobre monte indígena. En: Contribución de los estudios edafológicos al conocimiento de la vegetación en la República Oriental del Uruguay, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Aguas. *Boletín Técnico* (13):49-52. Montevideo
- Orchard AE** 1981 A revision of South American *Myriophyllum* (Haloragaceae), and its repercussions on some Australian and North American species. *Brunonia* 4:27-65
- Osten C** 1932 Corn. Osten, una *Gunnera* en el Uruguay, *Gunnera Herteri* Osten n. sp. *Herbarium Cornelio Osten*, Comunicaciones (2):33-39, 1 fig. Montevideo
- Porcile Maderni JF** 1988 Los bosques nativos en el área Valizas-Cabo Polonio. I. Descripción preliminar. Dirección Forestal, División Investigación y Tecnología, 12 pp, 1 fig. Montevideo (Inédito)
- Praderi RC & RB Praderi** 2001 Los bosques nativos. Pp 151-176 In: Praderi Vivo & Vázquez-Praderi. Ríos, lagos y montes indígenas del Uruguay. Ediciones de la Plaza, Montevideo
- PROBIDES** 1999 Plan Director Reserva de Biósfera Bañados del Este, Uruguay. 159 pp
- Rambo B** 1954 História da fora do litoral riograndense. *Sellowia* (6):113-172. Itajaí
- Reitz P** 1961 Vegetação da zona marítima de Santa catarina. *Sellowia* (13):17-115. Itajaí
- Richardson, DM Pysek P Rejmanek M Barbour MG Panetta FD & CJ West** 2000 Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6:93-107
- Rodríguez-Gallego L Arocena R & E Alonso-Paz** 2002 Primer registro de *Ruppia maritima* L. en Uruguay y ecología de las hidrófitas sumergidas en la Laguna de Rocha. X Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (Solís, Maldonado, 9-12 de mayo de 2002), Resúmenes:150
- Rosa L Castellani TT & A Reis** 1998 Biología reproductiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. *Revista Brasileira de Botânica* 21(3): 281-287
- Rosa-Mato F & GM Caldevilla** 1938 El Parque Centenario como estación biógena. Archivos de la Sociedad de Biología de Montevideo 9(3):194-201
- Rosengurt B** 1944 Estudios sobre Praderas Naturales del Uruguay. 4ª. Contribución. Las formaciones campestres y herbáceas del Uruguay. Talleres Gráficos Castro y Cía, Montevideo. 45 pp, 30 fig
- Rosengurt B** 1945 La vegetación del Uruguay. Pp 142-143 In: Verdoorn (ed) *Plants and Plant Science in Latin America*. Waltham, Massachussets
- Saint Hilaire A** 2005 Al Sur del Brasil al Norte del Río de la Plata. Universidad de la República, Montevideo. 274 pp [Traducción de Saint Hilaire. 1887. *Voyage Rio Grande do Sul (Brésil)*. H. Herlmision, Orleans].

- Sapriza-Vera** 1932 La Acacia trinervis como planta dunicola. Publicación Mensual, Dirección de Agronomía, Ministerio de Industrias 4(5):75-76. Montevideo
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de playas arenosas del Departamaneto de Rocha (Uruguay) con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía 1(1):42-52. Montevideo
- Sganga J** 1994 Caracterización de la vegetación de la República Oriental del Uruguay. In: Contribución de los estudios edafológicos al conocimiento de la vegetación en la República Oriental del Uruguay, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Aguas. Boletín Técnico (13):5-14, 1 fig. Montevideo
- Soreng RJ Davids G Peterson PM Zuloaga GO Judziewicz EJ Filgueiras TS & O Morrone** Catalogue of New World grasses (Poaceae) <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/nwgc.html> [consulta octubre 2005]
- Souza MLDR Falkenberg DB Amaral LG Fronza M Araujo AC & MR De Sa** 1992 Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. Insula (21):87-117. Florianópolis
- Stegen S Queirolo F Cortés S Pastenes J Ostapczuk P Backhaus F & C Mohl** 2000 Use of fresh water plants *Zannichellia palustris* and *Myriophyllum aquaticum* for biomonitoring of Cd, Pb, and Cu in Andean rivers of Chile. Boletín de la Sociedad Chilena de Química 45(3):449-459
- Tiner RW** 1991 The concept of a hydrophyte for wetland identification. Bioscience 41(4):236-247
- Toller W** 1955 [1715] The history of the voyage to the River of Plate & Buenos Ayres from England Anno MDCCXV. Viaje de William Toller a la Banda Oriental y Río de la Plata en 1715. Documento para la historia de la República Oriental del Uruguay, 2. Relatos de viajes, memorias y autobiografías. Facultad de Humanidades y Ciencias, Instituto de Investigaciones Históricas y Laboratorio de Zoología. ix-xxix+1-82, 21 lám. Montevideo
- Tortosa RD** 1989 El género *Colletia* (Rhamnaceae). Parodiana 5(2):279-332. Buenos Aires
- Tortosa RD & D Medan** 1983 Nódulos radicales simbióticos en esporofitas argentinas. Kurtziana 16:101-122. Córdoba
- Tur NM** 1972 Embalsados y camalotales de la región isleña del Paraná Medio. Darwiniana 17:397-407. San Isidro
- Van Duzer C** 2004 Floating islands: a global bibliography. Cantor Press, Los Altos Hill, California. 425 pp
- Vaz-Ferreira R** 1950 Observaciones sobre la Isla de Lobos. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 4(5):145-173. Montevideo
- Vaz-Ferreira R** 1952 Observaciones sobre la Isla de Torres y de Castillo Grande. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 6(9):237-258. Montevideo
- Vaz-Ferreira R** 1956 Características generales de las islas uruguayas habitadas por lobos marinos. Servicio Oceanográfico y de Pesca, Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (1):1-23. Montevideo
- Waechter JL** 1985 Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRGS, Série Botânica (33):49-68. Porto Alegre
- Waechter JL** 1990 Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa e Sudeste Brasileira, 2, Aguas de Lindóia, 1990, Estrutura, função e manejo. ACIESP 3:223-248. (Publicación ACIEPS 71-73)
- Wanntorp L & HE Wannorp** 2003 The biogeography of *Gunnera* L.: vicariance and dispersal. Journal of Biogeography 30:979-987
- Zuloaga F & O Morrone (eds)** 1996 Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae). I. Acanthaceae-Euphorbiaceae (Dycotyledoneae). Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 60:1-323. St. Louis
- Zuloaga F & O Morrone** 1998 Catálogo de las plantas vasculares de la Argentina. Dicotyledoneae. Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 74:1-1246. St. Louis (2 vol.)
-

## Fauna parasitaria del lobo fino *Arctocephalus australis* y del león marino *Otaria flavescens* (Mammalia, Otariidae) en la costa uruguaya

DIANA MORGAEDES, HELENA KATZ, OSCAR CASTRO, DINORA CAPELLINO, LOURDES CASAS, GUSTAVO BENITEZ, JOSÉ MANUEL VENZAL & ANTONIO MORANA

dpvuru@adinet.com.uy



### RESUMEN

*Arctocephalus australis* y *Otaria flavescens* son las únicas especies de otáridos que se reproducen en Uruguay. Se mencionan las enfermedades parasitarias como importante causa de mortalidad en cachorros. Se relevó y comparó la fauna parasitaria de estos pinnípedos en la costa uruguaya, evaluando la potencial patogenicidad de los parásitos. Se relevaron tracto respiratorio y gastrointestinal. Se estudió la capacidad de migración transcutánea del género *Uncinaria* (nematodo común en cachorros) en ratones. En *O. flavescens* se halló *Ascocotyle (Phagicola) longa*, *Diphyllobothrium* sp., *Contracaecum* sp., *Uncinaria* sp., *Corynosoma australe* y *Corynosoma* sp. En adición a estos taxones, en *A. australis* se halló *Stephanoprora* sp., *Tetrabothriidae* indet., *Filicollidae* indet., *Bolbosoma* sp., *Strongyloides* sp. y *Parafilaroides* sp. Los piojos *Antarctophthirus microchir* y *Proechinophthirus zumpti* fueron hallados en *O. flavescens* y *A. australis*, respectivamente. En ambas especies se encontraron los ácaros *Orthohalarachne* spp. La abundancia de anisákidos fue mayor en *O. flavescens*. *Ascocotyle (P.) longa*, es abundante en adultos de *O. flavescens* y en juveniles de *A. australis*. *Corynosoma* spp. está uniformemente distribuido en ambas especies. Los restantes géneros y familias se encontraron en bajo número. *Strongyloides* sp. constituye el primer registro de este género (y el segundo helminto de ciclo directo) parasitando pinnípedos. Los parásitos parecen tener escaso efecto patógeno sobre estos otáridos, pero las mayores cargas parasitarias de algunos géneros, así como las lesiones observadas, podrían implicar un mayor efecto en *O. flavescens*. Resultados preliminares indicarían que sería posible la migración transcutánea de *Uncinaria* en otros hospedadores.

**Palabras clave:** *Uncinaria*, *Ascocotyle*, parásitos, pinnípedos, Uruguay

### ABSTRACT

*Arctocephalus australis* and *Otaria flavescens* are the only otariid species that reproduce in Uruguay. Parasitic diseases are mentioned as a major factor of pup mortality. The parasitic fauna of these pinnipeds was surveyed and compared, evaluating the potential pathogenicity of parasites. The respiratory and gastrointestinal tracts were examined. The ability for transcutaneous migration of *Uncinaria* (a common nematode of pups) larvae in mice was studied. The following helminthes were found in *O. flavescens*: *Contracaecum* sp., *Corynosoma australe*, *Corynosoma* sp., *Uncinaria* sp., *Ascocotyle (Phagicola) longa* and *Diphyllobothrium* sp. In addition to these, the following were recorded in *A. australis*: *Bolbosoma* sp., *Stephanoprora* sp., *Strongyloides* sp., *Filicollidae* indet. and *Tetrabothriidae* indet. The anoplura louse *Antarctophthirus microchir* and *Proechinophthirus zumpti* were found on *O. flavescens* and *A. australis*, respectively, and the mites *Orthohalarachne* spp. parasitized both species. The abundance of anisakids was higher in *O. flavescens*. *Ascocotyle (P.) longa* was abundant in *O. flavescens* adults and in *A. australis* juveniles. *Corynosoma* spp. was uniformly distributed in both species. The remaining taxa were recorded in low numbers. *Strongyloides* sp. constitutes the first record of this genus (and the second helminth with a direct life-cycle) in pinnipeds. The pathogenic effect of these parasites on hosts seems to be low, but the highest burdens, as well as the observed lesions, might be having a greater effect on *O. flavescens*. Preliminary results indicate the possibility of transcutaneous migration of *Uncinaria* larvae in other hosts.

**Key words:** *Uncinaria*, *Ascocotyle*, parasites, pinnipeds, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

Las especies de pinnípedos más abundantes y únicas que se reproducen en la costa uruguaya son: *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) ("lobo de dos pelos" o "lobo fino") y *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) ("león marino" o "lobo de un pelo") (ver Ponce de León & Pin en este volumen). La población actual en Uruguay de *A. australis* es de unos 300000 ejemplares y la de *O. flavescens* de 18000 (Ponce de León 2000) (datos del 2002

modifican este valor a 11000, Ponce de León com. pers.). La principal causa de mortalidad en neonatos de ambas especies parecen ser las tormentas de verano, seguido por las enfermedades parasitarias (Ponce de León 2000).

En cuanto a los parásitos albergados por estas especies, estudios realizados en Uruguay han registrado los siguientes helmintos parasitando a *A. australis*: *Corynosoma* sp., *C. obtuscens*, *C. evae* y *C. australe* (Acanthocephala, Polymorphidae) (Holzman-Spector *et al.* 1977; George-

Nascimento & Marín 1992; Taddeo 1999; Morgades *et al.* 2002; 2004), Anisakidae gen. sp., *Anisakis simplex*, *Contracaecum* spp., *Contracaecum ogmorhini*, *C. caballeroi*, *C. corderoi*, *Pseudoterranova decipiens*, *Pseudoterranova* sp. (Nematoda, Anisakidae) y *Uncinaria* sp. (Nematoda, Ancylostomatidae) (Lent & Freitas 1948; Holcman-Spector *et al.* 1977; George-Nascimento *et al.* 1992; Taddeo 1999; Morgades *et al.* 2002; 2004; ver Laukner 1980).

Para *O. flavescens* se han citado: *Corynosoma* sp., *C. obtusens*, *C. australe* (Holcman-Spector *et al.* 1977; George-Nascimento & Marín 1992; Morgades *et al.* 2002; Morgades *et al.* 2004), *Bolbosoma* sp. (Acanthocephala, Polymorphidae) (Holcman-Spector *et al.* 1977), *Uncinaria hamiltoni platensis* (Botto & Mañé-Garzón 1975; Holcman-Spector *et al.* 1977; Morgades *et al.* 2002), Anisakidae y *Contracaecum* sp. (López Fernández 1967; Morgades *et al.* 2002; 2004). En otras áreas de su distribución, como en Chile y Argentina, también se han citado para este pinnípedo especies de tremátodos (*Ogmogaster heptalineatus*) y de céstodos (*Diphyllobothrium pacificum* y *Phyllobothrium delphini*), así como los nemátodos *Phocanema decipiens* y *Pseudoterranova cattani* (George-Nascimento & Carvajal 1981; Carvajal *et al.* 1983; George-Nascimento & Urrutia 2000).

La mayor parte de los estudios tisulares para el diagnóstico y evaluación de la patogenicidad parasitaria han sido realizados en pinnípedos del Hemisferio Norte (Laukner 1980). En Uruguay, López Fernández (1967) estudió las lesiones histopatológicas provocadas por anisákidos en el estómago de *O. flavescens*; con anterioridad Acosta-Ferreira (1957) había realizado observaciones acerca de las lesiones ocasionadas por nemátodos en la mucosa gástrica de lobos marinos.

La mayoría de las especies parasitarias de estos pinnípedos son heteroxénicas (con ciclo de vida indirecto), con peces como hospedadores intermediarios (obligatorios en el ciclo de vida del parásito donde este sufre una transformación) o paraténicos (no son obligatorios y en ellos el parásito no pasa por desarrollo alguno, sirviendo como puente entre el hospedador intermediario y el definitivo). Gran parte de las especies de peces implicadas son de consumo humano (e. g. *Merluccius hubbsi*, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion guatucupa* y *Urophycis brasiliensis*).

La anisakiasis humana (ocasionada por nemátodos de la familia Anisakidae) es una zoonosis de importancia en diversas partes del mundo, particularmente en aquellos países en los que es tradicional el consumo de pescado crudo o poco cocido (Namiki 1989; Ishikura & Kikuch 1990). También han sido diagnosticados casos de esta enfermedad en el Cono Sur (Jörg 2000; Mercado *et al.* 2001). B. Holcman (com. pers.) menciona un posible caso en Uruguay, asociándose con los lobos marinos como hospedadores naturales de dichos parásitos. El creciente consumo de comidas en base a pescado crudo (e.g. sushi, sashimi), hace conveniente investigar la importancia epidemiológica de los lobos como reservorios de anisákidos en el país.

En otros países sudamericanos, se ha señalado la presencia en *A. australis* de *Diphyllobothrium* spp., género de importancia zoonótica en distintas partes del mundo, con casos en Chile (Atías & Cattán 1976; Sagua *et al.* 1976) y Argentina (Garaguso 1991; 2000; Revengo 1991; Semenas & Ubeda 1991) asociados al consumo de pescado poco cocido. Este género ha sido diagnosticado en cánidos de Uruguay (Sampaio *et al.* 1992).

En su forma adulta, *Uncinaria* se encuentra en el intestino de cachorros de lobos y leones marinos. En loberías del Hemisferio Norte este género ha sido considerado como la causa más importante de mortalidad juvenil (Olsen 1974), aunque su patogenicidad ha sido poco estudiada. Se conocen los efectos de otros géneros de Ancylostomatidae y a otras especies de *Uncinaria* (e.g. *Ancylostoma caninum* y *Uncinaria stenocephala*) que presentan dientes y esófago muy desarrollados, permitiéndoles ingerir una porción de mucosa intestinal a la vez que segregan un anticoagulante e inhiben la agregación plaquetaria. Cambian cada pocos minutos de posición, provocando lesiones sangrantes del epitelio, lo cual puede llevar a enteritis, anemia y septicemia (Jones & Hunt 1990). Olsen (1958 *vide* Lyons *et al.* 2001) halló una correlación entre la presencia de 100 o más uncinarias adultos y la ocurrencia de anemia. Keyes (1965) afirma que “la uncinariasis aguda se caracteriza por extrema palidez de los órganos, sangre acuosa, con usualmente 100 o más nemátodos y la presencia de contenido hemorrágico en intestino delgado y colon”.

Con referencia a *Uncinaria* sp., en lobos marinos de Uruguay se han realizado escasos estudios. Botto & Mañé-Garzón (1975) necropsiaron siete cachorros de *O. flavescens*, hallando *Uncinaria hamiltoni platensis* en los tercios distales del intestino delgado. Estos autores destacaron las lesiones hemorrágicas que presentaba el intestino, señalando que el rol patógeno de este helminto en cachorros de *O. flavescens* no debe ser despreciable. Morgades *et al.* (2005), investigando aspectos biológicos y patológicos de este nemátodo, encontraron que la intensidad de infestación en cachorros de *O. flavescens* es considerablemente mayor que en cachorros de *A. australis* de la misma edad. Es importante destacar que la población de *O. flavescens* en Uruguay se encuentra en franco descenso (Ponce de León com. pers.).

Por otra parte, George-Nascimento *et al.* (1992) realizaron observaciones con respecto a la biología y a la patogenia de *Uncinaria* sp. en lobos finos y leones marinos de Uruguay. Dichos autores sugirieron que el pool de larvas 3 potencialmente infectivas es mayor para los cachorros de *O. flavescens*. Esto es debido a que la población de *A. australis* es significativamente más abundante que la de *O. flavescens* y a que los cachorros de lobos finos nacen antes que los de leones marinos, comenzando las hembras de *Uncinaria* a emitir huevos cuando están naciendo los leones. Por otra parte las hembras de *Uncinaria* de lobos finos son más largas que en leones marinos, por lo que probablemente tengan mayor fecundidad. Esta sugerencia fue realizada en base

al hallazgo de una alta prevalencia de lesiones de piel en cachorros de leones marinos. Existiría, según dichos autores, un desplazamiento competitivo mediado por el parasitismo de los leones marinos por los lobos finos, ya que estos últimos tienen mayor equilibrio con la infestación por *Uncinaria* en poblaciones que comparten asentamientos con leones marinos, sufriendo por lo tanto lesiones menos patógenas.

Especies de este género son capaces de provocar *larva migrans* cutánea en el hombre, aunque se ignora que existan referencias a las especies parásitas de pinnípedos. Dado su forma de transmisión, es conveniente determinar el eventual riesgo patógeno de los mismos para las personas que por su trabajo están en contacto con lobos marinos y su ambiente.

El objetivo del presente trabajo es relevar la fauna parasitaria de *O. flavescens* y *A. australis* en la costa uruguaya, evaluar su potencial patogenicidad y estudiar la capacidad de migración transcutánea de *Uncinaria* en hospedadores no habituales.

## METODOLOGÍA

Se trabajó a partir de lobos y leones marinos hallados muertos en la costa, obtenidos mediante tres estrategias:

- 1) Salidas a Cabo Polonio (Rocha) e Isla de Lobos (Maldonado);
- 2) Se contactó a Prefectura Nacional Naval y ONGs, que informaron del avistamiento de ejemplares muertos en diferentes lugares de la costa (Montevideo, Canelones y Maldonado); y
- 3) La ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA), cedió animales que murieron en el intento de ser rehabilitados.

El período de estudio abarcó desde mayo de 2002 a noviembre de 2003. Se realizaron nueve salidas a Cabo Polonio y una a Isla de Lobos, cada una de ellas con una duración mínima de tres días. En 10 oportunidades Prefectura y ONGs avisaron del varamiento de animales en Canelones (Atlántida, Salinas, Solymar), Maldonado (Punta del Este) y Montevideo (playas Carrasco, Honda, Malvín, Pocitos, Punta Carretas y Ramírez).

Los animales fueron identificados por especie, sexados y medidos determinándose si se trataba de cachorros, juveniles o adultos (Tabla 1). Las categorías fueron establecidas de forma primaria de acuerdo a la longitud de los animales.

Tras realizarse el examen externo, los mismos se abrieron, midiéndose el espesor de la grasa subcutánea a nivel del apéndice xifoides, como forma de evaluar la condición corporal. A continuación, se colectó y fijó el tracto gastrointestinal y respiratorio y se obtuvieron y fijaron muestras tisulares de diferentes sectores del tracto digestivo (estómago, intestino delgado y grueso) y respiratorio (pulmón), para estudios histopatológicos de los órganos parasitados. Se necropsiaron un total de 72 ejemplares, de los cuales 58 correspondieron a *A. australis* y 14 a *O. flavescens*.

**Tabla 1. Porcentaje de animales según categoría y sexo** (C=cachorros; J=juveniles; A=adultos; M=machos; H=hembras). \* Tres de los ejemplares no fueron sexados.

	% especies	% categorías	% sexos*
<i>A. australis</i>	80.6	C 62.1	M 53.4
		J 31.0	H 41.4
		A 6.9	
<i>O. flavescens</i>	19.4	C 14.3	M 71.4
		J 35.7	H 28.6
		A 50.0	

En el laboratorio se separó y midió cada sección del tubo digestivo (estómago, intestino delgado dividido en tres partes iguales, e intestino grueso). Cada sección fue abierta inspeccionándose la mucosa, colectándose los parásitos observados. Luego se lavó la mucosa y el contenido de cada sección, y el material resultante fue procesado mediante la técnica de sedimentación simple. Un porcentaje de los parásitos encontrados fueron procesados y montados según técnicas parasitológicas estándar, identificados y fotografiados, pasando a formar parte de la colección del Dpto. de Parasitología de la Facultad de Veterinaria. Los helmintos fueron cuantificados en su totalidad o estimados a partir de alícuotas en el caso de los parásitos muy numerosos.

El tracto respiratorio se disecó a partir de la tráquea; en algunos casos, los pulmones fueron cortados en trozos pequeños y macerados, sedimentándose el material obtenido a los efectos de obtener parásitos que habitan en el parénquima pulmonar.

La similaridad de la fauna parasitaria entre las distintas especies y categorías fue comparada cualitativamente por medio del índice de Sørensen (Odum 1971).

A fin de examinar la posible migración transcutánea de *Uncinaria* sp. en hospedadores no habituales, se obtuvieron huevos del parásito a partir de dos hembras ovígeras y se los cultivó en estufa (28 °C) durante siete días. Las larvas obtenidas fueron colocadas sobre un trozo de piel de ratón de laboratorio, colocada sobre la boca de un vaso de Bohemia de 25 ml, conteniendo suero fisiológico de manera que la cara interna de la piel quedase en contacto con el menisco formado por el suero, se incubó a 39 °C durante 4 h. Transcurrido ese lapso se examinó el resultado del lavado de la superficie externa de la piel, así como el sedimento en el fondo del vaso de Bohemia.

## RESULTADOS

En *O. flavescens* se encontraron los siguientes taxones parasitarios: *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Trematoda, Heterophyidae), *Stephanoprora* sp. (Trematoda, Echinostomatidae), *Diphyllobothrium* sp. (Cestoda, Diphyllbothriidae), *Uncinaria* sp. (Nematoda, Ancylostomatidae) (Fig. 1), *Contraecum* sp. (Nematoda, Anisakidae), *Corynosoma australe*, *Corynosoma* sp. (¿*C. evae*?) (Acanthocephala, Polymorphidae), *Orthohalarachne* spp. (Acarina, Halarachnidae) (Fig. 2) y *Antarctophthirus microchir* (Anoplura, Echinophthiridae) (Fig. 3).

Los hallazgos parasitarios, discriminados por categoría etaria del hospedador y con su localización en el mismo se indican en la Tabla 2.

Los ácaros (*Orthohalarachne* spp.), representadas por dos especies bien diferenciadas, fueron hallados en las vías aéreas superiores e inferiores, a veces en números importantes.

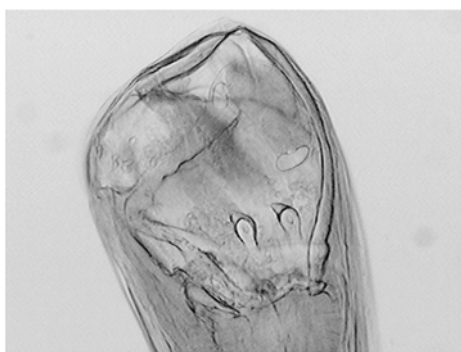


Figura 1. Extremidad anterior de *Uncinaria* sp.



Figura 2. *Orthohalarachne* sp.



Figura 3. *Antarctophtirus microchir*

Por su parte, en *A. australis* se encontraron *A. (P.) longa*, *Stephanoprora* sp. (Trematoda, Echinostomatidae), *Diphyllobothrium* sp., Tetrabothriidae indet. (Cestoda, Cyclophyllidae), *Uncinaria* sp., *Contraecum* sp., *Strongyloides* sp. (Nematoda, Strongyloididae), *Parafilaroides* sp. (Nematoda, Filaroididae), *Corynosoma* spp., *Bolbosoma* sp. (Acanthocephala, Polymorphidae), Filicollidae indet. (Acanthocephala), *Proechinophthirus zumpti* (Anoplura, Echinophthiridae) y *Orthohalarachne* spp. (Tabla 3).

En cuanto a la similaridad de la fauna parasitaria entre especies y categorías (Tabla 4), los resultados obtenidos son inferiores a 0.8 en todas las combinaciones planteadas.

En cuanto a las cantidades de parásitos hallados, si bien restan muestras por cuantificar, hasta el momento los resultados indican lo detallado a continuación.

#### *O. flavescens*:

Los céstodos se encuentran en muy escaso número, habiéndose encontrado un ejemplar de *Diphyllobothrium* sp. en un individuo juvenil y tres escólices en otro.

Tabla 2. Parásitos encontrados en las distintas categorías etarias de *O. flavescens* y su localización orgánica. \* En dos ejemplares solo se halló el estómago, el intestino presumiblemente había sido consumido por gaviotas.

Categoría etaria y N de ejemplares	Casos positivos	Nematoda	Cestoda	Trematoda	Acanthocephala	Localización
Cachorros (2)	1	<i>Uncinaria</i> sp.				Intestino delgado
Juveniles (5)	4	Anisakidae indet. <i>Contraecum</i> sp.				Estómago e intestino
	5				<i>Corynosoma</i> sp. <i>Corynosoma australe</i>	Estómago e Intestino delgado y grueso
	2			<i>Ascocotyle (P.) longa</i>		Intestino delgado y grueso
	2		<i>Diphyllobothrium</i> sp.			Intestino grueso
Adultos (7*)	4				<i>Corynosoma</i> sp. <i>Corynosoma australe</i>	Intestino delgado y grueso
	4	Anisakidae indet.				Estómago, Intestino delgado y grueso
	4			<i>Ascocotyle (P.) longa</i>		Intestino delgado y grueso
	1			<i>Stephanoprora</i> sp.		Intestino delgado

Tabla 3. Parásitos encontrados en las categorías etarias de *A. australis* y su localización orgánica.

Categoría etaria y N de ejemplares	Casos positivos	Nematoda	Cestoda	Trematoda	Acanthocephala	Localización
<b>Cachorros (36)</b>	6	<i>Uncinaria</i> sp.				Intestino delgado y grueso
	4	Anisakidae indet.				Estómago Intestino delgado
	2	<i>Strongyloides</i> sp.				Intestino delgado y grueso
	2				<i>Corynosoma</i> sp.	Intestino delgado
<b>Juveniles (18)</b>	15	Anisakidae indet.				Estómago, Intestino delgado y grueso
	3	<i>Strongyloides</i> sp.				Intestino delgado
	2		<i>Diphyllbothrium</i> sp.			Intestino grueso
	9		Tetrabothriidae indet.			Estómago Intestino delgado y grueso
	3				<i>Bolbosoma</i> sp.	Intestino delgado y peritoneo
	16				<i>Corynosoma</i> spp.	Estómago Intestino delgado
	1				Filicollidae indet.	Intestino delgado
	6				<i>Ascocotyle (P.) longa</i>	Intestino delgado y grueso
	4				<i>Stephanoprora</i> sp.	Intestino delgado y grueso
	<b>Adultos (4)</b>	4				<i>Corynosoma</i> spp.
4		Anisakidae indet. <i>Contracaecum</i> sp.				Estómago Intestino delgado y grueso
2			<i>Diphyllbothrium</i> sp.			Intestino grueso

Tabla 4. Índice de similitud de Sørensen de la fauna parasitaria de *A. australis* y *O. flavescens* al comparar especies o categorías de hospedadores.

Comparación inter-especie y/o inter-categoría	S
<i>A. australis</i> - <i>O. flavescens</i>	0.67
<i>A. australis</i> : cachorros - juveniles	0.50
<i>A. australis</i> : cachorros - adultos	0.67
<i>A. australis</i> : juveniles - adultos	0.53
<i>O. flavescens</i> : cachorros - juveniles	0
<i>O. flavescens</i> : cachorros - adultos	0
<i>O. flavescens</i> : juveniles - adultos	0.75
Cachorros: <i>A. australis</i> - <i>O. flavescens</i>	0.33
Juveniles: <i>A. australis</i> - <i>O. flavescens</i>	0.53
Adultos: <i>A. australis</i> - <i>O. flavescens</i>	0.50
Cachorros <i>A. australis</i> - juveniles <i>O. flavescens</i>	0.44
Cachorros <i>A. australis</i> - adultos <i>O. flavescens</i>	0.44
Juveniles <i>A. australis</i> - cachorros <i>O. flavescens</i>	0
Juveniles <i>A. australis</i> - adultos <i>O. flavescens</i>	0.53
Adultos <i>A. australis</i> - cachorros <i>O. flavescens</i>	0
Adultos <i>A. australis</i> - juveniles <i>O. flavescens</i>	0.75

Los tremátodos de la especie *A. (P.) longa* fueron cuantificados generalmente en cientos o miles de ejemplares. En un juvenil se estimó que el número total era de aproximadamente 45000 ejemplares. *Stephanoprora* sp. fue hallado solamente en un ejemplar, contándose 25 tremátodos.

Los acantocéfalos *Corynosoma* spp. se encontraron en todos los juveniles y adultos que presentaban completo el tracto gastrointestinal, con abundancias de cientos a miles de especímenes (10112 ejemplares el número máximo contabilizado en un animal).

Los nemátodos de la familia Anisakidae fueron característicamente abundantes en esta especie, llegándose a contabilizar 2200 anisákidos adultos en el estómago de un ejemplar. *Uncinaria hamiltoni* fue encontrada sólo en un cachorro (de dos examinados), en un número de 30 ejemplares.

#### *A. australis*:

También en esta especie los cestodos (pertenecientes al menos a dos especies: *Diphyllbothrium* sp. y un género no identificado de Tetrabothriidae) se hallaron en escaso número (no más de 34 parásitos por ejemplar).

*Ascocotyle (P.) longa* se encontró principalmente en ejemplares juveniles y en números no tan elevados como en *O. flavescens*. El otro tremátodo hallado, *Stephanoprora* sp., fue encontrado en números variables, con un máximo de 1200 ejemplares.

*Corynosoma* spp. se halló en todos los juveniles y adultos, contabilizándose hasta 4500 parásitos en un ejemplar. *Bolbosoma* sp. se halló en pocas ocasiones y en un bajo número de ejemplares (máximo 10). Otro acantocéfalo de la familia Filicollidae, se halló solamente en un animal (dos parásitos).

Los anisákidos se encontraron en bajo número en los lobos finos, con un máximo de 104 especímenes en un ejemplar, pero con abundancias generalmente menores a 20 parásitos. Lo mismo ocurrió con *Uncinaria* sp., que no superó ocho parásitos por animal. *Strongyloides* sp. fue encontrado en tres lobos finos juveniles, en números de 2, 52 y 814 ejemplares respectivamente.

### Migración transcutánea de *Uncinaria* sp.

En cuanto a la posible migración transcutánea de larvas de *Uncinaria* en hospedadores no habituales, de 36 larvas que se colocaron sobre el trozo de piel de ratón, pasado el período de incubación se recuperaron 22 sobre la superficie externa de la piel y tres en el sedimento del vaso. Existe una diferencia de 11 larvas que podrían encontrarse migrando, por lo que a la superficie de piel que fue expuesta a las mismas se le está realizando cortes histológicos seriados, no contando aún con los resultados de dichos cortes.

### DISCUSIÓN

Los presentes resultados significan la incorporación de los siguientes parásitos al registro de la fauna parasitaria de estos pinnípedos en Uruguay: *Stephanoprora* sp., Filicollidae indet., *A. (P.) longa*, *Diphyllobothrium* sp., Tetrabothriidae indet., *Strongyloides* sp., *Parafilaroides* sp., *P. zumpti* y *A. microchir*. En el caso de *Stephanoprora* sp., *A. (P.) longa* y Tetrabothriidae indet., estos registros son los primeros para pinnípedos de América del Sur. En lo que respecta al género *Strongyloides* es el primer registro parasitando mamíferos marinos, tratándose del segundo helminto de ciclo directo que se encuentra en pinnípedos.

La baja similitud obtenida está posiblemente asociada a los diferentes hábitos alimenticios que tienen las dos especies de pinnípedos y sus categorías etarias, a diferentes respuestas inmunitarias en los hospederos y a diferencias ontogénicas en la fauna parasitaria.

*Corynosoma* spp. se encuentra abundante y uniformemente distribuido en ambas especies. *Ascocotyle (P.) longa* es más abundante en *O. flavescens*, particularmente en los juveniles y adultos, y en el caso de *A. australis* se encuentra en mayor número sólo en ejemplares juveniles. Los cestodos son más comunes en *A. australis*, particularmente en los juveniles. Los anisákidos si bien se encuentran en las dos especies, el número es apreciablemente mayor en *O. flavescens*. En cuanto a *Uncinaria*, sólo se pudieron examinar dos cachorros de *O. flavescens*, pero en uno de ellos se encontraron 30 especímenes de este nemátodo, cifra bastante superior a los números encontrados en los cachorros de *A. australis* (máximo ocho).

En lo que respecta a la histopatología asociada a estas parasitosis, las lesiones provocadas por los anisákidos incluyeron necrosis y hemorragias discretas en el lugar de fijación de la mucosa estomacal. Estas alteraciones podrían constituir, en la integridad de la pared gástrica, una puerta de entrada para bacterias patógenas de acuerdo a las numerosas lesiones granulomatosas y piogranulomatosas halladas en la pared del estómago de varios de los ejemplares necropsiados. En cuanto a *Corynosoma* spp., a pesar de tener numerosos elementos anatómicos adaptados a la fijación en la mucosa intestinal, sólo se observó que generan una necrosis discreta en el punto de adhesión, así como una leve infiltración linfocitaria en el corion de la mucosa intestinal.

Los cachorros de *A. australis* mayores a tres meses parasitados por *Uncinaria* sp., no presentaron lesiones macroscópicas en la mucosa intestinal. Sin embargo, en un cachorro de *O. flavescens* parasitado con *Uncinaria* sp. se observó macroscópicamente congestión, edema y hemorragia en la zona de la mucosa del intestino delgado, donde estaban adheridos los helmintos. Aunque es necesaria la observación de mayor número de ejemplares parasitados, las lesiones histopatológicas encontradas en este cachorro de león marino son similares a las descritas por el Dr. Terry Spraker (com. pers.), en lobos marinos californianos (*Zalophus californianus*). Estas últimas incluyen una infiltración leve de células inflamatorias en el corion de la mucosa, acompañado de congestión, edema y hemorragia, así como necrosis en el sitio de fijación del parásito sobre la mucosa. Spraker menciona que a menudo los parásitos hallados en el sitio de fijación están cubiertos por bacterias, que penetran a través de las lesiones generadas por los nemátodos produciendo bacteriemia. Esta bacteriemia secundaria y no la parasitosis, es una importante causa de muerte en cachorros de *Z. californianus*, a la que se asocian otras lesiones como artritis, peritonitis, pleuritis y piotórax.

En general, los parásitos gastrointestinales parecen tener escaso efecto patógeno sobre la salud de estos hospedadores, siendo común encontrar lobos y leones marinos en buen estado corporal (según el espesor de la grasa subcutánea) con altas cargas parasitarias.

En el caso de *A. australis* no se dispone de muestras de cachorros menores de tres meses de edad, planteándose la interrogante sobre los posibles efectos patógenos de *Uncinaria* sp. en los mismos.

La alta abundancia de anisákidos encontrados en el estómago de *O. flavescens* podrían estar implicando una acción patógena significativa de estos helmintos.

Los resultados, aunque preliminares, de los ensayos con larvas de *Uncinaria* sp. estarían indicando que es posible la migración transcutánea de las larvas de *Uncinaria* sp. en hospedadores no habituales, lo cual estaría implicando su potencialidad como productoras de *larva migrans* cutánea en el ser humano.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La comparación de la fauna parasitaria de estas especies de pinnípedos en la costa uruguaya, con la fauna parasitaria de las mismas o similares especies en otras regiones, añadirá información sustancial en cuanto a la biología de este grupo de mamíferos marinos, permitiendo ayudar a comprender más claramente el origen y la distribución de las distintas especies y poblaciones, sus patrones migratorios, etc.

Relacionado con lo anterior, se dispone ahora de un amplio stock de ejemplares parasitarios con el que encarar futuros estudios moleculares. Esto es particularmente relevante para el caso de *Uncinaria* y de los anisákidos, habiéndose enviado en ambos casos ejemplares al exterior para su estudio.



La presente investigación aporta las primeras series de datos para un proyecto de estudio más amplio y profundo que están abordando los autores, se refiere a la comunidad de parásitos que afectan a los mamíferos (incluido el hombre y los mamíferos de compañía) y aves piscívoras de la costa estuarina y oceánica uruguaya.

A través del trabajo en conjunto de diferentes áreas de la Facultad de Veterinaria (Parasitología, Histología, Anatomía Patológica, Microbiología) se han generado nuevas líneas de investigación sobre histofisiología reproductiva y diagnóstico de tuberculosis en pinnípedos silvestres.

### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La abundante presencia de géneros zoonóticos o potencialmente zoonóticos dentro de la fauna parasitaria de estos pinnípedos (*A. (P.) longa*, anisákidos, *Uncinaria* sp. y *Diphyllobothrium* sp.) debe ser considerada por quienes tengan contacto con estos animales (turistas, cuidadores, guías turísticos, investigadores) o con quienes consuman pescado crudo o insuficientemente cocido. Es de destacar que al menos dos de los parásitos presentes en los lobos marinos (*A. (P.) longa* y *Corynosoma* spp.) también pueden afectar a carnívoros domésticos.

Sería conveniente evaluar el potencial efecto de los parásitos en la declinación poblacional de *O. flavescens*, ya que se constató que algunos géneros parasitarios, como *Uncinaria* sp. y *Corynosoma* spp., la especie *A. (P.) longa* y los nemátodos de la familia Anisakidae, son más numerosos en esta especie que en *A. australis*.

Dado que la gran mayoría de los helmintos parásitos en estos hospedadores son de ciclo indirecto, con crustáceos o peces como hospedadores intermediarios o paraténicos, el conocimiento preciso de la fauna parasitaria es otra herramienta útil (junto con el contenido estomacal) para estimar la dieta de cada especie y de cada categoría etaria, así como las áreas de alimentación de las mismas. Esto puede ser particularmente relevante para el caso de *O. flavescens*, especie a la que se atribuye por parte de los pescadores artesanales una gran responsabilidad en la competencia por los recursos pesqueros (ver Szteren & Lezama en este volumen).

La información parasitológica, como toda información biológica básica, será esencial al diseñar estrategias de conservación o posibles explotaciones sustentables (turísticas o de otro tipo) de este importante recurso.

### AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República por su apoyo financiero. A la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca), y especialmente al Director de la División Mamíferos Marinos, Lic. Alberto Ponce de León por el apoyo logístico brindado facilitando de esta forma la realización del trabajo. A la ONG Protección de Fauna Marina (PROFAUMA) por haber cedido animales que fallecie-

ron en el intento de ser rehabilitados. A la Prefectura Nacional Naval por avisar el avistamiento de animales muertos en la costa de Maldonado, Canelones y Montevideo. A las numerosas personas y trabajadores de Cabo Polonio e Isla de Lobos que colaboraron con la realización del proyecto. Al equipo editor de este libro por sus sugerencias para mejorar la redacción del trabajo.

### REFERENCIAS

- Acosta-Ferreira W** 1957 Lesiones producidas por parásitos en el lobo marino (nota preliminar). II Congreso Nacional de Veterinaria (Montevideo, 6-10 de mayo de 1957):632
- Atías A & PE Cattán** 1976 Primer caso de infección por *Diphyllobothrium pacificum* en Chile. Revista Médica Chile 104:216-217
- Botto C & F Mañé-Garzón** 1975 Sobre una nueva subespecie del género *Uncinaria* (Nematoda, Strongyloidea) de *Otaria flavescens*, Shaw, y la especiación en el género *Uncinaria* en pinnípedos americanos. Revista de Biología del Uruguay 3(2):127-141
- Carvajal J Durán L & M George Nascimento** 1983 *Ogmogaster hepatalineatus* n. sp. (Trematoda: Notocotylidae) from the Chilean sea lion *Otaria flavescens*. Systematic Parasitology 5:169-173
- Garaguso P** 1991 Nuevos casos humanos de difilobotriasis "autóctona" en Argentina. Congreso Latinoamericano de Parasitología (Montevideo, 17-22 de noviembre de 1991):320
- Garaguso P** 2000 Nuevo capítulo de la Helminthología Médica Argentina: hallazgo de casos humanos autóctonos de parasitismo por *Diphyllobothrium latum*. III Congreso Argentino de Parasitología, Libro de resúmenes 2:381
- George-Nascimento M & J Carvajal** 1981 Helmintos parásitos de lobo marino *Otaria flavescens* en el Golfo de Arauco, Chile. Parasitología 36:72-73
- George-Nascimento M & LS Marin** 1992 Efecto de dos especies hospedadoras, el lobo fino austral *Arctocephalus australis* (Zimmerman) y el lobo marino común *Otaria byronia* (Blainville) (Carnivora; Otariidae), sobre morfología y la fecundidad de *Corynosoma* sp. (Acantocephala; Polymorphidae) en Uruguay. Revista Chilena de Historia Natural 65:183-193
- George-Nascimento M & X Urrutia** 2000 *Pseudoterranova cattani* sp.nov. (Ascaridoidea: Anisakidae), un parásito del lobo marino común *Otaria byronia* de Blainville en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 73:93-98
- George-Nascimento M Lima M & E Ortiz** 1992 A case of parasite-mediated competition? Phenotypic differentiation among hookworms *Uncinaria* sp. (Nematoda: Ancylostomatidae) in sympatric and allopatric populations of South American Sea Lions *Otaria byronia*, and Fur Seals *Arctocephalus australis* (Carnivora: Otariidae). Marine Biology 112:527-533
- Holcman-Spector B Botto C & F Mañé-Garzón** 1977 Estudio de la fauna parasitológica de *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) y *Otaria flavescens* (Shaw, 1800). Resúmenes del Séptimo Congreso Latinoamericano de Zoología (Tucumán, 15-21 de mayo de 1977):28-29
- Ishikura H & K Kikuch** 1990 Intestinal anisakiasis in Japan. Infected fish, seroimmunological diagnosis and prevention. Springer-Verlag, Tokio. 97 pp
- Jones CT & RD Hunt** 1990 Patología Veterinaria. 2. Editorial Hemisferio Sur. Primera edición. 1761 pp
- Jörg ME** 2000 Anisakiosis: relato de un caso humano. III Congreso Argentino de Parasitología, Libro de Resúmenes 2:386

- Keyes M C** 1965 Pathology of the northern fur seal. Journal of American Veterinary Medicine Association 147:1090-95
- Lauckner G** 1980 Diseases of Mammalia: Pinnipedia. Diseases of Marine Mammals. 4 Part 2. Introduction, Reptilia, Aves, Mammalia. Ed. Otto Kinne. Biologische Anstalt Helgoland. Hamburg. 793 pp
- Lent H & JF Texeira de Freitas** 1948 Uma coleção de nematódeos, parasitos de vertebrados, do Museu de Historia Natural de Montevideo. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 46(1):1-71
- López Fernández JR** 1967 Granuloma parasitario del estómago de *Otaria flavescens* (Shaw). Revista Uruguaya de Patología Clínica 5(1):20-34
- Lyons ET Melin SR DeLong RL Orr AJ Gulland FM & SC Tolliver** 2001 Current prevalence of adult *Uncinaria* spp. in northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) and California sea lion (*Zalophus californianus*) pups on San Miguel Island, California, with notes on the biology of these hookworms. Veterinary Parasitology 97:309-318
- Mercado R Torres P & V Muñoz** 2001 Human infection by *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Anisakidae) in Chile: Report of seven cases. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 96(5):653-656
- Morgades D Castro O Katz H & D Capellino** 2005 Epidemiología, patología y morfometría de *Uncinaria* sp. (Nematoda, Ancylostomatidae) en cachorros de *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis* de Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (VII Jornadas de Zoología del Uruguay, II Encuentro de Ecología del Uruguay):86
- Morgades D Castro O Capellino D Benítez G Casas L & H Katz** 2004 Fauna parasitaria del lobo fino (*Arctocephalus australis*) y del león marino (*Otaria flavescens*) (Mammalia: Pinnipedia) en las costas de Uruguay. 11<sup>va</sup> Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos acuáticos de América del Sur. 5<sup>to</sup> Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Quito, 11-17 de septiembre de 2004):24
- Morgades D Castro O Capellino D Venzal JM Casas L Katz H & A Moraña** 2002 Avances en el estudio de la fauna parasitaria del lobo fino (*Arctocephalus australis*) y del león marino (*Otaria flavescens*) (Mammalia, Pinnipedia) en Uruguay. Jornadas de Parasitología Veterinaria (19-20 de setiembre de 2002, Departamento de Parasitología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República):63-65. Montevideo
- Namiki M** 1989 Gastric anisakiasis in Japan. Epidemiology, diagnosis, treatment. Springer-Verlag, Tokio. 85 pp
- Odum EP** 1971 Ecología. 639 pp. Interamericana, México
- Olsen OW 1974** Parasitología animal. Vol. II. Platelminetos, Acantocefalos y Nematelmintos. Primera edición. 719 pp Barcelona
- Ponce de León A** 2000 Taxonomía, sistemática y sinopsis de la biología y ecología de los pinipedios de Uruguay. Pp 9-36 In: Rey & Amestoy (eds) Sinopsis de la biología y ecología de las poblaciones de lobos finos y leones marinos de Uruguay. Pautas para su manejo y Administración. Parte I. Biología de las especies. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Revenga JE** 1991 Difilobotriasis en peces del Sur Argentino: Aspectos ecológicos, incluyendo el riesgo de infección humana. X Congreso Latinoamericano de Parasitología (Montevideo, 17-22 de noviembre de 1991):422
- Sagua H Miranda E Fuentes A & Vladillo V** 1976 *Diphyllobothrium pacificum* (Nybolin, 1931). Margulis 1956. Primeros casos de infección humana en el Norte de Chile. Boletín Chileno de Parasitología 31:33
- Semenas L & C Ubeda** 1991 Difilobotriasis humana en el Sur Argentino. X Congreso Latinoamericano de Parasitología (Montevideo, 17-22 de noviembre de 1991):420
- Sampaio I Castro E Chifflet L & O Areosa** 1992 Hallazgo de *Diphyllobothrium* sp. en *Canis familiaris*. Veterinaria 28(118):22-23. Montevideo
- Taddeo D** 1999 Estudio ecológico del parásito *Corynosoma australe*, Johnston, 1937 (Acanthocephala: Polymorphidae) en el intestino del lobo marino de dos pelos. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 68 pp (Inédita)

## Zooplankton gelatinoso de la costa uruguaya

MARÍA GABRIELA FAILLA SIOQUIER

gfaiila@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Se realiza una revisión de las medusas y los ctenóforos de las aguas costeras uruguayas, basada en la información existente y en nuevos resultados. Se citan 24 especies pertenecientes a los siguientes taxones: Cubozoa (1), Scyphozoa (5), Hydrozoa (16) y Ctenophora (2). Se citan nuevas localidades para algunas de las especies previamente registradas para la zona. El ingreso de especies de aguas cálidas como *Tamoya haplonema*, *Aurelia aurita*, *Chrysaora lactea*, *Stomolophus meleagris* y *Lychnorhiza lucerna*, estaría condicionado en gran parte por el aporte de la Corriente de Brasil. Especies como *Sarsia eximia*, *Olindias sambaquiensis*, *Liriope tetraphylla*, *Lychnorhiza lucerna* y *Chrysaora lactea* pueden penetrar regiones costeras de baja salinidad. Para realizar un inventario más detallado de los plánctones gelatinosos del área se debería desarrollar un programa de muestreo anual que incluyera el estudio de los ciclos de vida de estos organismos.

**Palabras clave:** Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, Ctenophora, Uruguay

### ABSTRACT

A review on jellyfishes and ctenophores from Uruguayan coastal waters is presented, based on extant information and on new results. Twenty four species are cited belonging to the following taxa: Cubozoa (1), Scyphozoa (5), Hydrozoa (16) and Ctenophora (2). New locations are reported for some species previously registered in the area. The ingression of warm-water species like *Tamoya haplonema*, *Aurelia aurita*, *Chrysaora lactea*, *Stomolophus meleagris* and *Lychnorhiza lucerna* would be conditioned mainly by the Brazilian Current. Species like *Sarsia eximia*, *Olindias sambaquiensis*, *Liriope tetraphylla*, *Lychnorhiza lucerna* and *Chrysaora lactea* can reach coastal regions of low salinity. In order to make a more detailed inventory of the gelatinous plankton of the area, an annual survey program should be implemented, including the study of the life cycles of these organisms.

**Key words:** Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, Ctenophora, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

Pocos son los estudios realizados en el plancton gelatinoso de la costa de Uruguay. Se han publicado trabajos aislados sobre medusas (Vannucci & Tundisi 1962; Goy 1979; Mianzan *et al.* 1988; Mianzan 1989a; Olagüe *et al.* 1990; Zamponi 1992) y ctenóforos (Mianzan 1999). Ferrando (1962), en su trabajo sobre microplancton de la costa uruguaya, hace una breve mención pero no a nivel específico.

Como es el caso de otros animales planctónicos el endemismo en medusas y ctenóforos es un evento raro, razón por la cual las especies hasta ahora halladas en la costa uruguaya tienen una amplia distribución.

Todas las formas holoplanctónicas son oceánicas y las formas meroplanctónicas son costeras o de aguas de la plataforma con una distribución geográfica un poco más restringida (Vannucci 1957). Hay trabajos relacionados con la distribución de medusas y ctenóforos para Argentina y Brasil (Kramp 1957; 1961; Vannucci 1957; Ramírez 1973; Goy 1979; Ramírez & Zamponi 1980; Navas-Pereira 1981; Mianzan & Zamponi 1988; Mianzan 1989a; Pastorino 2001), y trabajos generales de la distribución en el Atlántico Sudoccidental (Ramírez & Zamponi 1981; Mianzan 1989b; Bouillon 1999; Mianzan 1999; Mianzan & Cornelius 1999). Más recientemente

Marques *et al.* (2003) y Morandini *et al.* (2005) presentan datos biológicos y de distribución de las Medusozoa de Brasil. Se han reportado heridas producidas por formas juveniles y adultas de las hydromedusas *Liriope tetraphylla* y *Olindias sambaquiensis* (Kokelj *et al.* 1993; Mianzan & Ramírez 1996; Mianzan *et al.* 2000). Se han realizado estudios en *Liriope tetraphylla*, *Phialidium* sp. y *Mnemiopsis maccradyi* de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya como hospedadores intermediarios para determinados parásitos de peces (Girola *et al.* 1992; Martorelli 1996).

El objetivo del presente trabajo es reunir la información existente en forma cualitativa y presentar nuevos resultados sobre la fauna del zooplankton gelatinoso de la zona costera del Uruguay.

### METODOLOGÍA

La colecta del material costero (realizado manualmente) fue llevada a cabo en forma esporádica mayormente entre los meses de noviembre y marzo, desde 1989 hasta 2004, en las localidades de: Montevideo, 34°54'S-56°07'W (Dpto. de Montevideo), Atlántida: 34°42'S-55°45'W (Dpto. de Canelones), Las Flores: 34°50'S-55°25'W (Dpto. de Maldonado), Punta del Este: 34°55'S-54°55'W (Dpto. de Maldonado), La Paloma: 34°38'S-

54°08'W, La Pedrera: 34°40'S-54°09'W, Punta del Diablo: 34°03'S-53°37'W y Cabo Polonio: 34°24'S-53°47'W (Dpto. de Rocha). Para las escifomedusas se utilizaron redes de tipo "calderín" con malla de 2 y 1.5 cm, o colecta manual en el caso de grandes ejemplares de rizostómidos para evitar su ruptura; las hidromedusas y los ctenóforos, debido a su pequeño diámetro y fragilidad respectivamente, se colectaron con redes de malla menor a 1 mm (Tabla 1). Las muestras en todos los casos fueron fijadas con formaldehído al 5% en agua de mar.

Se incluyeron asimismo todos los ejemplares de gelatinosos actualmente depositados en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Montevideo), donde además se encuentran los materiales colectados personalmente.

La clasificación se basa en Bouillon (1999), Mianzan (1999) y Segura-Puertas *et al.* (2003).

**Tabla 1.** Hidromedusas, ctenóforos (colectas con red de mano de 1 mm) y escifomedusas (colectas con calderín 2 y 1.5 cm) depositados en la colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias.

Especie	Fecha	Localidad
<i>Sarsia eximia</i>	1/1985	Atlántida
<i>Olindias sambaquiensis</i>	11/1985	Punta del Este
	1/1989	Atlántida
	1/2000	Las Flores
	2/2000	Cabo Polonio
	2/2000; 12/2001; 12/2002; 3/2004	Las Flores
<i>Clytia hemisphaerica</i>	12/1989; 12/1993; 12/1994; 1/1994; 1/1999; 2/1999; 12/1999; 12/2000	Las Flores
<i>Liriope tetraphylla</i>	12/1992; 1/1993; 12/1992; 1/1994; 3/1994; 12/1994; 1/1999; 2/1999; 11/2000; 12/2000; 2/2001	Las Flores
	1/1994	La Paloma
<i>Velilla</i> sp.	1/1984; 1/2004	La Pedrera
	1/2002	Valizas
	3/2000	Las Flores
<i>Mnemiopsis maccradyi</i>	9/2004	Las Flores
	11/2004	Montevideo y Las Flores
<i>Physalia</i> sp.	1/1993	Las Flores
	1/2002	La Pedrera, Punta del Diablo y Cabo Polonio
<i>Tamoya haplonema</i> (?)	1/1993; 12/2004	Rocha
<i>Aurelia aurita</i>	2/1994; 2/2004	Las Flores
<i>Stomolophus meleagris</i>	2/2000	Las Flores
<i>Chrysaora lactea</i>		
<i>Chrysaora hiscoscella</i> (?)	1989-2004	Las Flores
<i>Lychnorhiza lucerna</i>		
<i>Chrysaora lactea</i>		
<i>Chrysaora hiscoscella</i> (?)	2/2000	Playa Pascual
<i>Lychnorhiza lucerna</i>		
<i>Chrysaora lactea</i>		
<i>Chrysaora hiscoscella</i> (?)	6/1999	Las Flores

## RESULTADOS

En el análisis taxonómico del plancton gelatinoso estudiado se identificaron una especie de Cubozoa, cinco especies de Scyphomedusae incluidas en cuatro familias, 16 especies de Hydrozoa incluidas en 13 familias y dos especies de Ctenophora incluidos en dos clases y dos familias.

Phylum Cnidaria Verrill, 1865

Subphylum Medusozoa Petersen, 1979

Superclase Cubozoa Werner, 1973

Familia Carybdeidae Gegenbaur, 1856

*Tamoya haplonema* Müller, 1859

Distribución: Tropical y templada. Límite S 38°39'S, 58°40'W (Mianzan & Cornelius 1999; Pastorino 2001).

Superclase Scyphozoa Goette, 1887

Subclase Scyphomedusae Lankester, 1877

Familia Pelagiidae Gegenbaur, 1856

*Chrysaora lactea* Eschscholtz, 1829

Distribución: Tropical y templada, en la faja litoral desde Cuba hasta Puerto Belgrano, Argentina (Mianzan 1989a; Mianzan & Cornelius 1999). En la costa E uruguaya, ingresando al Río de la Plata hasta Montevideo (obs. pers.).

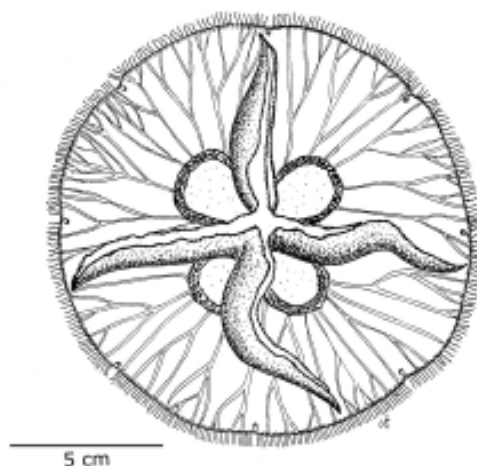
*Chrysaora hiscoscella* Linnaeus, 1766

Distribución: Citada previamente para el Atlántico Sudoccidental (Vannucci 1954; 1957) y la costa de Uruguay (Mianzan *et al.* 1988; Mianzan 1989a), actualmente está en revisión la validez de la especie para la región (Mianzan & Cornelius 1999).

Familia Ulmaridae Haeckel, 1879

*Aurelia aurita* Linnaeus, 1758 (Fig. 1)

Distribución: Tropical y templada. Venezuela, sur de Brasil hasta Bahía de San Blas (Provincia de Buenos Aires) (Mianzan 1989a; Mianzan & Cornelius 1999). En la costa E uruguaya, ingresando al Río de la Plata hasta Las Flores (obs. pers.).



**Figura 1.** *Aurelia aurita*.

## Familia Lychnorhizidae Haeckel, 1880

*Lychnorhiza lucerna* Haeckel, 1880 (Fig. 2)

Distribución: Tropical y templada, no penetrando en general más allá de los 39°S (Mianzan 1989a; Mianzan & Cornelius 1999). En la costa W uruguaya, ingresando al Río de la Plata hasta Playa Pascual, Dpto. de San José (obs. pers.).

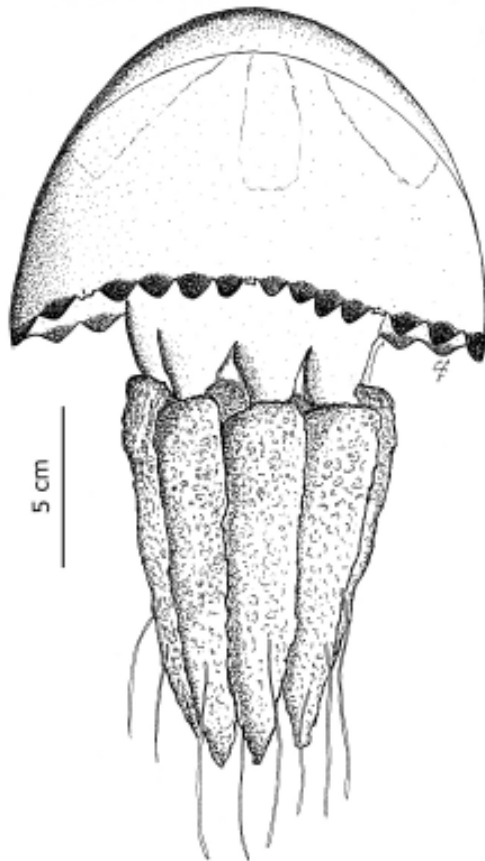


Figura 2. *Lychnorhiza lucerna*.

## Familia Rhizostomatidae Cuvier, 1799

*Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1862

Distribución: Tropical y templada, desde USA hasta 38°00'S-57° 35'W (Mianzan 1989a; Mianzan & Cornelius 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Las Flores).

## Superclase Hydrozoa Owen, 1843

## Clase Siphonophora Eschscholtz, 1829

## Familia Physaliidae Brandt, 1835

*Physalia physalis* Linnaeus, 1758

Distribución: Cosmopolita. Atlántico Sur desde 0° a 40°S (Pugh 1999). En la costa atlántica uruguaya, ingresando ocasionalmente al Río de la Plata hasta Las Flores (obs. pers.).

## Familia Porpitidae Goldfus, 1818

*Porpita porpita* (Linnaeus, 1758)*Veleva veleva* (Linnaeus, 1758)

Distribución: Tropical y templada (Bouillon 1999). En la costa atlántica uruguaya, ingresando ocasionalmente al Río de la Plata hasta Las Flores (obs. pers.).

## Clase Hydroidomedusa Claus, 1877

## Subclase Anthomedusae Haeckel, 1879

## Familia Clavidae McCrady, 1859

*Turritopsis nutricola* McCrady, 1856

Distribución: Cosmopolita. Atlántico Sur desde 0° a 45°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

## Familia Corynidae Johnston, 1836

*Sarsia eximia* (Allman, 1859)

Distribución: Cosmopolita. Atlántico Sur entre 20° y 30°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Atlántida).

## Familia Tubulariidae Fleming, 1828

*Euphysora gracilis* (Brooks, 1882)

Distribución: Subtropical. Costa del Atlántico Sur entre 0° y 35°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

## Familia Lovenellidae Russell, 1953

*Eucheilota ventricularis* McCrady, 1857

Distribución: Tropical y templada. Atlántico Sur, costa de Brasil, Uruguay y en Argentina entre 50° a 55°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

## Familia Malagazzidae Bouillon, 1984

*Malagazzia carolinae* (Mayer, 1910)

Distribución: Tropical y subtropical. S de Brasil y SE de Uruguay, entre 30° y 35°S (Navas-Pereira 1981; Bouillon 1999).

## Familia Campanulariidae Johnston, 1836

*Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767)

Distribución: Cosmopolita. Costa de Brasil entre 15° y 35°S (Navas-Pereira 1981; Bouillon 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Atlántida y Las Flores).

*Obelia* sp.

Distribución: Costa de Brasil entre 30° y 35°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

## Subclase Limnomedusae Kramp, 1938

## Familia Olindiidae Haeckel, 1879

*Olindias sambaquiensis* Müller, 1861

Distribución: Subtropical y templada. Considerado como endémica de la costa del Atlántico Sur entre 23° y 42°S (Mianzan 1989b; Bouillon 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Atlántida y Las Flores).

Familia Proboscidactylidae

Hand & Hendrickson, 1950

*Proboscidactyla ornata* Mc Crady, 1859.

Distribución: Cosmopolita entre 0° y 40°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

Familia Cuninidae Bigelow, 1913

*Cunina octonaria* Mc Crady, 1857

Distribución: Tropical y templada. Puede ingresar en regiones de laguna. Eurihalina y euritámica. Atlántico Sur entre 0° y 45°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

Subclase Trachymedusae Haeckel, 1866

Familia Geryoniidae Eschscholtz, 1829

*Liriope tetraphylla* (Chamizo & Eysenhardt, 1821) (Fig. 3)

Distribución: Cosmopolita. En todos los océanos templados con temperaturas entre 19-25°C. Costa de Brasil, Uruguay y Argentina entre 31° y 38°S (Goy 1979; Bouillon 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Atlántida y Las Flores).

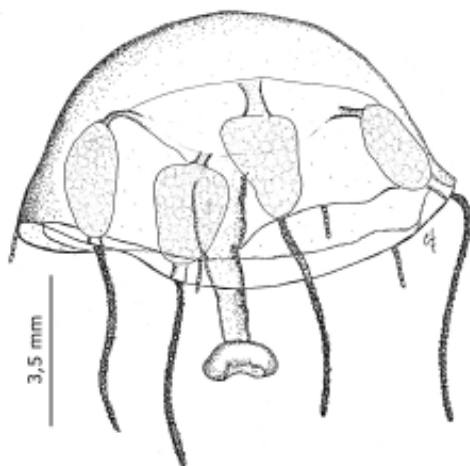


Figura 3. *Liriope tetraphylla*.

Familia Rhopalonematidae Russell, 1953

*Rhopalonema velatum* Gegenbaur, 1856

Distribución: Tropical y templada. Atlántico sudoccidental entre 0° y 60°S. Entre las isoterms de 15 a 25°C (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999).

Familia Halicreatidae Fewkes, 1886

*Halitrephes maasi* Bigelow, 1909

Distribución: Cosmopolita. Atlántico sudoccidental entre 35° y 50°S (Ramírez & Zamponi 1980; Bouillon 1999). Asociada a la Corriente de Malvinas.

Phylum Ctenophora Eschscholtz, 1829

Clase Tentaculata *sensu* Mills, 1998

Familia Bolinopsidae Bigelow, 1912

*Mnemiopsis maccradyi* Mayer, 1900

Distribución: S de Brasil, Uruguay hasta los 42°S (Mianzan 1999). Primer registro para la costa uruguaya del Río de la Plata (Las Flores y Montevideo) (obs. pers.).

Clase Nuda *sensu* Mills, 1998

Familia Beroidae Eschscholtz, 1829

*Beroe ovata* Chamisso & Eysenhardt, 1821

Distribución: S de Brasil, Uruguay, Argentina hasta los 42°S (Mianzan 1999).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se registraron un total de 24 especies de plancton gelatinoso, distribuidas taxonómicamente de la siguiente forma: Cubozoa (1), Scyphozoa (5), Hydrozoa (16) y Ctenophora (2). Si bien se citan nuevas localidades para 12 de las especies previamente registradas para la zona, todas las especies encontradas están dentro del rango de distribución (Kramp 1961; 1970; Vannucci 1951; 1954; 1957; Ramírez 1973; Goy 1979; Ramírez & Zamponi 1980; 1981; Navas-Pereira 1981; Mianzan 1989a; 1989b; Mianzan 1999; Pugh 1999; Pastorino 2001). La mayoría de estas especies son cosmopolitas, o de aguas tropicales o templadas, existiendo una mayor prevalencia de especies subtropicales (Mianzan *et al.* 1988; Olgüe *et al.* 1990).

Estos organismos pueden completar sus ciclos de vida en aguas relativamente poco profundas (Vannucci 1957; Ramírez & Zamponi 1981) entrando en regiones de baja salinidad como los casos de *S. eximia*, *O. sambaquiensis*, *L. tetraphylla*, *L. lucerna* y *C. lactea* registrados para la costa uruguaya. La influencia del Río de la Plata provoca variaciones de salinidad y temperatura que condicionan a estos organismos a soportar dichos cambios (Boltovskoy 1978; 1981; Mianzan & Guerrero 2000).

En las colectas manuales con red *L. tetraphylla* resultó ser la especie más frecuente y abundante de hidromedusa, seguida por *C. hemisphaerica* y *S. eximia*. Estos organismos, junto con otros gelatinosos como pequeños ctenóforos y salpas (*Thalia democratica*), son conocidos vulgarmente con el nombre de "tapioca".

El condróforo *Velella* sp. suele aparecer en grandes cantidades y en general son arrastrados por la corriente hacia la orilla. En menor número lo hacen *Porpita* sp. y el sifonóforo *P. physalis*.

*Olindias sambaquiensis* es inusual por ser una hidromedusa que alcanza un diámetro de campana en el estado adulto comparable al de las escifomedusas. Estos organismos son muy transparentes, excepto las gónadas y los tentáculos que presentan coloración amarillo-verdoso en los machos y rosa-violáceo en las hembras (Zamponi & Facal 1987). Todos los ejemplares hallados vivos en Las Flores y Atlántida presentaban un color rosa intenso. El arribo a la costa uruguaya es ocasional y en bajo número de individuos, aunque en condiciones favorables como las registradas en verano de 2000 y 2004 (alta temperatura y salinidad del agua) se incrementa sensiblemente su número. El mismo fenómeno

no se ha registrado para ciertas especies de escifomedusas como *S. meleagris* siendo éste el primer registro para la costa uruguaya (Las Flores), si bien Mianzan (1989a) la menciona como probable para Uruguay.

El único dato de Cubomedusae registrado con material depositado en colección no permite su determinación específica debido al deterioro del mismo. De acuerdo al estado del material disponible y el rango de distribución, podría tratarse de *T. haplonema*. La otra especie dentro de la misma familia morfológicamente comparable es *Carybdea alata*. Sin embargo, su distribución de acuerdo a Mianzan & Cornelius (1999), es el Mar Caribe y la costa SW de África. Barattini & Ureta (1961) citan para la costa uruguaya a *Carybdea atlantica* (*nomen nudum*), pero de acuerdo a los datos morfométricos proporcionados correspondería a la especie *T. haplonema* (Pastorino 2001). Estos organismos son sumamente peligrosos por su toxicidad, aunque no letales.

Las formas de aguas cálidas, como Cubomedusae y Rhizostomeae (*L. lucerna*), tienden a no penetrar latitudes mayores a 35° y 39° respectivamente, por lo que su ingreso estaría influenciado en gran parte por el aporte de la Corriente de Brasil (Mianzan & Cornelius 1999). Los Semaestomeae, en particular *Desmonema cornatum* y *Phacellophora camtschatica*, dominan la fauna de medusas a mayores latitudes. Si bien estas especies sólo fueron citadas una vez para Uruguay, su arribo estaría condicionado por la Corriente de Malvinas (Mianzan *et al.* 1988).

En relación a los ctenóforos, son pocos los trabajos realizados en taxonomía, lo que sumado a las dificultades para su fijación, en particular el género *Mnemiopsis*, implica una limitante en cuanto a la información sobre su distribución. Mianzan (1999) cita a *M. maccradyi* y *B. ovata* para Uruguay, pero esta última no ha sido registrado en los muestreos costeros realizados por la autora.

### Especies urticantes

La Fragata Portuguesa (*P. physalis*) posee la toxina más poderosa dentro de los gelatinosos más comunes de la costa uruguaya. Le siguen en orden de toxicidad *O. sambaquiensis*, *C. lactea* y *L. lucerna* (experiencia personal).

Si bien *A. aurita* es considerada como una especie inocua, a tal punto que los niños juegan con ellas en la playa, estudios recientes han revelado que puede ocasionar lesiones significativas en la piel humana (Segura-Puertas *et al.* 2002).

Las concentraciones de tapioca suelen presentar acción urticante variable, dependiendo de las especies que las conformen.

Los niños y las personas alérgicas son más susceptibles a las toxinas de los cnidarios y la sensibilidad aumenta con las "picaduras" reiteradas (Arai 1997; Mianzan & Cornelius 1999).

Para el alivio rápido de una "picadura" de medusa, el uso externo de vinagre en la zona afectada sigue siendo una práctica muy utilizada. Sin embargo, si el ardor o los síntomas persisten se debe recurrir inmediatamente a un centro asistencial.

### Prioridades y perspectivas de investigación

Como ya ha sido enfatizado por Marques *et al.* (2003) el conocimiento general de la biodiversidad de la medusofauna de Brasil es pobre, al igual que en Uruguay. Todas las especies de medusas registradas poseen un estadio de dicha fase largo dentro de su ciclo de vida. Por lo tanto, aquellas especies con fase planctónica corta posiblemente no puedan ser muestreadas por el método de colecta manual de costa. De hecho, para poder determinar con más precisión la diversidad del plancton gelatinoso se deberían realizar muestreos embarcados y con SCUBA a lo largo del año para abarcar no sólo las formas adultas, sino también los juveniles y pólipos (en el caso que los hubiere) para poder completar los ciclos de vida. Por otra parte sería recomendable desarrollar un programa de registro anual, donde los puntos de muestreo costero se distribuyan de manera tal de abarcar estratégicamente las aguas oceánicas, salobre y el agua dulce. Esto seguramente agregaría un gran número de especies a las ya registradas. Es de destacar asimismo la importancia de los muestreos para poder ingresar ejemplares de referencia en colecciones de museos.

En relación a la toxicidad del plancton gelatinoso, se debería enfatizar en la búsqueda de sustancias médicas accesibles y efectivas para aliviar los síntomas producidos por las toxinas de estos organismos.

### Implicancias para la conservación y el manejo

Es bien conocido el hecho que el zooplancton gelatinoso puede alcanzar concentraciones importantes y el fenómeno de agregación y blooms tiene un efecto nocivo en las actividades humanas tales como el turismo, la industria y en la mortalidad y reclutamiento de larvas de peces (Fraser 1969; Alvaríño 1985; Zamponi & Mianzan 1985; Purcell 1989; 1991). Por ser esencialmente carnívoros, las altas densidades de medusas y ctenóforos, consumen rápidamente las presas hasta agotar el recurso (Mianzan & Cornelius 1999). Analizando el contenido del esófago de *L. tetraphylla* se pudo determinar la presencia frecuente y mayoritaria de ictioplancton, seguido por copépodos, eufáusidos, *Sagitta* spp. (éstos últimos pudiendo llegar a triplicarlas en tamaño), pequeños crustáceos (e.g. gamáridos) y ocasionalmente otras hidromedusas, siendo el canibalismo un evento frecuente dentro del grupo (Fraser 1969; Arai 1997). La fuente principal de alimento en las escifomedusas *A. aurita* y *Chrysaora* son los copépodos, huevos y larvas de peces, larvas de crustáceos y moluscos, otros gelatinosos (medusas y salpas) y rotíferos (en ejemplares juveniles) (Arai 1997).

Dentro de la cadena trófica las medusas y los ctenóforos son fuente de alimento de diferentes especies de peces, tortugas y otros vertebrados marinos (Arai 1987; Purcell *et al.* 1994; Mianzan *et al.* 1996).

Ciertas especies de escifomedusas (orden Rhizostomeae) son consumidas por el hombre en China, Japón, Filipinas, Tailandia, Malasia e Indonesia (Arai 1997).

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer enfáticamente a J. Saldaña y G. Olagüe por su colaboración en la determinación específica de las hidromedusas. A G. Santoro por la digitalización de los dibujos y a H. Mianzan y F. Scarabino por la bibliografía facilitada y muy especialmente a los editores de este libro por sus aportes y por confiarme la redacción de este artículo.

## REFERENCIAS

- Alvaríño A** 1985 Predation in a plankton realm, mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas* 2(1):1-122. La Paz
- Arai MN** 1987 Interactions of fish and pelagic coelenterates. *Canadian Journal of Zoology* 66:1913-1927
- Arai MN** 1997 A functional biology of Scyphozoa. Chapman & May, London. 316 pp
- Barattini LP & EH Ureta** 1961 ("1960") La fauna de las costas del este (invertebrados). Publicaciones de Divulgación Científica, Museo "Damaso Antonio Larrañaga", 195 pp. Montevideo
- Boltovskoy D** 1978 Características biogeográficas del Atlántico Sudoccidental: plancton. *Physis (Sección A)* 38(94):67-90. Buenos Aires
- Boltovskoy D** 1981 Características biológicas del Atlántico Sudoccidental. Pp 239-251 *In*: Boltovskoy (ed) Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplankton Marino. INIDEP, Mar del Plata
- Bouillon JF** 1999 Hydromedusae. Pp 385-465 *In*: Boltovskoy (ed) South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden
- Ferrando HJ** 1962 Frecuencia estacional del microplancton costero de Montevideo durante el año 1959. Servicio Oceanográfico y de Pesca, Contribuciones Plantológicas 1:1-28, 4 lám. Montevideo
- Fraser HG** 1969 Experimental feeding of some medusae and Chaetognatha. *Journal of Fish Research Board* 26:1743-1762
- Girola C, Martorelli S & S Sardella** 1992 Presencia de metacercarias de *Monascus filiformis* (Digenea, Fellodistomidae) en hidromedusas del Océano Atlántico Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 65:409-415
- Goy J** 1979 Méduses *In*: Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 55 (Suppl):263-296
- Kramp PL** 1957 Some jellyfish from the Discovery Collections. *Discovery Report* 29:1-128
- Kramp PL** 1961 Synopsis of the medusae of the World. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 40:1-469
- Kramp PL** 1970 Zoogeographical studies on Rhizostomeae (Scyphozoa). *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening* 133:7-30
- Kokelj F, Mianzan H, Avian M & JW Burnett** 1993 Dermatitis due to *Olindias sambaquiensis*: a case report. *Cutis* 51:339-342
- Marques AC, Morandini AC & AE Migotto** 2003 Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil. *Biota Neotropica* 3(2):1-18
- Martorelli SR** 1996 First record of encysted metacercariae in hydrozoan jellyfishes. *Journal of Parasitology* 82(2):352-353
- Mianzan HW** 1989a Sistemática y zoogeografía de Scyphomedusae en aguas neríticas argentinas. *Investigaciones Marinas* 4(1):15-34. La Paz
- Mianzan HW** 1989b Distribución de *Olindias sambaquiensis* Müller, 1861 (Hydrozoa: Limnomedusae) en el Atlántico Sudoccidental. *Iheringia (Serie Zoologia)* 69:155-157. Porto Alegre
- Mianzan H** 1999 Ctenophora. Pp 561-573 *In*: Boltovskoy (ed) South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden
- Mianzan H & PSF Cornelius** 1999 Cubomedusae and Scyphomedusae. Pp 513-559. *In*: Boltovskoy (ed) South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden
- Mianzan HW & RA Guerrero** 2000 Environmental patterns and biomass distribution of gelatinous macrozooplankton. Three study cases in the South-western Atlantic Ocean. *Scientia Marina* 64(1):215-224
- Mianzan H & F Ramírez** 1996 *Olindias sambaquiensis* stings in the South west Atlantic. Pp 206-208+ 301 *In*: Williamson Gerner Burnett & Rifkin (eds) *Venomous and Poisonous Marine Animals: a medical and biological handbook*. University of New South Wales Press, Brisbane
- Mianzan HW & M Zamponi** 1988 Estudio bioecológico de *Olindias sambaquiensis* Müller, 1861 (Limnomedusae: Olindiidae) en el área de Monte Hermoso. II. Factores meteorológicos que influyen en su aparición. *Iheringia (Serie Miscelánea)* (2):63-68. Porto Alegre
- Mianzan HW, Olagüe G & R Montero** 1988 Scyphomedusae de las aguas uruguayas. *Spheniscus* 6:1-9. Bahía Blanca
- Mianzan HW, Mari N, Prenske B & F Sanchez** 1996 Fish predation on neritic ctenophores from the Argentine continental shelf: a neglected food resource. *Fisheries Research* 27:69-79
- Mianzan HW, Sorraín D, Burnett JW & LL Lutz** 2000 Mucocutaneous junctional and flexural paresthesias caused by the holoplanktonic Trachymedusa *Liriope tetraphylla*. *Dermatology* 201:46-48
- Morandini AC, Ascher D, Stampar SE & JVF Ferreira** 2005 Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Medusozoa) de águas costeiras do Brasil. *Iheringia (Serie Zoologia)* 95(3):281-294. Porto Alegre
- Navas-Pereira D** 1981 Distribuição das hidroidomedusas (Cnidaria, Hydrozoa) na região da plataforma continental do Rio Grande do Sul. Pp 221-276 *In*: Seminário de Biologia Marinha, Academia Brasileira de Ciências, São Paulo
- Olagüe G, Failla G, Mianzan H & J Saldaña** 1990 Relación entre las distribución de vientos y la aparición de Scyphomedusae en el Puerto de Punta del Este (Uruguay). *Geofísica* 33:69-73.
- Pastorino G** 2001 New record of the cubomedusa *Tamoya haplonema* Müller, 1859 (Cnidaria: Scyphozoa) in the South Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 68(2):357-360
- Pugh PR** 1999 Siphonophorae. Pp 467-511 *In*: Boltovskoy (ed) South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden
- Purcell JE** 1989 Predation on fish larvae and eggs by the hydromedusa *Aequorea victoria* at a herring spawning ground in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46(8):1415-1427
- Purcell JE** 1991 A review of cnidarians and ctenophores feeding on competitors in the plankton. *Hydrobiologia* 216/217:335-342
- Purcell JE, White JR & MR Roman** 1994 Predation by gelatinous zooplankton and resource limitation as potential controls of *Acartia tonsa* copepod populations in Chesapeake Bay. *Limnology and Oceanography* 39(2):263-278
- Ramírez FC** 1973 Sobre la presencia de *Mnemiopsis macradyi* Mayer 1900, en aguas neríticas de Mar del Plata (Ctenophora, Bolinidae). *Physis (Sección A)* 32(85):295-300. Buenos Aires
- Ramírez FC & MO Zamponi** 1980 Medusas de la plataforma bonaerense y sectores adyacentes. *Physis* 39(96):33-48. Buenos Aires
- Ramírez FC & MO Zamponi** 1981 Hydromedusae. Pp 443-464 *In*: Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplankton Marino (Boltovskoy ed). INIDEP, Mar del Plata



- 
- Segura-Puertas L Avila-Soria G Sánchez-Rodríguez J Ramos-Aguilar ME & JW Burnett** 2002 Some toxicological aspects of *Aurelia aurita* (Linné) from the Mexican Caribbean. *Journal of Venomous Animals and Toxins* 8(2):269-282
- Segura-Puertas L Suárez-Morales E & L Celts** 2003 A checklist of the medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa* 194:1-15
- Vannucci M** 1951 Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Paulista de Oceanografía. *Boletim do Instituto Paulista Oceanográfico* 2(1):69-100
- Vannucci M** 1954 Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Oceanográfico, II. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 5:95-149. São Paulo
- Vannucci M** 1957 On Brazilian Hydromedusae an their distribution in relation to different water masses. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 8(1-2):23-109. São Paulo
- Vannucci M & J Tundisi** 1962 Las medusas existentes en los Museos de La Plata y Buenos Aires. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (Zoología) 3(8):203-215
- Zamponi MO** 1992 New records of medusae from the La Plata River. *Plankton Newsletter* 17:57-58
- Zamponi MO & ON Facal** 1987 Estudio bioecológico de *Olindias sambaquiensis* Müller, 1861, en el área de Monte Hermoso I. Ciclo de vida. (Limnomedusae; Olindiidae). *Neotrópica* 33(90):119-126. La Plata
- Zamponi MO & HW Mianzan** 1985 La mecánica de captura y alimentación de *Olindias sambaquiensis* Müller, 1861 (Limnomedusae) en el medio natural y en condiciones experimentales. *Historia Natural* 5(30):269-278. Corrientes

## Zooplankton de ambientes costeros de Uruguay: añadiendo piezas al rompecabezas

GUILLERMO CERVETTO\*, DANILO CALLIARI, LAURA RODRIGUEZ-GRANA, GISSSELL LACEROT & RAFAEL CASTIGLIONI

\*guillota@adinet.com.uy



### RESUMEN

Este trabajo presenta un primer análisis general de la comunidad zooplanctónica de ecosistemas costeros/estuarinos en Uruguay. La base de datos utilizada comprende información referente a siete sitios que representan tres tipos de ambientes: costa del Río de la Plata (Punta Brava y Playa del Buceo en Montevideo, y Bahía de Maldonado en Maldonado), estuario de planicie costera (Arroyo Solís Grande) y lagunas costeras (lagunas José Ignacio, Garzón y Rocha). Se analizó la riqueza taxonómica de la biota en función de rangos de salinidad y se exploró la influencia de las variables temperatura y salinidad sobre la abundancia de los grupos más representativos del holoplancton (*Acartia tonsa*) y del meroplancton (nauplios de *Amphibalanus improvisus*). La riqueza taxonómica fue baja, con 38 taxa representados en el total de los sitios, y mostró características típicas de comunidades estuarinas, i.e. fuerte dominancia por una o unas pocas especies presentes en grandes densidades. La riqueza taxonómica a lo largo del gradiente de salinidad pareció seguir el patrón clásico de distribución en estuarios, con máxima cantidad de taxa representados en condiciones de relativamente alta salinidad y mínima en sitios de salinidad muy baja. La salinidad no evidenció un efecto importante sobre la abundancia de los organismos dominantes *A. tonsa* y nauplios de *A. improvisus*. La abundancia de estos últimos se asoció significativamente con la temperatura. Los resultados muestran que la salinidad es un importante factor estructurador de la comunidad zooplanctónica de la costa uruguaya. Las especies dominantes en dicha comunidad muestran una alta eurihalinidad que les permitiría distribuirse en forma prácticamente independiente de la salinidad dentro de los rangos encontrados en el presente estudio.

**Palabras clave:** mesozooplankton, estuarios, gradientes salinos, costa uruguaya

### INTRODUCCIÓN

El zooplankton comprende una diversidad muy amplia de grupos taxonómicos, tamaños y formas de vida. Este trabajo se centra en el mesozooplankton, definido como aquel subgrupo de organismos planctónicos cuya talla se sitúa en el rango de 200 a 2000  $\mu\text{m}$  (Postel *et al.* 2000). Entre éstos, los copépodos son generalmente numéricamente dominantes en diferentes ambientes como estuarios, aguas neríticas y oceánicas (Mauchline 1998).

### ABSTRACT

This study presents a first general analysis of the zooplankton assemblages from the Uruguayan coastal/estuarine ecosystems. The database considered comprised information from seven sites representing three different types of environment: coastal Río de la Plata (Punta Brava and Playa del Buceo in Montevideo, and Bahía Maldonado in Maldonado), coastal plain estuary (Arroyo Solís Grande), and coastal lagoons (José Ignacio, Garzón and Rocha lagoons). The taxonomic richness of the zooplankton was analyzed in relation to salinity ranges and explored the association between the abundance of most representative groups in the holoplancton (*Acartia tonsa*) and the meroplancton (*Amphibalanus improvisus* nauplii) with temperature and salinity. Taxonomic richness was low, amounting to 38 taxa for all sites considered and evidenced the typical features of estuarine zooplankton assemblages, i.e. strong dominance by one or few taxa present in high densities. Taxonomic richness along the salinity gradient suggested the classical pattern found in estuaries, with a maximum number of taxa over the highest salinity range and minimum at highly diluted waters. Salinity did not have significant effects on the distribution of the dominant organisms *A. tonsa* and *A. improvisus* nauplii. In turn, abundance of *A. improvisus* nauplii was significantly associated with temperature. The results suggest that salinity plays an important role in structuring zooplankton assemblages at the Uruguayan coast. Dominant species show high eurihaline conditions that allow them to thrive in these environments largely unaffected by the salinity conditions within the ranges found in the present study.

**Key words:** mesozooplankton, estuaries, salinity gradients, Uruguayan coast

La importancia del mesozooplankton para el funcionamiento del ecosistema se basa en la posición clave que ocupa en las tramas tróficas pelágicas como nexo entre los productores primarios y los consumidores superiores (Mullin 1993). Estos consumidores mayores, que incluyen peces de importancia comercial, no son capaces de preda en forma eficiente sobre partículas excesivamente pequeñas (nano y microplancton, organismos <200  $\mu\text{m}$ ), por lo cual la materia y energía se transfiere desde los

productores primarios a través del mesozooplankton (en adelante zooplankton). Prácticamente todas las especies de peces tienen un período de alimentación zooplancófago en etapas tempranas de desarrollo (Kiørboe 1991).

El conocimiento del zooplankton de zonas costeras y estuarinas de Uruguay es sumamente restringido, a pesar de que estos ambientes constituyen importantes áreas de desove y cría de varias especies neotónicas (Acuña & Viana 2001; Martínez & Retta 2001; Vizziano *et al.* 2002). Los trabajos publicados referidos al zooplankton costero se limitan a un estudio taxonómico del misidáceo *Neomysis americana* en la Bahía de Montevideo (González 1972, primera cita de la especie para las costas de Sudamérica), un estudio sobre distribución temporal de corto plazo y trofodinámica del copépodo *Acartia tonsa* en Playa Buceo, Montevideo (Calliari *et al.* 2004), dos estudios sobre distribución del zooplankton en el estuario del Solís Grande (Gómez *et al.* 2000; Calliari *et al.* 2001), y un trabajo sobre composición y variabilidad estacional en la Bahía Maldonado (Milstein & Juanicó 1985). Por otra parte, existe información no publicada orientada al análisis de la distribución espacio temporal del zooplankton en el Solís Grande (Cervetto 1987; Bastreri 1991), y sobre taxonomía de cirripedios, quetognatos y zooplankton total de Maldonado (Baliño 1981; Milstein 1981; Pereyra 1981).

El presente trabajo tiene como objetivo general presentar una primera descripción del zooplankton de ambientes estuarinos uruguayos. Para ello se recurrió a información proveniente de todos los estudios cuyos resultados se encuentran disponibles (previamente publicada, o no) y que incluyen diferentes ambientes (estuario, lagunas costeras) y períodos. En particular, se explora la relación entre la composición de la comunidad zooplancónica (i.e. riqueza taxonómica) y las principales variables hidrológicas.

## METODOLOGÍA

Se utilizó información proveniente de muestreos realizados en siete sitios correspondientes a tres tipos de ambientes de la costa uruguaya: Punta Brava, Playa Buceo y Bahía de Maldonado (costa del Río de la Plata), Arroyo Solís Grande (estuario fluvial), y lagunas José Ignacio, Garzón y Rocha (lagunas costeras con régimen estuarino) (Tabla 1). Debido a la escasez general de información sobre el zooplankton costero, para este estudio se consideró conveniente ampliar la base de información incluyendo datos contenidos en publicaciones y tesis, así como datos originales.

La información correspondiente al sitio de muestreo (nombre, coordenadas) y período cubierto (extensión, frecuencia y fecha) se encuentra en la Tabla 2. Las variables salinidad y temperatura fueron medidas en todos los casos mediante sensores electrónicos. El zooplankton fue colectado de manera cuantitativa utilizando redes lentas equipadas con mallas de tamaño de poro variable (Tabla 2). Para minimizar el efecto de las diferencias en

**Tabla 1.** Fuente de los datos utilizadas en este trabajo (Referencias: 1. Este trabajo, 2. Cervetto *et al.* 2002, 3. Calliari *et al.* 2004, 4. Cervetto 1987, 5. Bastreri 1991, 6. Gómez *et al.* 2000, 7. Calliari *et al.* 2001, 8. Milstein 1981, 9. Milstein & Juanicó 1985. RdIP: Río de la Plata).

Sitio	Coordenadas	Tipología	Ref.
Pta. Brava	34°59'S-56°09'W	Costa RdIP	1, 2
Playa Buceo	34°55'S-56°07'W	Costa RdIP	1, 3
Solís Grande	34°47'S-55° 22'W	Estuario fluvial	4, 5, 6, 7
Bahía Maldonado	34°54'S-54°59'W	Costa RdIP	8, 9
Laguna José Ignacio	34°50'S-54°40'W	Laguna costera	1
Laguna Garzón	34°48'S-54°35'W	Laguna costera	1
Laguna de Rocha	34°39'S-54°16'W	Laguna costera	1

**Tabla 2.** Duración y frecuencia de observación, número de muestras y diámetro de poro de las mallas utilizadas en los diferentes muestreos considerados.

Sitio	Período	Frecuencia	Número muestras	Malla (µm)
Pta. Brava	1 año (1986-1987)	mensual	22	150
Playa Buceo	1 año (2003)	mensual-semanal	21	180
Solís Grande	15 días (nov. 1982)	1-6 h	114	65
Bahía Maldonado	1 año (1985-1986)	mensual-quincenal	30	180
Laguna José Ignacio	Noviembre 2002	1 muestreo	4	200
Laguna Garzón	Noviembre 2002	1 muestreo	4	200
Laguna de Rocha	1 año (2003-2004)	Bimensual	33	200

las mallas utilizadas, para el presente trabajo sólo se incluyen aquellos organismos que fueron eficientemente muestreados en todos los casos (organismos >200 µm). La densidad de organismos fue calculada en base al volumen de agua filtrada estimada mediante el empleo de flujómetro, excepto en Solís Grande y Buceo donde el volumen filtrado se estimó en función de la distancia de arrastre. El recuento e identificación de organismos se realizó en todos los casos al menor taxón posible. Debido al diferente grado de resolución taxonómica alcanzado en los diferentes estudios, los taxa se agruparon a nivel de género (o taxa superior dependiendo del nivel alcanzado), dado que el análisis de patrones de distribución y afinidades ambientales a nivel de género brinda información equivalente al análisis a nivel de especie (Woodd-Walker *et al.* 2002). En todos los casos en que la identificación alcanzó un nivel superior a género, puede razonablemente esperarse que el taxa correspondiente estuvo representado por un solo género. Existen diferencias en la extensión del período de observación (i.e. observaciones puntuales, estudios que cubren un ciclo anual); para asegurar la comparabilidad de la información, entre aquellos estudios que cubrieron una fracción menor al ciclo anual sólo se consideraron aquellos que fueron desarrollados durante la primavera.

La relación entre riqueza taxonómica y salinidad se realizó agrupando las muestras en los siguientes rangos de salinidad: 1-4, 4-8, 8-12, 12-16, 16-20, 20-24, >24. Para explorar la relación entre abundancia de los principales taxa y las variables abióticas salinidad y temperatura se utilizó el método de comparación de frecuencias acumuladas de Perry & Smith (1994) modificado para un solo estrato.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condiciones ambientales

En todos los sitios se registró un rango relativamente amplio de variabilidad salina (Tabla 3), aunque en aquellos sitios con menor número de observaciones (i.e. lagunas José Ignacio y Garzón), éste tendió a ser menor. El mayor rango se registró en el estuario Solís Grande (0.7-33.2), mientras que Bahía de Maldonado se caracterizó por presentar los valores más altos de salinidad máxima (34.9) y mínima (13.0). La temperatura mostró el patrón estacional esperado con mínimos entre 10 y 11 °C y máximos entre 26 y 27 °C, excepto Bahía de Maldonado donde el máximo fue algo menor (24 °C) (excepción obvia también en el caso de las lagunas José Ignacio y Garzón donde sólo se realizaron observaciones puntuales).

### Composición taxonómica y relación con variables ambientales

Se registró un total de 38 taxa considerando los siete sitios en conjunto (Tabla 3). De éstos, 25 pertenecen al holoplancton y los restantes al meroplancton. El

holoplancton fue ampliamente dominado por los copépodos con 18 taxa representados, entre los que destaca el copépodo calanoide *A. tonsa*, predominante en las muestras en los diferentes estudios. Por su parte, el meroplancton mostró una fuerte dominancia de los estadios nauplio de cirripedio (*Amphibalanus improvisus*). La comunidad zooplanctónica resultó típica de ambientes estuarinos, con bajo número de taxa presentes en altas densidades (Tabla 3, Fig. 1). No se evidenciaron diferencias importantes en términos de composición comunitaria entre diferentes tipos de ambiente. Sin embargo, la información es aún limitada para alcanzar conclusiones firmes al respecto. La excepción parcial fue la Bahía de Maldonado, el sitio con influencia marina más directa y en el cual la comunidad zooplanctónica presentó una mayor riqueza taxonómica y menor densidad.

La densidad del zooplancton alcanzó valores máximos de 136 ind l<sup>-1</sup> para los copépodos (media=5 ind l<sup>-1</sup>, desvío estándar=13 ind l<sup>-1</sup>) y de 204 ind l<sup>-1</sup> para el meroplancton (media=3 ind l<sup>-1</sup>, desvío estándar=12 ind l<sup>-1</sup>). Estos valores representan densidades medias/altas en relación a las densidades reportadas para otros ambientes estuarinos y costeros comparables (Hulsizer 1976; Cervetto *et al.* 1993; Mauchline 1998).

La salinidad y sus fluctuaciones constituyen el principal factor responsable de la distribución, composición y abundancia del zooplancton. Los resultados mostraron una menor riqueza taxonómica en el extremo de salinidades más bajas y un aumento de dicha riqueza en rangos crecientes de salinidad, tanto para la comunidad

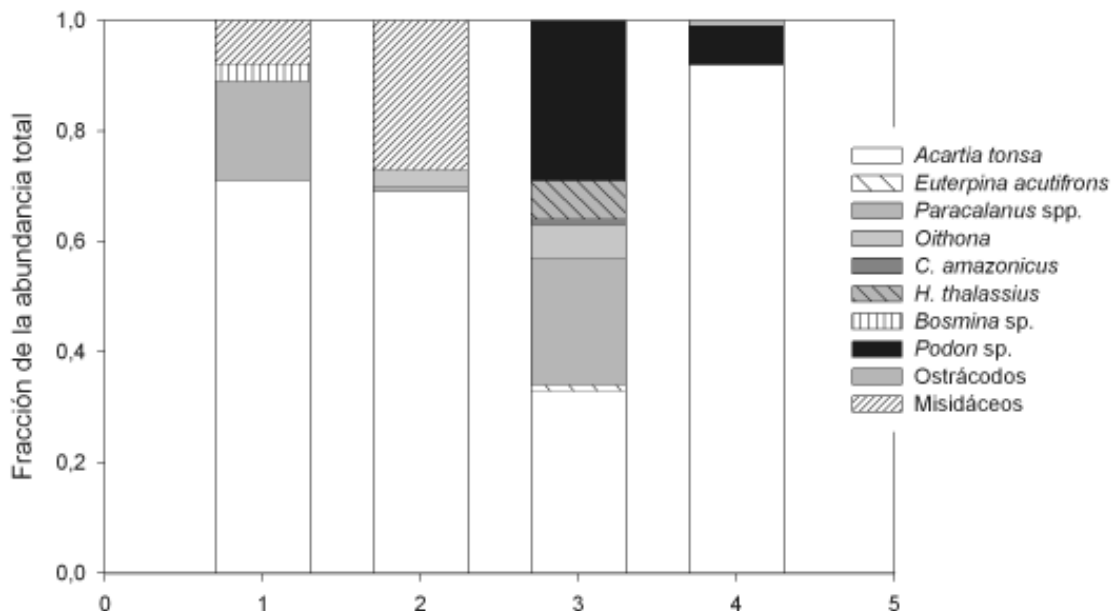


Figura 1. Abundancia relativa de los principales taxa encontrados en los diferentes ambientes. 1=Montevideo (Pta. Brava & Playa Buco); 2=Solís Grande; 3= Bahía Maldonado; 4=Lagunas costeras (José Ignacio, Garzón y Rocha). Se incluyen todos los organismos cuya abundancia fue > al 1% sobre el total de muestras analizadas.

**Tabla 3.** Rangos de salinidad, temperatura (°C) y densidad de organismos (ind m<sup>-3</sup>) para los diferentes taxa representados en los siete sitios estudiados (0=ausencia, 1=1-50, 2=51-500, 3=501-5000, 4=> 5000)

	Pta. Brava	Playa Buceo	A° Solís Gde.	Bahía Maldonado	L. José Ignacio	L. Garzón	L. Rocha
Rango temperatura	10.8-27.0	10.4-26.8	10.0-26.0	11.5-24.0	19.2-23.9	18.1-18.8	10.7-26.4
Rango salinidad	2.0-10.8	1.2-24.4	0.7-33.2	13.0-34.9	4.2-12.8	1.1-9.4	5.6-29.2
<i>Acartia tonsa</i>	3	2	3	2	3	3	3
<i>Paracalanus</i> spp.	3	1	1	3	1	0	2
<i>Corycaeus</i> sp.	0	0	0	2	0	0	1
<i>Eucalanus pileatus</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Oithona</i> spp.	2	0	1	2	0	0	1
<i>Hemicyclops thalassius</i>	0	0	0	2	0	0	0
<i>Euterpina acutifrons</i>	0	0	0	2	0	0	1
<i>Podon poliphemoides</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Neomysis americana</i>	2	1	2	1	0	0	1
<i>Sagitta friderici</i>	1	0	1	1	0	0	1
<i>A. improvisus</i> (nauplio)	4	1	3	2	4	3	3
<i>A. improvisus</i> (cipris)	2	2	2	2	1	2	1
<i>Oncea</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ciclopoide</i> sp.	1	1	0	0	0	1	1
<i>Evadne</i> sp.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Bosmina</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
<i>Oikopleura</i> sp.	0	0	1	2	0	0	0
Ostrácodos	1	1	1	0	0	1	2
Hydromedusas	0	1	1	0	0	0	1
Isópodos	0	0	1	0	0	0	1
Anfípodos	0	0	1	0	0	0	1
Nauplios (copépodos)	3	1	4	0	0	1	2
Larvas poliquetos	1	0	2	0	0	0	1
Larvas bivalvos	2	1	2	1	0	0	1
Larvas gasterópodos	2	0	2	2	0	2	3
Zoeas de decápodos	2	0	1	0	1	1	1
Megalopas decápodos	0	0	1	0	0	0	0
Cladóceros	2	1	0	0	0	1	0
Huevos de pez	1	0	1	1	1	1	0
Larvas de pez	1	0	1	0	1	1	1

de copépodos como para el zooplankton total (Fig. 2a y 2b). Estas observaciones son consistentes con el patrón clásico de distribución de la riqueza taxonómica en estuarios a lo largo del gradiente de salinidad (Remane & Schlieper 1971; Nibakken 1993). La ausencia de un incremento en la riqueza taxonómica para el extremo de agua dulce probablemente se deba al bajo número de observaciones en dicho rango, así como a dificultades en la determinación taxonómica del plancton límnic.

La relación de las variables ambientales salinidad y temperatura con la abundancia se analizó para *Acartia tonsa* y nauplios de *Amphibalanus* sp. por ser los organismos más representativos del holoplankton y meroplankton, respectivamente (Fig. 3). La temperatura no mostró una influencia clara sobre la abundancia de *A. tonsa* (Fig. 3a,  $p > 0.05$ ), la cual incrementó en el rango 16-20 °C. La salinidad tampoco evidenció una influencia

importante en la abundancia de esta especie (Fig 3b), que mostró el incremento más importante en el rango 14-18. Estos resultados reflejarían la tendencia de *A. tonsa* a desarrollar mayores densidades durante la primavera, así como la notoria eurihalinidad de esta especie que se distribuye prácticamente independiente de la salinidad dentro de los rangos estudiados (Cervetto *et al.* 1999).

La abundancia de nauplios de *A. improvisus* se asoció significativamente con la temperatura (Fig 3c,  $p < 0.05$ ), principalmente en el rango 13-19 °C; pero no se asoció con la salinidad (Fig. 3d,  $p > 0.05$ ). Ello sugiere que la actividad reproductiva de este organismo tendría una dependencia estacional, e implica un fuerte carácter eurihalino de sus estadios tempranos de desarrollo.

La eurihalinidad de *A. tonsa* sugerida por nuestros resultados está de acuerdo con numerosos resultados experimentales (Lance 1963; 1965; Farmer 1980; Cervetto

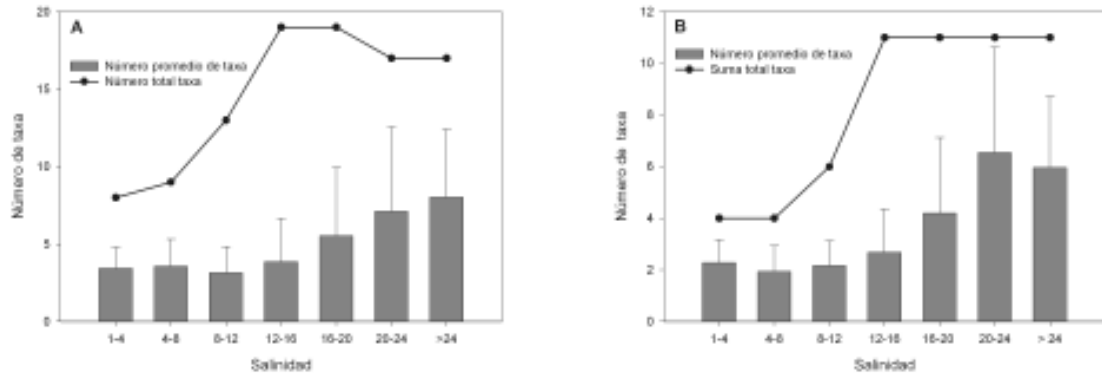


Figura 2. Riqueza taxonómica del plancton total (A) y de copépodos (B) según rangos de salinidad. Las barras verticales representan desvíos estándar.

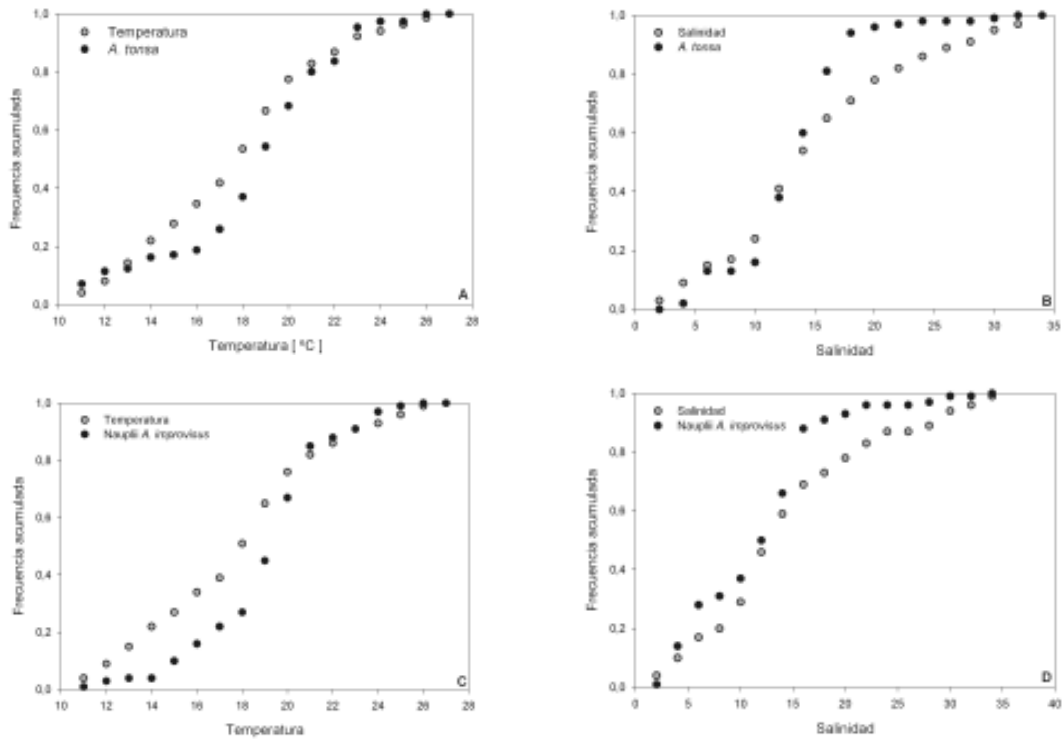


Figura 3. Frecuencias acumuladas de la abundancia de *Acartia tonsa* y de nauplios de *Amphibalanus improvisus* en función de la temperatura (A y C) y de la salinidad (B y D), respectivamente.

et al. 1999; Castro-Longoria 2003) y de campo (Conover 1956; Cronin et al. 1962; Bowman 1971). *Acartia tonsa* es una especie cosmopolita con preferencia por el período estival (Conover 1956; Jeffries 1962; 1967; Lee & McAlice 1979; Brylinski 1981; Sabatini 1989, entre otros). En el Atlántico Norte *A. tonsa* presenta la característica de producir huevos de resistencia (Zillioux & Gonzalez 1972; Gaudy 1992a) y desaparecer durante los meses de invierno (Conover 1956; Hulsizer 1976), reapareciendo en el plancton con el aumento de temperatura en primavera. Las poblaciones de *A. tonsa* de la costa uruguaya no

seguirían este patrón. Por el contrario, ésta permanece presente durante todo el ciclo anual con menores densidades durante el invierno, aunque también registra dominancias puntuales durante esos meses (en la costa de Montevideo, Buceo y Punta Brava). Esto concuerda con observaciones realizadas en el S de Europa que describen la presencia de *A. tonsa* en meses fríos (Sobral 1985; Gaudy 1989; 1992b; Cervetto 1995).

En resumen, como resultado de un primer análisis general, la comunidad zooplanctónica de la costa uruguaya se caracterizó por una baja riqueza taxonómica y

alta densidad de organismos. La misma estaría constituida mayoritariamente por especies estuarinas y costeras con gran tolerancia frente a la alta variabilidad del medio, principalmente la salinidad, y entre las que *A. tonsa* aparece como la más importante en términos de abundancia y distribución.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es claro que resulta imposible gestionar y explotar de manera sustentable aquellos sistemas de los cuales se desconoce su funcionamiento. La exploración de los procesos ecológicos moduladores de los flujos de energía y el destino final de la materia orgánica constituye un aspecto prioritario de investigación a nivel local (Calliari *et al.* 2003) que contribuirá a comprender aspectos centrales del funcionamiento ecosistémico, y generará información relevante para la definición de estrategias y planes de gestión. Dichas investigaciones implican estrategias de observación de alta frecuencia, experimentación in situ y generación de series temporales de variables físicas y biológicas básicas en el Río de la Plata y la costa atlántica. Estas estrategias, actualmente con desarrollo incipiente, están limitadas por dificultades en el acceso a plataformas de muestreo (embarcaciones) y laboratorios de campo. La generación del conocimiento relevante para potenciar la capacidad de gestión del ambiente costero requiere la superación de dichos obstáculos, por ejemplo mediante el establecimiento de estaciones de investigación costeras adecuadamente equipadas. En forma paralela, ello contribuiría de manera decisiva con el desarrollo de las ciencias ambientales y marinas en Uruguay.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Diversas zonas de la región considerada en el presente estudio destacan por su rol como áreas de cría para estadíos tempranos de peces (Vizziano *et al.* 1998; Acuña & Viana 2001; Vizziano *et al.* 2001; Martínez & Retta 2001) y son relevantes en términos de conservación. Los mecanismos que modulan la producción del plancton y sustentan la alimentación y el crecimiento de peces durante sus primeras etapas de vida resultan de interés para el manejo de estos ambientes, pero son mayormente desconocidos hasta el momento. No existe un patrón general establecido acerca de la estructura trófica y procesos bio-físicos reguladores de la producción de herbívoros planctónicos en estuarios que pueda ser extrapolado a nuestra costa (especialmente en estuarios de alta turbidez; Mallin & Pearl 1994; Deegan & Garrit 1997; Bouillion *et al.* 2000; Kibirige *et al.* 2002; Vizzini & Mazzola 2003); en particular, se desconoce la importancia relativa de las diferentes fuentes potenciales de materia orgánica (producción fitoplanctónica local, materia orgánica particulada de origen continental, microplancton heterótrofo, otros) y su variabilidad espacial y temporal.

#### REFERENCIAS

- Acuña A & F Viana** 2001 Ciclo reproductivo y características ambientales del área de desove de la pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*) y la pescadilla de calada (*Cynoscion guatucupa*) en la costa uruguaya. Pp 71-84 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Ecoplata, Montevideo
- Baliño BM** 1981 Aspectos de la biología de larvas de cirripedios de la Bahía de Maldonado. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 53 pp (Inédita)
- Bastreri D** 1991 Distribución de los copépodos planctónicos en el estuario del arroyo Solís Grande. Análisis en componentes principales. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 170 pp (Inédita)
- Bouillion S Chandra P Mohan Sreenivas N & F Deharis** 2000 Sources of suspended organic matter and selective feeding by mesozooplankton in an estuarine mangrove ecosystem as traced by stable isotopes. Marine Ecology Progress Series 208:79-92.
- Bowman TE** 1971 The distribution of calanoid copepods of the southeastern United States between Cape Hatteras and southern Florida. Smithsonian Contributions in Zoology 96:1-58
- Brylinski JM** 1981 Report on the presence of *Acartia tonsa* Dana (Copepoda) in the harbour of Dunkirk (France) and its geographical distribution in Europe. Journal of Plankton Research 3:255-260
- Calliari D Cervetto G & R. Castiglioni** 2004 Summertime herbivory and egg production by *Acartia tonsa* in Montevideo coast, Río de la Plata. Ophelia 58(2):115-128
- Calliari D Cervetto G Bastreri D & M Gómez** 2001 Short-term variability in abundance and vertical distribution of the opossum shrimp *Neomysis americana* in the Solís Grande river estuary, Uruguay. Atlántica 23:187-200. Río Grande
- Calliari D Defeo O Cervetto G Gómez M Giménez L Scarabino F Brazeiro A & W Norbis** 2003 Marine life of Uruguay: critical update and priorities for future research. Gayana 67(2):341-370
- Castro-Longoria E** 2003 Egg production and hatching success of four *Acartia* species under different temperature and salinity regimes. Journal of Crustacean Biology 23(2):289-299
- Cervetto G** 1987 Fluctuaciones del zooplankton del Arroyo Solís Grande; Uruguay (16 al 30/11/82). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 153 pp (Inédita)
- Cervetto G** 1995 Comparaison de la répartition spatio-temporelle et de l'écophysiologie de deux espèces de copépodes calanoides congénériques (*Acartia tonsa* et *Acartia clausi*) en milieu côtier et lagunaire (Golfe de Fos, Etang de Berre). Tesis de Doctorado, Université d'Aix-Marseille II. 225 pp (Inédito)
- Cervetto G Gaudy R & M Pagano** 1999 Influence of salinity on the distribution of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 239:33-45
- Cervetto G Mesones C & D Calliari** 2002 Phytoplankton biomass and its relation to environmental variables in a disturbed coastal area of the Río de la Plata, Uruguay. Atlántica 24(1):45-54. Río Grande
- Cervetto G Gaudy R Pagano M Saint-Jean L Verriopoulos G Arfi R & M Leveau** 1993 Diel variations in *Acartia tonsa* feeding,

- respiration and egg production in a Mediterranean coastal lagoon. *Journal of Plankton Research* 15(11):1207-1228
- Conover RJ** 1956 Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. VI. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection*:156-233
- Cronin LE Daiber JC & EM Hulbert** 1962 Quantitative seasonal aspects of zooplankton in the Delaware River estuary. *Chesapeake Science* 3:63-93
- Deegan LA & RH Garrit** 1997 Evidence for spatial variability in estuarine food webs. *Marine Ecology Progress Series* 147:31-47
- Farmer L** 1980 Evidence for hyporegulation in the calanoid copepod *Acartia tonsa*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 65A:359-362
- Gaudy R** 1989 The role of zooplankton in the nitrogen cycle of a Mediterranean brackish lagoon. *Topics in Marine Biology* 53:609-618
- Gaudy R** 1992a Seasonal variations of some population parameters of the copepod *A. tonsa* in a Mediterranean lagoon. Pp 151-155 *In: Colombo Ferrari Ceccherelli & Rossi (eds) Marine eutrophication and population dynamics: 25th European Marine Biology Symposium.* Olsen & Olsen, Fredensborg
- Gaudy R** 1992b Biologie de la population du copépode *Acartia tonsa* Dana dans un milieu semi-clos: l'étang de Berre. *Annales de l'Institut Océanographique* 68(1-2):159-168. Paris
- Gómez-Erache M Norbis W & D Bastreri** 2000 Wind effects as forcing factor controlling distribution and diversity of copepods in a shallow temperate estuary (Solís Grande, Uruguay). *Scientia Marina* 64(1):87-95
- González LA** 1972 Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea-Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista de Biología del Uruguay* 2(2):119-130
- Hulsizer EE** 1976 Zooplankton of lower Narragansett Bay. *Chesapeake Science* 17:260-270
- Jeffries HP** 1962 Sucesion of two *Acartia* species in estuaries. *Limnology and Oceanography* 7:354-364
- Jeffries HP** 1967 Saturation of estuarine zooplankton by cogeneric associates. Pp 500-508 *In: Lauff (ed) Estuaries.* American Association Advanced Science (83). Washington D.C.
- Kibirige I Perissinotto R & C Nozais** 2002 Alternative food sources of zooplankton in a temporarily-open estuary: evidence from  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$ . *Journal of Plankton Research* 24:1089-1095
- Kiørboe T** 1991 Pelagic fisheries and spatio-temporal variability in zooplankton productivity. *Bulletin of Plankton Society of Japan*, Special Volume: 229-249
- Lance J** 1963 The salinity tolerance of some estuarine plankton copepods. *Limnology and Oceanography* 8:440-449
- Lance J** 1965 Respiration and osmotic behavior of the copepod *Acartia tonsa* in diluted sea water. *Comparative Biochemical Physiology* 14:155-165
- Lee WY & BJ McAlice** 1979 Seasonal sucesión and breeding cycles of three species of *Acartia* (Copepoda: Calanoida) in a Maine estuary. *Estuaries* 2:228-235
- Mallin MA & HW Pearl** 1994 Planktonic trophic transfer in an estuary: seasonal, diel and community structure effects. *Ecology* 75(8):2168-2184
- Martínez G & S Retta** 2001 Caracterización de las áreas de cría de corvina (*Micropogonias furnieri*) en la zona costera uruguaya. Pp 141-148 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino.* Ecoplata, Montevideo
- Mauchline J** 1998 The biology of calanoid copepods. Blaxter Southward & Tyler (eds). Elsevier. 710 pp
- Milstein A** 1981 Contribuição ao conhecimento ecológico da Baía de Maldonado (Uruguai). Análise mediante componentes principais das variações ambientais e zooplanctônicas. Tesis de Doctorado, Universidade de São Paulo. 90 pp (Inédita)
- Milstein A & M Juanicó** 1985 Zooplankton dynamics in Maldonado Bay (Uruguay). *Hydrobiologia* 126:155-164
- Mullin MM** 1993 Webs and scales. Physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press. 135 pp
- Nibakken JW** 1993 Marine Biology. An ecological approach. Harper Collins, New York. 462 pp
- Pereyra R** 1981 Contribución al conocimiento de la biología de los quetognatos de la Bahía de Maldonado (Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 76 pp (Inédita)
- Perry RI & SJ Smith** 1994 Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 51:589-602
- Postel L Fock H & W Hagen** 2000 Biomass and abundance. Pp 83-192 *In: Harris Wiebe Lenz Skjoldal & Huntley (eds) ICES Zooplankton Methodology Manual.* Academic Press, San Diego,
- Remane A & C Schlieper** 1971 Biology of brackish waters. 2nd edition. Schwyzerbartsche, Stuttgart
- Sabatini ME** 1989 Ciclo anual del copepodo *Acartia tonsa* Dana 1849 en la zona interna de la Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Scientia Marina* 53:847-856
- Sobral P** 1985 Distribuição de *Acartia tonsa* Dana no estuário do Tejo e sua relação com *Acartia clausi* Giesbrecht. *Boletim do Instituto Nacional de Investigação das Pescas* 13:61-75. Lisboa
- Vizziano D Forni F Saona G & W Norbis** 2002 Reproduction of *Micropogonias furnieri* in a shallow temperate coastal lagoon in the southern Atlantic. *Journal of Fish Biology* 61:196-206
- Vizziano D Saona G Franco J & GJ Nagy** 2001 Caracterización ambiental del área de desove de la corvina blanca *Micropogonias furnieri* en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 115-128 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino.* Ecoplata, Montevideo
- Vizzini S & A Mazzola** 2003 Seasonal variations in the stable carbon and nitrogen isotope ratios ( $^{13}C/^{12}C$  and  $^{15}N/^{14}N$ ) of primary producers and consumers in a western Mediterranean coastal lagoon. *Marine Biology* 142:1009-1018
- Wood-Walker Ward P & Clarke A** 2002 Large-scale patterns in diversity and community structure of surface water copepods from the Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 236:189-203
- Zillioux EJ & JG González** 1972 Egg dormancy in a neritic calanoid copepod and its implication in overwintering in boreal waters. Pp 217-230 *In: Battaglia (ed) Fifth European Marine Biology Symposium.* Piccin Editore, Padova



## Faunística y taxonomía de invertebrados bentónicos marinos y estuarinos de la costa uruguaya

FABRIZIO SCARABINO\*

\*fscara@gmail.com



### RESUMEN

La investigación realizada hasta el momento sobre la fauna de invertebrados bentónicos marinos y estuarinos de la costa uruguaya (moluscos, protistas y especies parásitas excluidas) ha permitido registrar entre 404 y 571 especies que habitan dentro del rango supralitoral a 50 m. Aún cuando Polychaeta ha sido el grupo para el cual más especies se han registrado (entre 144 y 227), es considerado máxima prioridad para futuros estudios taxonómicos y faunísticos junto a Nemertea, Holothuroidea y varios taxa de crustáceos peracáridos (Mysida, Amphipoda e Isopoda) y del meiobentos (turbelarios, Nematoda, Oligochaeta, Ostracoda, Copepoda y Acarina). En segunda prioridad son considerados Porifera, Hydrozoa, Anthozoa (Actiniaria y Ceriantharia), Polycladida, Cirripedia (Balanomorpha), Cumacea, Tanaidacea, Bryozoa, Hemichordata, Ascidiacea y Cephalochordata. Estos niveles se basan en la falta de conocimiento local, en la riqueza esperada de acuerdo a información inicial local o a predicción basada en información regional y mundial, y a su relevancia ecológica. El conocimiento faunístico y taxonómico sobre invertebrados bentónicos de la costa uruguaya es producto de esfuerzos dispares, aislados y discontinuos, consecuencia parcial de varias crisis y cambios institucionales. Esta situación se enmarca en la falta de una política nacional para la documentación de la biodiversidad; en esta política el Museo Nacional de Historia Natural es un elemento central. Se insiste en el manejo adecuado de las aguas de lastre, en la protección de marismas y otros ambientes supralitorales, en el desarrollo de áreas protegidas, así como en el control de la pesca de arrastre de fondo en zonas vedadas como elementos para la conservación de la fauna aquí tratada.

**Palabras clave:** Cnidaria, Annelida, Crustacea, Uruguay, Atlántico Sudoccidental

### ABSTRACT

To present, the research on the benthic marine and estuarine invertebrates of the Uruguayan coast (molluscs, protists and parasitic forms excluded) has allowed to record between 404 and 571 species inhabiting from the supralitoral to 50 m. Although Polychaeta is the group for which more species have been recorded (between 144 and 227), it is considered a maximum priority for future taxonomic and faunistic studies together with Nemertea, Holothuroidea and several taxa of peracarid crustaceans (Mysida, Amphipoda and Isopoda) and of meiobenthos (turbellarians, Nematoda, Oligochaeta, Ostracoda, Copepoda and Acarina). The Porifera, Hydrozoa, Anthozoa (Actiniaria and Ceriantharia), Polycladida, Cirripedia (Balanomorpha), Cumacea, Tanaidacea, Bryozoa, Hemichordata, Ascidiacea and Cephalochordata are considered as a second priority. These levels are based on the lack of local knowledge, expected richness given preliminar local information or prediction based on regional and worldwide data, and ecological significance. Faunistic and taxonomic knowledge on benthic invertebrates of the Uruguayan coast is a product of isolated and discontinuous efforts, partially consequence of several institutional crisis and changes. The framework on this situation is the lack of a national policy of recording biodiversity; in this policy the National Museum of Natural History is a key element. It is stressed on the management of ballast water, on the protection of marshlands and other supratidal habitats, on the development of protected areas as well as on the control of bottom trawling in protected areas as elements for the conservation of the fauna here considered.

**Key words:** Cnidaria, Annelida, Crustacea, Uruguay, southwestern Atlantic

### INTRODUCCIÓN

Numerosos factores de diversa escala a nivel político, histórico, idiosincrásico y económico han confluído para una limitadísima disponibilidad y uso de la información básica sobre invertebrados bentónicos de la costa uruguaya. Barattini & Ureta (1961) conforman el antecedente publicado inmediato más exhaustivo hasta el presente, a pesar del enfoque y carencias de esa obra. Existe abundante literatura local, inclusive en ocasiones de difícil acceso aún para los locales, situación que también ha

sido planteada para la información sobre especies introducidas tanto de esta región como de otras (e.g. Orensanz *et al.* 2002; Wolf 2005). En numerosos casos se trata de información lamentablemente inédita (tesis) o preliminar (resúmenes), que debe servir de base para estudios más detallados.

Este artículo sintetiza información básica sobre aspectos faunísticos y taxonómicos de los invertebrados bentónicos marinos y estuarinos de la costa uruguaya, desde el nivel supralitoral hasta los 50 m de profundi-

dad. Se discuten las prioridades y perspectivas de investigación, así como algunas implicancias para la conservación y el manejo. Se excluye la fauna de moluscos, revisada por Scarabino *et al.* (en este volumen a y b), así como las especies parásitas y los protistas libres.

## CRITERIOS

Esta sinópsis incluye únicamente los registros efectuados para la costa uruguaya del Río de la Plata (RdLP) y Océano Atlántico, así como para estuarios conectados a ambas costas (Dpto. San José a Dpto. de Rocha), entre el supralitoral y 50 m de profundidad. Se tomaron en cuenta publicaciones arbitradas, no arbitradas, resúmenes de congresos y tesis. Se incluyeron algunas observaciones personales basadas en material depositado en el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo). Para considerar los hábitat de las especies listadas se utilizaron las siguientes divisiones y abreviaciones: marino (M), estuarino (E), supralitoral (S), intermareal (I), submareal somero (hasta 10 m, SS) y submareal costero (10-50 m, SC). Se consideraron los siguientes sustratos: arena fina (AFI), arena gruesa (AG), arena media (AM), arena fangosa (AFA), fango (F), roca (R), conchilla (C), marismas con *Spartina* spp. y *Juncus acutus*, desarrollándose sobre fango (MA), bancos de mejillón de profundidad (35-50 m, BMP), bancos de mitilidos someros (0-10 m, BMS) y colonias del poliqueto *Phyllochaetopterus socialis* (PS). La atribución de las especies a determinado hábitat está sustentada estrictamente en la bibliografía listada para cada especie. En algunos casos, más de un tipo de fondo pudo ser muestreado durante el mismo rastreo, enmascarando consecuentemente el hábitat de las especies. En estas situaciones se indica el tipo de fondo entre paréntesis. Debe tenerse en cuenta que las especies endolíticas, epilíticas o epibiónticas tienen vínculo particular con los microsustratos disponibles pero no necesariamente con el tipo de fondo (e.g. poliquetos serpúlidos).

Las especies se contabilizaron mediante dos aproximaciones, producto de la cantidad de registros sin identificación específica. En la aproximación menos conservadora, cada registro sin identificación específica (e.g. *Ceriantharia* indet.; *Onuphidae* indet.; *Kinbergonuphis* sp.) se suma como especie diferente a aquellas con identificación específica (e.g. *Ceriantheopsis americana*, *Kinbergonuphis tenuis*) por la incertidumbre acerca de la probable correspondencia. Esta aproximación posee sesgo hacia los grupos más pequeños dado que e.g. cada registro de hidrozoario indeterminado es considerado como otra potencial especie mientras que e.g. registros indeterminados de poliquetos o anfípodos no fueron registrados. En la aproximación más conservadora, sólo se cuentan las especies identificadas específicamente, así como aquellas atribuidas a géneros o taxa superiores con registros únicos. Así, *Munidopsis* sp., a pesar de estar identificada específicamente, es el único registro para el género en el área, contabilizándose como especie diferente; en cambio, *Ebalia* sp. se computará junto a *Ebalia rotundata*, sin

que esto implique ningún concepto concreto sobre la identidad del registro.

El presente trabajo no representa por sus características una revisión de las identificaciones, las cuales deben ser evaluadas mediante el análisis del material depositado en colecciones, o en su defecto intentar una aproximación mediante la búsqueda de la especie en cuestión en la misma localidad o área para donde fue registrada por algún autor. En este contexto, los registros enumerados para cada especie no deben considerarse como necesariamente aceptados aquí ya que no han recibido en muchos casos verificación taxonómica adecuada.

En numerosos casos la ubicación genérica se actualizó sobre la base de revisiones sistemáticas publicadas. Cuando el epíteto específico actual difiere del considerado en las citas listadas se adjunta la referencia que justifica dicho cambio, que en algunos pocos casos es información inédita de especialistas ("com. pers.").

Especies listadas con un asterisco (\*) son introducidas, mientras que indicadas con el símbolo "¢" han sido consideradas criptogénicas (ver Orensanz *et al.* 2002).

En base a tres variables se definen aquí tres niveles de prioridad para el conocimiento faunístico y taxonómico de la fauna en cuestión:

1) falta de conocimiento local: numerosos grupos han sido estudiados muy puntualmente o los registros existentes fueron efectuados en contextos que no apuntan al conocimiento detallado del taxón en cuestión.

2) riqueza esperada de acuerdo a información inicial local o a predicción basada en información mundial y regional: muestreos puntuales a nivel local revelan una fauna evidentemente más diversa que la considerada actualmente. A su vez, se trata de grupos mundialmente reconocidos por su riqueza en ambientes costeros y eventualmente cuentan con un número mayor de especies registradas en el S de Brasil y la Provincia de Buenos Aires.

3) relevancia ecológica: dentro de los grupos mal estudiados algunos contribuyen de forma notable a los ecosistemas como predadores y/o presas y otros tipos de estructuración debido a sus hábitos tróficos o disposición en el sedimento.

Para cada variable se estableció un valor de 1 a 3; el valor 1 implica un conocimiento relativamente aceptable (primera variable), predicción de pocos registros nuevos (segunda variable) y escasa relevancia ecológica (tercera variable). La suma de los valores resultantes para cada grupo determinó el valor total para establecer las prioridades donde 3-5=prioridad baja; 6-7=prioridad media y 8-9=prioridad alta.

## TAXA

**Porífera.** Todos los registros de poríferos para el área (Tabla 1) carecen de revisión con criterios actuales o de determinación detallada. Muchos de estos registros no han sido adecuadamente indicados, lo cual incluso vuelve incierta la presencia en el área de algunas especies citadas. Los fondos rocosos (10-50 m) de la costa uru-

Tabla 1. Especies de Porifera citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Suberites</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
Hadromerida indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Halichondria panicea</i> (ϕ)	M, SS, R	Felippone (1935, como <i>Halichondria panicea</i> ); Barattini & Ureta (1961); Klappenbach & Scarabino (1969); Orensanz <i>et al.</i> (2002); ver Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Hymeniacidon pertenuis</i> (ϕ)	M	Burton (1940); Orensanz <i>et al.</i> (2002). Ambos como <i>Hymeniacidon sanguinea</i>
<i>Dictyonella hirtus</i> (ϕ)	M	Berroa-Belén (1989, como <i>Sylohalina hirta</i> ); Orensanz <i>et al.</i> (2002, como <i>Hymeniacidon hirta</i> )
Halichondrida indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como Axinellida indet.)
<i>Callyspongia pergamentacea</i>	M, SS?	Felippone (1935); Barattini & Ureta (1961)
<i>Callyspongia attenuata</i>	M, SS?	Felippone (1935); Barattini & Ureta (1961). Ambos como <i>Cladochalina attenuata</i>
<i>Callyspongia coppingeri</i>	M, SS, R, BMS	Felippone (1935, como <i>Acerbochalina coppingeri</i> ); Barattini & Ureta (1961, como <i>Acervochalina coppingeri</i> ); Berroa-Belén (1985); Klappenbach & Scarabino (1969) y Riestra & Defeo (2000), como <i>Acervochalina coppingeri</i> ; ver Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Haliciona oculata</i> (ϕ)	M, BMS	Felippone (1935); Barattini & Ureta (1961); Klappenbach & Scarabino (1969). Todos como <i>Chalina oculata</i>
<i>Clathria terraenovae</i>	M, (BMP)	Berroa-Belén (1988)
<i>Mycale doellojuradoi</i>	M	Berroa-Belén (1989)
<i>Iophon proximum</i>	M	Berroa-Belén (1989)
<i>Tedania massa</i>	M, SC	de Moraes & Pauls (1979); Berroa-Belén (1989)

guaya, casi desconocidos faunísticamente, probablemente alberguen varias otras especies. La presencia de conchillas perforadas por Clonaidae es muy usual en el área, la cual ha sido registrada previamente sólo a través de icnofósiles cuaternarios (Lorenzo & Verde 2004).

**Cnidaria: Hydrozoa.** Milstein (1975) -trabajo particularmente poco conocido- destaca la probable existencia de numerosas otras especies conocidas para Brasil o Argentina. Además de las nueve especies determinadas (Tabla 2), hidrozoarios indeterminados han sido registrados en fondos someros fangosos, arenosos y rocosos (Puiig 1986; Demicheli 1987a; Riestra *et al.* 1992; Obenat *et al.* 2001; Demicheli & Scarabino en este volumen).

**Cnidaria: Anthozoa.** En este grupo (Tabla 3), los Actiniaria poseen la mayor riqueza inexplorada y la in-

vestigación al respecto es casi nula (ver Zamponi *et al.* 1998). Se han detectado anémonas indeterminadas en microsustratos consolidados sobre fondos fangosos estuariales y en prácticamente todos los ambientes marinos del área (obs. pers.). Los Ceriantharia se encuentran ampliamente distribuidos en fondos fangosos (obs. pers.) y su conocimiento en el área es demasiado puntual, requiriendo al igual que las anémonas esfuerzos especialmente dirigidos.

**Polycladida.** Bulnes *et al.* (2003) describieron cuatro nuevas especies de policládidos habitantes de BMS de la costa de Rocha: *Barcoplana rochensis*, *Adenodactyloplana uruguayensis*, *Hylocelis diabloensis* y *Mabelaplana santateresae* (Fig. 1). Estas especies son únicamente conocidas de sus respectivas localidades tipo. Policládidos indeterminados

Tabla 2. Especies de Hydrozoa citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Cordylophora caspia</i> *	E, SS	Cordero (1941)
<i>Tubularia crocea</i> (ϕ)	M, SS, R	Orensanz <i>et al.</i> (2002); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Sertularella uruguayensis</i>	M, I, R	Mañé-Garzón & Milstein (1973); Milstein (1976)
<i>Sertularella striata</i>	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Obelia gracilis</i>	M	Milstein (1976)
<i>Obelia longissima</i>	M, BMC	Milstein (1976)
<i>Campanularia clytioides</i>	M, SS	Milstein (1976, como <i>Orthopixis clytioides</i> )
Campanulariidae indet.	M, SS	Calvo (1984)
<i>Plumularia spiralis</i>	M, SS, SC, C, R, BMS, BMP	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976) y Milstein <i>et al.</i> (1976), ambos como <i>Plumularian</i> sp.; Milstein (1976)
<i>Aglaophenia acacia elegans</i>	M, SC, BMP	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976, como <i>Aglaophenia acacia</i> n. ssp.); Milstein (1976)

Tabla 3. Especies de Anthozoa citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencia
<i>Ceriantheopsis americana</i>	M, SC, F	Hertwig (1882, como <i>Cerianthus americanus</i> )
<i>Cerianthus</i> sp.	M, SS, SC, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
Ceriantharia indet.	M, SC, F	Cachés (1980)
	M, SS, A-C-F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Epizoanthus fatuus</i>	M, SC, A, C	Hertwig (1888, como <i>Epizoanthus elongatus</i> ). Ver Lwowsky (1913)
<i>Bunodosoma cangicum</i>	M, I, SS, R	Araque <i>et al.</i> (1995); Zamponi <i>et al.</i> (1998); Lagos <i>et al.</i> (2001); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Actinia bermudensis</i>	M, I, R	Zamponi <i>et al.</i> (1998); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
Actinaria spp.	M, SS, SC, A, C, F, R	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Neoparacondylactis haraldoi</i>	M, SS, AFI	Demicheli (1987b); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Astrangia rathbuni</i>	M, SS, SC, C, R, F	Barattini & Ureta (1961, como <i>Astrangia brasiliensis</i> ); ver Squires (1963) y Laborel (1970); Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Oculina patagonica</i>	M, SS (presencia viviente incierta)	Zibrowius & Ramos (1983)
<i>Tripalea clavaria</i>	M, SC	Studer (1879, como <i>Suberia clavaria</i> ); Verseveldt (1967)
Gorgonacea indet.	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Renilla muelleri</i>	M, SS, SC, A, C, F	Studer (1879, como <i>Renilla Muelleri</i> ); Kölliker (1880, como <i>Renilla mülleri</i> ); Barattini & Ureta (1961, como <i>Renilla danae</i> ); Buckup & Thomé (1962, como <i>Renilla</i> sp.); Tommasi <i>et al.</i> (1972) y Milstein <i>et al.</i> (1976), como <i>Renilla mülleri</i> ; Zamponi & Perez (1995)
<i>Renilla musaica</i>	M, SC	Zamponi & Perez (1995)
<i>Renilla</i> sp.	M, SC, F	Buckup & Thomé (1962)
<i>Stylatula darwini</i>	M, SS?	Barattini & Ureta (1961, como <i>Virgularia patachonica</i> ). Ver Kölliker (1869-1872).
Stylatulinae indet.	M, SC	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)

dos han sido registrados reiteradamente en BMS (Batallés 1983; Batallés *et al.* 1985; Riestra *et al.* 1992), donde varias especies aún sin identificar han sido detectadas (obs. pers.). Otros grupos de turbelarios (principalmente meiobentónicos) están siendo estudiados en el área por R. Ponce de León y O. Volonteiro (com. pers.).

**Nemertea.** Los nemertinos son componentes comunes en la mayoría de los ambientes marinos del área (Milstein *et al.* 1976; Puig 1986; Demicheli 1986; Riestra *et al.* 1992; Obenat *et al.* 2001), particularmente en el submareal rocoso somero y en fondos fangosos submareales (obs. pers.). Para éstos últimos, Hubrecht (1887) mencionó *Cerebratulus* sp. Dei-Cas & Mañe-Garzón (1973) registraron a *Lineus ruber* a lo largo del intermareal y submareal somero rocoso de la costa platense y atlántica uruguaya y Batallés *et al.* (1985) lo citaron para el supralitoral rocoso de Cabo Polonio (Rocha).

**Nematoda.** Maytía & Scarabino (1979), Batallés (1983) y Riestra *et al.* (1992) mencionaron nemátodos indeterminados para BMS de la costa (estuarina y marina) de Maldonado, mientras que Obenat *et al.* (2001) lo hacen para PS en el RdIP exterior. Venturini *et al.* (2004) los registraron como organismos dominantes de la macrofauna submareal en algunos puntos de la costa de

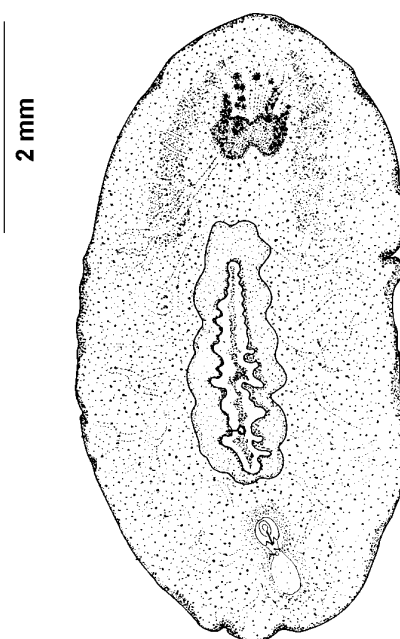


Figura 1. *Mabelaplana santateresae* (Polycladida). Modificado de Bulnes *et al.* (2003).

Montevideo. Es esperable la presencia de un número importante de especies aún no mencionadas en la mayoría de los ambientes del área.

**Gastrotricha.** *Turbanella corderoi* (Fig. 2), citada para el intermareal de Playa Ramírez (Montevideo) (Dioni 1961) es la única especie mencionada para el área.

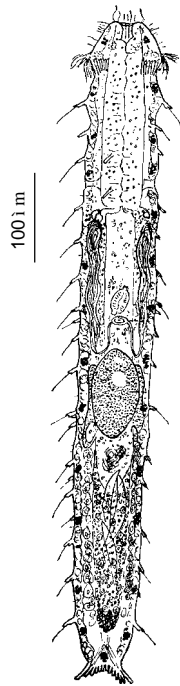


Figura 2. *Turbanella corderoi* (Gastrotricha). Modificado de Dioni (1961).

**Annelida: Oligochaeta.** Marcus (1949) describió el tubificido *Monopylephorus corderoi* para el intermareal arenoso de la Bahía de Montevideo, el cual no ha sido mencionado para ninguna otra localidad. El registro de tubificidos de Scarabino *et al.* (1976) para esa misma localidad probablemente corresponde a dicha especie. Es altamente probable la presencia de oligoquetos nuevos o no mencionados aún en la mayoría de los fondos inconsolidados del área.

**Annelida: Polychaeta.** Los poliquetos poseen una notable diversidad en el área (Tablas 4-9), probablemente varias veces superior a la registrada actualmente. Las citas a nivel de género y familia superan 60% de los registros, evidenciando entre otros aspectos un nivel de conocimiento muy incipiente de esta fauna.

**Sipuncula.** Milstein *et al.* (1976) y Obenat *et al.* (2001) mencionaron como *Dendrostomum* sp. y *Themiste petricola* respectivamente al sipuncúlido perforante *Themiste alutacea*, única especie del género reconocida para la región (Cutler & Cutler 1979; 1988). Se han registrado también dos especies de sipuncúlidos habitantes de conchillas vacías de gasterópodos: *Phascolion strombus* y *Phascolion*

*hedraeum* (Murina 1972; Cutler & Cutler 1979). La mención de una especie abundante e indeterminada de Sipuncula efectuada por Cachés (1980) para fondos fangosos frente a Maldonado, corresponde a este último género (Demicheli com. pers.; obs. pers.).

**Echiura.** Amor (1975) mencionó a *Listriolobus pelodes* para fondos arcillosos próximos a la costa de Maldonado. Dei-Cas & Mañé-Garzón (1973) mencionaron un posible equiuro habitando bajo piedras del intermareal en Las Flores (Maldonado).

**Pycnogonida.** Stock (1966) registró cinco especies para la costa atlántica sudamericana, con la posibilidad de corresponder al área de estudio (30 m): *Tanystylum isthmiacum difficile*, *Nymphon* sp., *Pallenopsis tumidula*, *Colossendeis geoffroyi* y *Pycnogonum elephas* (localidad incierta por mezcla de muestras). Al menos cuatro especies de pequeña talla (menos de 1 cm) han sido colectadas en el submareal rocoso somero en Rocha (obs. pers.), dos de las cuales han sido identificadas como *Pycnogonum pamphorum* y *Anoplodactylus petiolatus* (Carranza *et al.* 2005). Otra especie fue detectada en el RdlP exterior (obs. pers.). Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976) registraron pycnogónidos sin más detalle en BMP.

**Acarina.** Demicheli & Scarabino (en este volumen) mencionaron ácaros como componentes de la meiofauna intermareal en La Paloma (Rocha). Es muy probable que existan numerosas especies nuevas o no mencionadas aún en la mayoría de los ambientes del área, tal como ha sido planteado para la costa brasileña (ver Pepato & Tiago 2004).

**Crustacea: Cirripedia.** Los cirripedios balanomorfos han recibido escasa atención en el área en relación a su relevancia ecológica, hecho agravado por el estatus de introducidas o criptogénicas de las especies de Balanidae (Orensanz *et al.* 2002; Spivak 2005) (Tabla 10).

**Crustacea: Copepoda.** Demicheli & Scarabino (en este volumen) mencionaron copépodos intersticiales en el intermareal arenoso de La Paloma (Rocha). Este grupo notable del meiobentos probablemente cuenta también en la zona con especies macrobentónicas, habitantes de cuevas de crustáceos y poliuetos (*Hemicyclops*). Batallés (1983) listó copepodos harpacticoides asociados a los BMS en la costa de Maldonado.

**Crustacea: Ostracoda.** Se cuenta con unos pocos hallazgos publicados de ostrácodos para el área (Tabla 11). Demicheli (1986; 1987a) registró ostrácodos indeterminados para el submareal somero arenoso de Maldonado y Rocha, que probablemente correspondan a *Leuroleberis poulsenii* (Demicheli com. pers.). Batallés (1983) citó ostrácodos indeterminados para el mismo hábitat que los copépodos, Jorcín (1999) para el sistema Laguna de Castillos-Arroyo Valizas (arena media), mientras que Muniz *et al.* (2000) los mencionaron para el submareal fangoso de la Bahía de Montevideo.

**Crustacea: Leptostraca.** No se cuenta con registros publicados de leptostracos para el área pero su presencia en fondos fangosos frente a Rocha (20-30 m) ha sido verificada en varias oportunidades (obs. pers.).

Tabla 4. Especies de Polychaeta Aphroditoformia citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Aphrodita longicornis</i>	M, SC	Treadwell (1925); Barattini & Ureta (1961); Klappenbach & Scarabino (1969); todas como <i>Aphrodita magna</i> , ver Orensanz (1972).
<i>Aphrodita</i> sp.	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Halosydnella brasiliensis</i>	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Halosydnella australis</i>	M, SS, SC, C, R, A, PS	Milstein <i>et al.</i> (1976); Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Halosydna patagonica</i>	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979, como <i>Halosydnella patagonica</i> )
<i>Lepidasthenia esbelta</i>	M, SS, F, R	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Lepidasthenian</i> sp.); Orensanz (com. pers.)
" <i>Eunoë</i> ? sp.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
Polynoidae indet.	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979, como <i>Harmothoe lunulata</i> )
	M, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Harmothoe</i> sp.)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Harmothoe</i> sp.)
	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979, como <i>Lagisca exenuata</i> )
	M, SC, AG	Faget (1983, como <i>Polyeunoë</i> sp.)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Admetella</i> sp.)
<i>Lamelleulepethus orensanzi</i>	M, SS, AFI	Pettibone (1986); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Sigalion ciriferum</i>	M, I, SS, AFI	Orensanz & Gianuca (1974); Demicheli (1986; 1987b); Defeo <i>et al.</i> (1992)

Tabla 5. Especies de Polychaeta Chrysopetalidae, Phyllodoceidae, Syllidae, Pilargidae, Hesionidae, Nereididae, Nephytidae, Glyceridae y Goniadidae citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Palaenotus</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
Chrysopetalidae indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
	M, SS, C	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Bhawania goodii</i> ); Orensanz (com. pers.)
<i>Eteone</i> sp.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Phyllodoce</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Phyllodoce</i> sp. A)
<i>Phyllodoce</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Phyllodoce</i> sp. B)
<i>Phyllodoce</i> sp. 3	M, SC, AFI, AG	Faget (1983, como <i>Phyllodoce</i> sp. C)
Phyllodoceidae indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Steggoa</i> sp.)
<i>Typosyllis</i> sp.	M, BMS	Batallés <i>et al.</i> (1985)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Odontosyllis</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Autolytus</i> sp.	M, SC, AM	Faget (1983)
Syllidae indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
	M, SC, AG	Faget (1983)
<i>Loandalia tricuspis</i>	M, SS, SC, AFI, AFA, F	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Hermundura tricuspis</i> ); Salazar-Vallejo & Orensanz (1991, como <i>Parandalia tricuspis</i> ); Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Loandalia</i> sp.	M, SC, AFI, AFA, F	Faget (1983, como <i>Loandalia</i> cf. <i>americana</i> )
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	M, SC, AFI, F	Salazar-Vallejo & Orensanz (1991)
<i>Ancistrosyllis</i> sp.	M, SC, AFI, AFA, F	Faget (1983, como <i>Ancistrosyllis</i> cf. <i>groenlandica</i> )
<i>Cabira incerta</i>	M, SS, F	Salazar-Vallejo & Orensanz (1991); Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Pilargis berkeleyae</i>	M, SS, A-AF-F	Salazar-Vallejo & Orensanz (1991); Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Sigambra tentaculata</i>	M, SS, AF-F	Salazar-Vallejo & Orensanz (1991); Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Sigambra grubii</i>	E, SS, F	Muniz <i>et al.</i> (2000)
<i>Sigambra</i> sp. 1	M, SC, AFI, F	Faget (1983, como <i>Sigambra</i> cf. <i>bassii</i> )

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Sigambra</i> sp. 2	M, SC, F	Faget (1983, como <i>Sigambra</i> cf. <i>grubbi</i> )
<i>Psamathe</i> sp.	M, SC, AFI, AG	Faget (1983, como <i>Kelersteinia</i> sp.)
<i>Ophiotromus</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
Hesionidae indet.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Namanereis littoralis</i>	E, I	Glasby (1999)
<i>Alitta succinea</i> (☉)	M, E, I, SS, AFI, AFA, F, ES, BMS	Treadwell (1925, como <i>Nereis</i> ( <i>Neanthes</i> ) <i>australis</i> ); Monro (1938, como <i>Nereis succinea</i> ); Barattini & Ureta (1961, como <i>Nereis</i> ( <i>Neanthes</i> ) <i>australis</i> ); Amaro (1967, como <i>Neanthes australis</i> ); Dei-Cas & Mañé-Garzón (1973, como <i>Nereis</i> ( <i>Neanthes</i> ) <i>succinea</i> ; Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974, como <i>Nereis succinea</i> ); Batallés (1983) y Batallés <i>et al.</i> (1985, como <i>Nereis succinea</i> ); Carranza & Muniz (1996, como <i>Neanthes succinea</i> ); Scarabino <i>et al.</i> (1976); Demicheli (1987b); Riestra <i>et al.</i> (1992); Muniz <i>et al.</i> (2000); Muniz & Venturini (2001); Orensanz <i>et al.</i> (2002); Giménez <i>et al.</i> (2005). Todos como <i>Neanthes succinea</i> . Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Laeonereis acuta</i>	E, I, SS, AFI, AM, AFA, F	Monro (1937, como <i>Leptonereis pandoensis</i> ); Bier (1985); Pintos <i>et al.</i> (1991) y Jorcín (1999). Todos como <i>Laeonereis culveri</i> . Ver Pettibone (1971) y Orensanz & Gianuca (1974). Giménez <i>et al.</i> (2005)
Nereididae indet.	M, SC, F	Faget (1983)
<i>Aglaophamus</i> sp.	M, SS, AFA, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Nephtys fluviatilis</i>	E, I, SS, A, AFI, AFA, F	Monro (1937, como <i>Nephtys fluviatilis</i> ); Orensanz & Gianuca (1974); Bier (1985); Pintos <i>et al.</i> (1991); Jorcín (1999); Muniz <i>et al.</i> (2000); Muniz & Venturini (2001); Venturini <i>et al.</i> (2004); Giménez <i>et al.</i> (2005)
<i>Nephtys</i> sp.	M, SS, AFI	Demicheli (1986; 1987b)
	M, SC, AG	Bremec & Giberto (2004)
<i>Nephtys</i> sp. 1	M, SC, AM, AG	Faget (1983, como <i>Nephtys</i> cf. <i>squamosa</i> )
<i>Nephtys</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Nephtys</i> cf. <i>cirosa</i> )
<i>Nephtys</i> sp. 3	M, SC, AFI, AG	Faget (1983, como <i>Nephtys</i> sp. A)
<i>Nephtys</i> sp. 4	M, SC, AFI, AG, F	Faget (1983, como <i>Nephtys</i> sp. B)
<i>Nephtys</i> sp. 5	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Nephtys</i> sp. C)
<i>Hemipodia olivieri</i>	M, I, SS, AG, AFI	Scarabino <i>et al.</i> (1974, como <i>Hemipodus</i> sp.); Orensanz & Gianuca (1974); Demicheli (1986; 1987b); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996). Todos como <i>Hemipodus olivieri</i> .
<i>Hemipodia</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Hemipodus</i> sp.)
<i>Glycera americana</i>	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Glycera</i> sp.	E, SS, F	Muniz <i>et al.</i> (2000)
<i>Glycera</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Glycera</i> sp. A)
<i>Glycera</i> sp. 2	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Glycera</i> sp. B)
Glyceridae indet.	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Glycindes</i> sp.	M, SC, AFI, AG, F	Faget (1983)
<i>Goniadides</i> sp.	E, SS, F	Muniz <i>et al.</i> (2000)
	M, SC, AFI, AG	Faget (1983)
Goniadidae indet.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)

**Tabla 6.** Especies de Polychaeta Dorvilleidae, Eunicidae, Onuphidae, Lumbrineridae, y Oeonidae citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Schistomeringos rudolphi</i> ( $\phi$ )	M, SS, R	Orensanz (1973a, como <i>Stauronereis rudolphi</i> ); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Protodorvillea</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Protodorvillea</i> cf. <i>kefersteini</i> )
<i>Dorvillea</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Dorvillea</i> cf. <i>sociabilis</i> )
<i>Eunice argentinensis</i>	M, SC, C, R, F, PS	Orensanz (1975); Milstein <i>et al.</i> (1976); Rullier & Amoreux (1979); Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Eunice</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Marphysa aenea</i>	M, I	Orensanz (1975); Orensanz (1990)
<i>Marphysa</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Marphysa</i> aff. <i>gallucci</i> )
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	M, SC	Orensanz (1974a, como <i>Onuphis setosa-patini</i> ). Ver Fauchald (1982a; 1982b)
<i>Kinbergonuphis tenuis</i>	M, SC, A, F	Orensanz (1974a); Rullier & Amoreux (1979)
<i>Kinbergonuphis</i> sp.	M, SS, SC, F	Cachés (1980, como <i>Onuphis setosa</i> ); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Onuphis</i> cf. <i>setosa</i> )
	M, SC, AFI, F	Faget (1983, como <i>Onuphis</i> cf. <i>tenuis</i> )
	M, SC, AFI, AM, AG	Faget (1983, como <i>Onuphis</i> cf. <i>fragilis</i> )
<i>Onuphis eremita</i>	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
<i>Diopatra viridis</i>	M, SS, AFI, AFA, F, AG, C	Orensanz (1974a); Milstein <i>et al.</i> (1976); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Rullier & Amoreux (1979, como <i>Diopatra cuprea</i> ); Demicheli (1987a; 1987b, como <i>Diopatra cuprea</i> ); Demicheli & Scarabino (en este volumen).
<i>Australonuphis casamiquelorum</i>	M, SS, AFI	Orensanz (1974a); Demicheli (1987a; 1987b). Como <i>Americanuphis casamiquelorum</i> .
<i>Nothria</i> sp.	M, SC, AM, F	Faget (1983)
<i>Hyalinoecia</i> sp.	M, SC, AFI, F	Faget (1983)
Onuphidae indet.	M, SS, SC, F, C	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Onuphis</i> sp.)
<i>Lumbrineris cingulata</i>	M, SC	Orensanz (1973b)
<i>Lumbrineris latreilli</i>	M, SC, A, C	Orensanz (1973b)
<i>Lumbrineris</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Lumbrineris</i> sp. A)
<i>Lumbrineris</i> sp. 2	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Lumbrineris</i> sp. B)
<i>Lumbrineriopsis</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
<i>Lumbrinerides</i> sp.	M, SC, AM, AG	Faget (1983)
<i>Augeneria</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
<i>Scoletoma tetraura</i>	M, SS, SC, PS	Orensanz (1973b, como <i>Lumbrineris tetraura</i> ); Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Scoletoma atlantica</i>	M, SC, A	Orensanz (1973b, <i>Lumbrineris atlantica</i> )
<i>Arabelloneris janeirensis</i>	M, SS	Orensanz (1973b, como <i>Lumbrineris janeirensis</i> )
<i>Lysarete brasiliensis</i>	M, SS	Orensanz (1975); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Ninoe brasiliensis</i>	M, SS, A, AFA, F	Orensanz (1973b); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Ninoe</i> sp.	M, SC, AFI, F	Faget (1983)
<i>Arabella</i> sp.	M, SC, AG	Faget (1983)
<i>Dilonereis simplex</i>	M, SC, A	Orensanz (1974b)
<i>Dilonereis falcata</i>	M, SC, A	Orensanz (1974b)
<i>Notocirus lorum</i>	M, SC, A	Orensanz (1974b)
<i>Notocirus virginis</i>	M, SC, F	Orensanz (1974b); Rullier & Amoreux (1979)
<i>Notocirus</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
Oeonidae indet.	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992, como Arabellidae indet..)
	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)



**Tabla 7.** Especies de Polychaeta Orbiniidae, Cossuridae, Paraonidae, Spionidae, Cirratulidae, Magelonidae, Chaetopteridae y Polygordiidae citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Phylo</i> sp.	M, SS, A, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Scoloplas</i> sp.	M, BMS	Batallés <i>et al.</i> (1985)
	M, SS, AFA, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Scoloplas</i> cf. <i>marginatus</i> )
<i>Leitoscoloplas</i> sp.	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Haploscoloplas</i> sp.)
Orbiniidae indet.	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
	M, SS, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Cassura</i> sp.	M, SC, AM	Faget (1983)
Cossuridae indet.	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Aediceris</i> sp.	M, SC, AFI, F	Faget (1983)
<i>Aricidea simplex</i>	M, SC, A	Strelzov (1973)
<i>Aricidea finitima</i>	M, SC, A	Strelzov (1973)
<i>Aricidea</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Cirrophorus americanus</i>	M, SC, A, C, AFA, F	Strelzov (1973)
<i>Cirrophorus</i> sp.	M, SC, F	Faget (1983)
Paraonidae indet.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Spio</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
<i>Dispio</i> sp.	M, SC	Faget (1983, como <i>Dispio</i> cf. <i>remanet</i> )
<i>Boccardiella ligericã</i>	E, SS	Monro (1938) y Cordero (1941), como <i>Polydora uncantiformis</i> Ver Blake (1983). Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Polydora ciliata</i> (☉)	M	Blake (1983); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Polydora cornuta</i> (☉)	E, I, F	Bier (1985, como <i>Polydora ligni</i> ); Ver Blake & Maciolek (1987) y Radashevsky (2005).
<i>Polydora</i> sp.	E, SS	Mañé-Garzón (1943)
	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
	M, SC, C	Rullier & Amoreux (1979)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Polydorella</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Scolecopsis gaucha</i>	M, I, AFI	Orensanz & Gianuca (1974); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996). Como <i>Spio gaucha</i> .
<i>Spiophanes duplex</i>	M, SC	Blake (1983, como <i>Spiophanes soederstroemii</i> ). Ver Meissner (2005).
<i>Spiophanes</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, AG, F	Faget (1983, como <i>Spiophanes</i> sp.)
<i>Spiophanes</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Spiophanes</i> cf. <i>bombyx</i> )
<i>Paraprionospio pinnata</i>	M, SC	Blake (1983)
<i>Paraprionospio</i> sp.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Prionospio</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, AG	Faget (1983, como <i>Prionospio</i> sp. A)
<i>Prionospio</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Prionospio</i> sp. B)
<i>Microspio hartmanae</i>	M, SC	Blake (1983)
<i>Malacoceros</i> sp.	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
	M, SS, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
Spionidae indet. sp. 1	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
Spionidae indet. sp. 2	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
Spionidae indet.	M, SC, AFI, AG	Faget (1983)
<i>Dodecaceria</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Chaetozone</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Caulerietta</i> sp.	M, SC, AG	Faget (1983)
<i>Tharyx</i> sp. 1	M, SC, AFI, F	Faget (1983, como <i>Tharyx</i> sp. A)
<i>Tharyx</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Tharyx</i> sp. B)
Cirratulidae indet.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Magelona</i> sp.	M, SS, AFI	Demicheli (1986; 1987b)
	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Spiochaetopterus</i> sp.	M, SC, AFI, AG	Faget (1983)
Chaetopteridae indet.	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979)
	M, SS, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Phyllochaetopterus socialis</i>	M, SC, A	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Polygordius</i> sp.	M, SC, AM, AFI	Faget (1983)

**Tabla 8.** Especies de Polychaeta Flabelligeridae, Opheliidae, Scalibregmatidae, Capitellidae, Arenicolidae y Maldanidae citadas para el área.

<b>Especie</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Referencias</b>
<i>Flabelligera</i> sp.	E, AFI	Jorcín (1999)
<i>Pherusa</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Pherusa</i> cf. <i>laevis americana</i> )
	M, AG, F	Faget (1983, como <i>Pherusa</i> cf. <i>arctica</i> )
<i>Diplocirrus</i> sp.	M, SC, F	Faget (1983)
Flabelligeridae indet.	M, SC, C, R	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Stylaroides</i> sp.)
<i>Armandia</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Euzonus lurciferus</i>	M, I, AFI	Orensanz & Gianuca (1974); Scarabino <i>et al.</i> (1974); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996). Ver Santos <i>et al.</i> (2004)
<i>Euzonus</i> sp.	M, SS, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Travisia</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Travisia</i> cf. <i>forbesi</i> )
	M, SS, A	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Sclerocheilus</i> sp.	M, SC	Faget (1983)
<i>Notomastus latericeus</i>	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979)
<i>Notomastus</i> sp. 1	M, SC, AFI, F	Faget (1983, como <i>Notomastus</i> cf. <i>latericus</i> )
<i>Notomastus</i> sp. 2	M, SC	Faget (1983, como <i>Notomastus</i> sp.)
<i>Rashqua</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Notomastus</i> cf. <i>lobatus</i> )
<i>Heteromastus similis</i>	E, I, SS, A, AFI, AFA, F	Monro (1937); Bier (1985); Pintos <i>et al.</i> (1991); Jorcín (1999); Muniz <i>et al.</i> (2000); Muniz & Venturini (2001); Giménez <i>et al.</i> (2005)
<i>Heteromastus</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
Capitellidae indet.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
	M, SS, F	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Arenicola</i> sp.	M, SC, AG	Faget (1983)
<i>Praxillella</i> sp.	M, SS, SC, AFI, AFA, F	Cachés (1980); Demicheli (1987a); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Axiothella</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Axiothella</i> cf. <i>quadrimaculata</i> )
<i>Axiothella</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM	Faget (1983, como <i>Axiothella</i> sp.)
<i>Clymenella</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Clymenella</i> cf. <i>minor</i> )
<i>Euclymene</i> sp. 1	M, SC, AFI, AM, AG, F	Faget (1983, como <i>Euclymene</i> sp. A)
<i>Euclymene</i> sp. 2	M, SC, AFI, AM, F	Faget (1983, como <i>Euclymene</i> sp. B)
<i>Euclymene</i> sp. 3	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Euclymene</i> sp. C)
Euclymeninae indet.	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979)
<i>Lumbriclymene</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)
<i>Petaloproctus</i> sp.	M, SC, AM	Faget (1983)
Maldanidae indet.	M, SC, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, SC, AFI, AG	Faget (1983)

**Tabla 9.** Especies de Polychaeta Pectinariidae, Ampharetidae, Terebellidae, Sabellariidae, Sabellidae, Serpulidae y Oweniidae citadas para el área.

<b>Especie</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Referencias</b>
<i>Pectinaria</i> sp.	M, SC, F	Rullier & Amoreux 1979, como <i>Cistenides</i> cf. <i>gouldii</i>
	M, SC, F	Cachés (1980)
	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Ampharete</i> sp.	M, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Amphicteis</i> sp. 1	M, SC, F	Faget (1983, como <i>Amphicteis</i> cf. <i>foliosa</i> )
<i>Amphicteis</i> sp. 2	M, SC, AFI	Faget (1983, como <i>Amphicteis</i> sp.)
<i>Amphicteis</i> sp.	M, SC, AFA	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Polycirrus</i> sp.	M, AFI, AM, AG	Faget (1983)
<i>Thelepus</i> sp.	M, SS, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
	M, SC, AFI, AG, F	Faget (1983)
<i>Lanice seticornis</i>	M, SC, A, C	McIntosh (1885, como <i>Terebella</i> ( <i>Lanice</i> ) <i>seticornis</i> )

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Pista</i> sp.	M, SC, C	Rullier & Amoreux (1979, como <i>Pista cristata</i> )
	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Terebrellides</i> sp.	M, SC, AM, F	Faget (1983, como <i>Terebrellides</i> cf. <i>anguicomus</i> )
<i>Ianthysus macropaleus</i>	M, SC, A	Kirtley (1994)
<i>Sabellaria nanella</i> (c)	M, I, R	Kirtley (1994)
<i>Sabellaria bellis</i>	M, SC, PS, AG	Obenat <i>et al.</i> (2001); Bremec & Giberto (2004)
<i>Sabellaria</i> sp.	M, SS, R, F	Milstein <i>et al.</i> (1976);
	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979)
<i>Phragmatopoma</i> sp.	M, SS, R	Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Chone</i> sp.	M, SC, AFI, AM, AG, F	Faget (1983)
<i>Potamilla</i> sp. 1	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Potamilla</i> sp. 2	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001, como <i>Potamilla</i> cf. <i>platensis</i> )
<i>Potamilla</i> sp.	M, SC, AFI	Faget (1983)
<i>Myxicola</i> sp.	M, SC, C	Rullier & Amoreux (1979, como <i>Myxicola aesthetica</i> )
Sabellidae indet. sp. 1	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
Sabellidae indet. sp. 2	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Protula</i> sp.	M, SC, F	Rullier & Amoreux (1979)
<i>Ficopomatus enigmaticus</i> *	E, SS, F, AFA, AG, C	Monro (1938); Cordero (1941); Scarabino <i>et al.</i> (1976); Nion (1979). Todos como <i>Mercierella enigmatica</i> ; ten Hove & Weerdenburg (1978); Bier (1985); Muniz & Venturini (2001); Orensanz <i>et al.</i> (2002); Muniz <i>et al.</i> (2005)
<i>Hydroides plateni</i>	M, SC, C, F, PS	Zibrowius (1972); Rullier & Amoreux (1979); Obenat <i>et al.</i> (2001); Bastida-Zavala & ten Hove (2002)
<i>Hydroides</i> sp. 1	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Hydroides</i> sp. 2	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Serpula</i> sp.	M, SC, AG	Faget (1983)
<i>Owenia</i> sp.	M, SC, AFI, AM	Faget (1983)

Tabla 10. Especies de Cirripedia citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Diceroscalpellum boubaocerus</i>	M, SC	Young (1992, como <i>Arcoscalpellum boubaocerus</i> )
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	M, SS, R, BMS	Barattini & Ureta (1961); Amaro (1967); Batallés (1983); Riestra <i>et al.</i> (1992); Orensanz <i>et al.</i> (2002). Todos como <i>Balanus amphitrite</i> .
<i>Amphibalanus venustus</i>	M, SS, SC, R	Gallo (1982); Young (1994; 2000). Todos como <i>Balanus venustus</i> .
<i>Amphibalanus improvisus</i> (c)	M, E, I, SS, SC, R, BMS, PS	Darwin (1854); Cordero (1941); Mañé-Garzón (1943); Barattini & Ureta (1961); Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974); Scarabino <i>et al.</i> (1976); Neirotti (1981); Batallés (1983); Calvo (1984); Bier (1985); Batallés <i>et al.</i> (1985); Pintos <i>et al.</i> (1991); Riestra <i>et al.</i> (1992); Obenat <i>et al.</i> (2001); Orensanz <i>et al.</i> (2002); Giménez <i>et al.</i> (2005). Todos como <i>Balanus improvisus</i> .
<i>Balanus trigonus</i> *	M, SS, R	Gallo (1982); Zullo (1992); Young (1994, ubicación en la plataforma uruguaya no explicitada).
<i>Balanus</i> sp.	E, SS, C	Nion (1979)
	M, SS, SC, C, F, R	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Megabalanus tintinabulum</i>	M, SS	Barattini & Ureta (1961) y Klappenbach & Scarabino (1969) como <i>Balanus tintinabulum</i> ; Henry & McLaughlin (1986); Young (1995)
<i>Chthamalus bisinuatus</i>	M, E, I, R	Darwin (1854, como <i>Chthamalus stellatus</i> ); Nilsson-Cantell (1925, como <i>Chthamalus stellatus cornutus</i> ); Barattini & Ureta (1961, como <i>Chthamalus stellatus</i> ); ver Young (1993); Scarabino <i>et al.</i> (1976); Maytía & Scarabino (1979); Neirotti (1981); Batallés <i>et al.</i> (1985); Demicheli & Scarabino (en este volumen)

Tabla 11. Especies de Ostracoda citadas para el área. Los signos de interrogación

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Cyprideis multidentata</i>	M, SS, AM	Whatley <i>et al.</i> (1998)
<i>Urocythereis dimorphica</i>	M, SS, AM	Whatley <i>et al.</i> (1998)
<i>Caudites ohmeri</i>	M, SC	Coimbra & Omellas (1989)
<i>Quadracythere amplioreticulata</i>	M, SS, AM	Whatley <i>et al.</i> (1998)
<i>Cythereella hermagentina</i>	M, SC, AM	Brady (1880, como <i>Cythereella polita</i> , Ver Whatley <i>et al.</i> (1998).
<i>Cytherella</i> sp.	AFI, F	Whatley <i>et al.</i> (1998)
<i>Actinocythereis brasiliensis</i>	M, SC, AFI, F	Machado & Drozinski (2002)

**Crustacea: Stomatopoda.** Se ha registrado un único estomatópodo como usual para el área: *Heterosquilla platensis* (Barattini & Ureta 1961; Manning 1969). Demicheli (1987a; 1987b) y Demicheli & Scarabino (2006) lo refirieron para fondos arenosos submareales someros de la costa de Maldonado y Rocha. Barattini & Ureta (1961) refirieron como ocasional para el área a una especie de *Squilla* (*S. panamensis*), que probablemente corresponda a *Squilla brasiliensis*, especie similar a esta última y referida para localidades inmediatas (ver Manning 1969).

**Crustacea: Mysida.** Se han identificado para la costa uruguaya cuatro especies (Cervetto & Calliari com. pers.). *Neomysis americana* ha sido mencionada para ambientes estuarinos del área por González (1974), Calliari *et al.* (2001), Venturini *et al.* (2004), Giménez *et al.* (2005) y Schiariti *et al.* (2006) y es considerada criptogénica (Orensanz *et al.* 2002). Mora & Pintos (1980) y Masello *et al.* (2001) mencionaron mísidos indeterminados para la costa del RdIP que podrían pertenecer a esa especie en contenidos estomacales de brótola (*Urophycis brasiliensis*) y corvina (*Micropogonias furnieri*). Schiariti *et al.* (2004) y Cervetto & Calliari (com. pers.) detectaron a *Metamysidiopsis tortonesi* en el RdIP y costa atlántica uruguaya. Mísidos aún indeterminados han sido también ubicadas en la zona de rompiente de las playas arenosas de Rocha y en fondos fangosos costeros frente a esa localidad (obs. pers.).

**Crustacea: Tanaidacea.** Se han registrado dos especies de Tanaidacea estuarinos: *Monokalliapseudes schubartii* (Mañé-Garzón 1949; Bier 1985; Muniz & Venturini 2001; Giménez *et al.* 2005) (Fig. 3) y *Sinelobus stanfordi* (Mañé-Garzón 1943, ver Sieg 1980; Pintos *et al.* 1991; Jorcín 1999; Giménez *et al.* 2005). Esta última es considerada criptogénica (Orensanz *et al.* 2002) y probablemente se corresponda con *Tanais* cf. *gallardoi* mencionado por Cordero (1941) para un ambiente estuarino. Tanaidáceos marinos indeterminados han sido detectados en fondos fangosos y areno-fangosos costeros frente a Rocha (obs. pers.).

**Crustacea: Amphipoda.** Los Amphipoda (Tabla 12) son el grupo de peracáridos más desconocidos del área; existen numerosas especies no citadas en los fondos inconsolidados de la costa atlántica (obs. pers.). De hecho, tres rastreos permitieron registrar al menos 18 géneros no citados para el área (Alonso de Pina com. pers.). Wakabara *et al.* (1982) mencionaron varias fami-

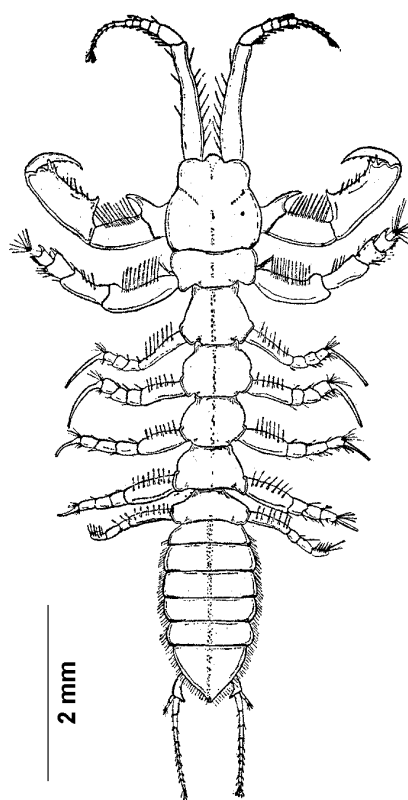


Figura 3. *Monokalliapseudes schubartii* (Tanaidacea), macho. Tomado de Mañé-Garzón (1949).

lias como componentes de la dieta de peces Pleuronectiformes en zonas que comprenden el área de estudio.

**Crustacea: Isopoda.** Muestréos iniciales en la zona sugieren que la riqueza de los Isopoda (Tabla 13) no son tan importantes como en Amphipoda, aunque numerosas especies se encuentran bajo estudio.

**Crustacea: Cumacea.** Aún cuando para el área de estudio han sido citados únicamente dos especies (*Leptocuma kinbergii* y *Cyclaspis alba*, ver Roccatagliata 1986; 1993), se han hallado en la misma otras pertenecientes a los géneros *Diastylis*, *Makrokyllindrus*, *Anchistylis*, *Eudorella* y *Campylaspis* que se encuentran en estudio (Roccatagliata com. pers.).

Tabla 12. Especies de Amphipoda citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Atlantorchestoidea brasiliensis</i>	M, S, I, AFI, AM, AG	Scarabino <i>et al.</i> (1974); Defeo (1985); González de Baccino (1985); Defeo <i>et al.</i> (1992); Gómez & Defeo (1999); Brazeiro & Defeo (1996); Defeo & Gómez (2005). Todos como <i>Orchestoidea brasiliensis</i> .
<i>Platorchestia platensis</i> (ϕ)	E, S, R, ES	Scarabino <i>et al.</i> (1976) y Maytía & Scarabino (1979) como <i>Orchestia platensis</i> ; Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Melita orgasmus</i>	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Melita mangrovi</i>	E, SS	Pintos <i>et al.</i> (1991)
<i>Melita</i> sp.	E, I, R	Scarabino <i>et al.</i> (1976); Maytía & Scarabino (1979). Ambos como <i>Melita</i> cf. <i>lagunae</i>
	E, BMS	Carranza & Muniz (1996)
<i>Hyale</i> sp.	M, I, R	Maytía & Scarabino (1979)
	M, BMS	Batallés <i>et al.</i> (1985)
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	M, I, SS, AFI	Escofet (1971); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996)
<i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>	M, I, SS, AFI	Escofet (1971); Demicheli (1986; 1987b); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996)
<i>Stephensenia haematopus</i>	M, I, SS, AFI, AG	Defeo (1985); Defeo <i>et al.</i> (1992)
<i>Metharpinia</i> sp.	M, I, AFI, AG	Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996). Ambos como <i>Metarpinia</i> sp.
<i>Monocorophium insidiosum</i> *	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992, como <i>Corophium insidiosum</i> ); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Corophium</i> sp.	E, SS	Mañé-Garzón (1943)
	E, BMS	Carranza & Muniz (1996)
<i>Ampithoe ramondi</i>	M, E, SS, BMS	Pintos <i>et al.</i> (1991); Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Stenothoe</i> sp.	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
<i>Jassa marmorata</i> (ϕ)	M, I, R	Alonso de Pina (2005)
<i>Jassa</i> sp.	E, I	Giménez <i>et al.</i> (2005, como <i>Jassa falcata</i> )
<i>Gammarus</i> sp.	E, AFI	Jorcín (1998)
<i>Caprella penantis</i> (ϕ)	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992, como Caprellidae indet.); Riestra & Defeo (2000); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Caprella</i> sp.	E, I	Dei-Cas & Mañé-Garzón (1973)
	M, SS, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, BMS	Batallés (1983)
	M, BMS	Batallés <i>et al.</i> (1985)
<i>Caprella</i> spp.	M, SS, R	Barattini & Ureta (1961)

Tabla 13. Especies de Isopoda citadas para el área<sup>1</sup>.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Excirolana brasiliensis</i>	M, I, AFI, AG	Defeo (1985); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996); Defeo <i>et al.</i> (1997); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Excirolana armata</i>	M, E, I, AFI	Scarabino <i>et al.</i> (1974; 1976); Defeo (1985); González de Baccino (1985); de Álava & Defeo (1991); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996); Defeo <i>et al.</i> (1997); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Politolana eximia</i>	M, SC	Riseman & Brusca (2002)
<i>Conilera</i> sp.	M, SC	Gascón (1979)
Cirolanidae indet.	M, SC, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Idotea balthica</i>	M, SS	Gascón (1979)
<i>Idotea marina</i>	M, BMS	Batallés <i>et al.</i> (1985)
<i>Idotea</i> sp.	E, BMS	Scarabino <i>et al.</i> (1976)
	E, BMS	Carranza & Muniz (1996, como <i>Idothea</i> sp.)
	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Synidotea laevidorsalis</i> *	M, BMS	Mañé-Garzón (1946, como <i>Synidotea marplatensis</i> ). Ver Chapman & Carlton (1991; 1994)
Idoteidae indet.	M, SS, SC, A	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Macrochirodothea giambiagiae</i>	M, I, SS, AFI	Torti & Bastida (1972); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996)
<i>Macrochirodothea robusta</i>	M, SS, AFI	Demicheli (1986; 1987b)

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Macrochiridothea lillanae</i>	M, SS, AFI	Brazeiro & Defeo (1996)
<i>Macrochiridothea</i> sp.	M, SS, AFI	Demicheli (1986; 1987b)
<i>Chaetilla argentina</i>	M, SS, AFI	Demicheli (1987b)
<i>Moplisa sphaeromiformis</i>	M, SS, R	Mañé-Garzón (1946, como <i>Synidotea sphaeromiformis</i> )
<i>Cassidinidea fluminensis</i>	E, I, AFI	Pintos <i>et al.</i> (1991, como <i>Deis fluminensis</i> ); Jorcín (1999); Giménez <i>et al.</i> (2005). Ambos como <i>Dies fluminensis</i>
<i>Pseudosphaeroma platense</i>	E, SS	Giménez <i>et al.</i> (2005)
Sphaeromatidae indet.	E, SS	Cordero (1941, <i>Exosphaeroma</i> sp.)
	E, SS	Mañé-Garzón (1943, como <i>Exosphaeroma</i> sp.)
	E, SS	Gascón & Mañé-Garzón (1974, como <i>Deis</i> sp.); Gascón (1979, como <i>Exosphaeroma</i> sp.)
<i>Serolis</i> sp.	M, SC, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Acanthoserolis polaris</i>	M, SC, AFI, C, F	Bastida & Torti (1970); Moreira (1976). Ambos como <i>Serolis polaris</i> .
<i>Cristaserolis gaudichaudii</i>	M, SC, A, F	Bastida & Torti (1970); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976). Ambos como <i>Serolis gaudichaudii</i> .
<i>Cristaserolis marplatensis</i>	M, SC, C	Bastida & Torti (1973); Milstein <i>et al.</i> (1976); Giberto & Bremec (2003). Todos como <i>Serolis marplatensis</i> .
<i>Thysanoserolis elliptica</i>	M, SC, AFI, C	Moreira (1976, como <i>Serolis elliptica</i> )
<i>Braziliserolis foresti</i>	M, SC, AFI	Moreira (1976, como <i>Serolis foresti</i> )
<i>Neoserolis uaperta</i>	M, SC, AFI, C	Moreira (1976, como <i>Serolis uaperta</i> )
<i>Leptoserolis bonaerensis</i>	M, SS, AFI	Bastida & Torti (1973); Demicheli (1987b). Ambos como <i>Serolis bonaerensis</i> .
<i>Ligia exotica</i>	M, E, S, R, ES	Giambiagi (1931) y Barattini & Ureta (1961), como <i>Lygida exotica</i> , Vaz-Ferreira (1950); Scarabino <i>et al.</i> (1976, como <i>Ligia</i> sp.); Maytía & Scarabino (1979, <i>Ligia</i> cf. <i>exotica</i> ); Batallés <i>et al.</i> (1985, como <i>Lygia</i> cf. <i>exotica</i> ); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Uromunna santaluciaae</i>	E, I	Gascón & Mañé-Garzón (1974, como <i>Munna</i> ( <i>Uromunna</i> ) <i>santaluciaae</i> )

Tabla 14. Especies de Dendrobranchiata, Caridea y Thalassinidea citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Artemesia longinaris</i>	M, E, SS, SC, C, A, AFI, AM, F	Bate (1888); Barattini & Ureta (1961); Milstein <i>et al.</i> (1976); Cachés (1980); Itusarry (1984); Santana & Ferreira (1989); Rodríguez <i>et al.</i> (2003); Giberto & Bremec (2003)
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	Zolessi & Philippi (1995, como <i>Penaeus schmitti</i> )
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	M, E, SS, A, AF, C	Barattini & Ureta (1961, como <i>Penaeus brasiliensis</i> ). Ver Nion <i>et al.</i> (1974); Amaro (1974); Perez-Farfante (1967); Milstein <i>et al.</i> (1976); Nion (1979); Itusarry (1984); Santana & Ferreira (1989). Todos como <i>Penaeus paulensis</i> . Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	M	Zolessi & Philippi (1995)
<i>Pleoticus muelleri</i>	M, SS, SC, A, C, AFI, F	Bate (1888, como <i>Philoniscus mulleri</i> ); Bouvier (1905, como <i>Parartermesia carinata</i> ); Barattini & Ureta (1961, como <i>Pleoticus mulleri</i> ); Milstein <i>et al.</i> (1976) y Cachés (1980), como <i>Hymenopenaeus mulleri</i> ; Pérez-Farfante (1977); Itusarry (1984); Pin <i>et al.</i> (1989); Santana & Ferreira (1989)
<i>Processa hemphilli</i>	M, SC, A, AFI	Christoffersen (1979)
<i>Exhippolysmata optophoroides</i>	M, SC, A	Christoffersen (1979)
<i>Latreutes parvulus</i>	M, SC, A, AFI, F	Christoffersen (1982)
<i>Pontocaris boschii</i>	M, SC, AFI	Itusarry (1984, como <i>Pontocaris</i> sp.); Christoffersen (1988)
<i>Sergio mirim</i>	M, SS, AFI	Scarabino <i>et al.</i> (1974, como <i>Callianassa</i> sp.); Ferrari (1981, como <i>Callichirus mirim</i> )
Callianassidae indet.	M, SC	Masello <i>et al.</i> (2001)
	M, SS, AG	Demicheli & Scarabino (en este volumen)

<sup>1</sup> Ponce de León (1984) registró a *Acanthoserolis schythei* para 50 millas al S de La Paloma, Rocha (ca. 35°00'S-54°30'W). Sin embargo, este registro es biogeográficamente anómalo dada la distribución geográfica y batimétrica conocida para esta especie (Bastida & Torti 1970; 1973) y la profundidad que existe en la localidad uruguaya mencionada (ca. 35 m). Ese material fue colectado por personal de un buque pesquero (no por las personas explicitadas por Ponce de León) y probablemente provenga de zonas más profundas (zona de pesca de merluza, 80-200 m).

Tabla 15. Especies de Anomura citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Porcellana sayana</i>	M	Zolessi & Philippi (1995)
<i>Porcellana</i> sp.	M, SC, C, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Pachycheles chubutensis</i>	M, SS, SC, R, BMS, PS, AG	Haig (1966); Obenat <i>et al.</i> (2001); Bremec & Giberto (2004)
<i>Pachycheles laevidactylus</i>	M, SS, SC, R, BMS, PS	Haig (1966) y Obenat <i>et al.</i> (2001). Ambos como <i>Pachycheles haigae</i> , ver Harvey & de Santo (1996); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Pachycheles</i> sp.	M, SS, SC, A, C, R	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, SS	Riestra <i>et al.</i> (1998)
	M, SS	Barattini & Ureta (1961, como <i>Pachycheles rudis</i> )
<i>Polyonyx gibbesi</i>	M, SS, SC, F	Haig (1966); Milstein <i>et al.</i> (1976); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Munidopsis</i> sp.	M, SC, C, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Emerita brasiliensis</i>	M, I, AFI, AM, AG	Barattini & Ureta (1961, como <i>Emerita emerita</i> ); Scarabino <i>et al.</i> (1974); Eford (1976); Defeo (1985); Santana & Ferreira (1989); Defeo <i>et al.</i> (1992); Brazeiro & Defeo (1996); Peluffo (1998); Defeo <i>et al.</i> (2001); Demicheli & Scarabino (2006)
<i>Blepharipoda doelloi</i>	M, SS, SC, A	Barattini (1957) y Barattini & Ureta (1961), ambos como <i>Blepharipoda occidentalis</i> (ver Boyko 2002); Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Dardanus insignis</i>	M, SC, A, AFI, F, C, (BMP)	Forest & Saint-Laurent (1967); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984). Todos como <i>Dardanus arrosor insignis</i> . Ver Biffar & Provenzano (1972)
<i>Loxopagurus loxochelis</i>	M, SS, SC, AM, AFI, C, F	Forest (1964); Forest & Saint-Laurent (1967); Milstein <i>et al.</i> (1976); Itusarry (1984); Giberto & Bremec (2003); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Paguristes robustus</i>	M, SC, F, C	Forest & Saint-Laurent (1967)
<i>Propagurus gaudichaudii</i>	M, SC	Barattini & Ureta (1961, como <i>Eupagurus patagoniensis</i> ; ver Forest & Saint-Laurent 1967); Itusarry (1984, como <i>Pagurus gaudichaudii</i> )
<i>Pagurus criniticomis</i>	M, SS, SC, AFI, F	Barattini & Ureta (1961, como <i>Eupagurus criniticomis</i> ); Forest & Saint-Laurent (1967); Demicheli (1987a); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Pagurus exilis</i>	M, SS, SC, F, AFI, C	Barattini & Ureta (1961, como <i>Eupagurus exilis</i> ); Forest & Saint-Laurent (1967); Milstein <i>et al.</i> (1976); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Pagurus provenzano(?)</i>	M, SC, F	Forest & Saint-Laurent (1967)
<i>Pagurus trichocerus</i>	M, SC, C	Forest & Saint-Laurent (1967)
<i>Pagurus leptonyx</i>	M, SC	Zolessi & Philippi (1995)

Tabla 16. Especies de Brachyura Leucosioidea, Majoidea, Cancroidea y Portunoidea citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Hepatus pudibundus</i>	M, SC	Juanicó (1978); Bordin (1987)
<i>Persephona punctata</i>	M, SC, C, F	Mañé-Garzón (1968); Milstein <i>et al.</i> (1976). Ambos como <i>Persephona punctata punctata</i> . Ver Guinot-Dumortier (1959)
<i>Ebailia rotundata</i>	M, SC, AM, AFI, C	Giberto & Bremec (2003)
<i>Ebailia</i> sp.	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Collodes rostratus</i>	M, SC, A, (BMP)	Barattini & Ureta (1961); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984)
<i>Stenothynchus seticornis</i>	M	Zolessi & Philippi (1995)
<i>Leucippa pentagona</i>	M, SC, (BMP)	Rathbun (1925); Barattini & Ureta (1961); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984)
<i>Leurocyclus tuberculatus</i>	M, SC, F, (BMP)	Barattini & Ureta (1961, como <i>Leurocyclus gracilipes</i> , ver Guinot 1984); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Cachés (1980); Itusarry (1984); Bordin (1987); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Libinia spinosa</i>	M, SS, SC, A, AFI, AG, F, (BMP)	Rathbun (1925); Barattini & Ureta (1961); Buckup & Thomé (1962); Milstein <i>et al.</i> (1976); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984); Bordin (1987); Santana & Ferreira (1989); Santana & Fabiano (1999); Bremec & Giberto (2004); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Libinia ferreirae</i>	M	Barattini & Ureta (1961)

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Pelia rotunda</i>	M, SC, (BMP), C, AG	Rathbun (1925); Barattini & Ureta (1961); Milstein <i>et al.</i> (1976); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Bremec & Giberto (2004); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Rochinia gracillipes</i>	M, SC, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984); Bordin (1987)
<i>Peltarion spinosulum</i>	M, SC, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984)
<i>Corystoides chilensis</i>	M, SS, SC, AFI, AF	Milne-Edwards (1880, como <i>Corystoides abbreviatus</i> ); Rathbun (1930); Barattini & Ureta (1961); Bordin (1987); Santana & Ferreira (1989); Riestra <i>et al.</i> (1998); Santana & Fabiano (1999); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Arenaeus cribarius</i>	M, SS, A	Juanicó (1978); Bordin (1987); Santana & Ferreira (1989); Pereira <i>et al.</i> (1998); Santana & Fabiano (1999); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Callinectes danae</i>	E, SS	Santana <i>et al.</i> (1988); Santana & Ferreira (1989); Zolessi & Philippi (1995); Pereira <i>et al.</i> (1998); Santana & Fabiano (1999)
<i>Callinectes sapidus</i>	M, E, I, SS, A, AFA, F, C	Rathbun (1930); Barattini & Ureta (1961); Juanicó & Mañé-Garzón (1973, como <i>Callinectes sapidus acutidens</i> ); Nion (1979); Santana & Ferreira (1989); Pintos <i>et al.</i> (1991); Pereira <i>et al.</i> (1998); Santana & Fabiano (1999); Cesar <i>et al.</i> (2003); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Portunus spinimanus</i>	M, SC	Bordin (1987)
<i>Portunus spinicarpus</i>	M, SC	Bordin (1987)
<i>Portunus</i> sp.	M, SC, A	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Coenophthalmus tridentatus</i>	M, SC, (BMP)	Rathbun (1930); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Ovalipes trimaculatus</i>	M, SS, SC, A, AFI	Rathbun (1930); Barattini & Ureta (1961). Ambos como <i>Ovalipes punctatus</i> , ver Stephenson & Rees (1968); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Itusarry (1984); Demicheli (1987b); Bordin (1987); Santana & Norbis (1988); Santana & Ferreira (1989); Demicheli & Scarabino (en este volumen)

**Crustacea: Decapoda.** Los decápodos de la costa uruguaya pueden considerarse en general relativamente bien conocidos (Tablas 14-17). Sin embargo, los Callianassidae (Tabla 14) y otros decápodos cavadores probablemente presentes en el área han recibido muy escasa atención, principalmente debido a sus hábitos crípticos. Los Panopeidae (ver Tabla 18) y los Pinnotheridae (Tabla 17) son también escasamente conocidos aquí, probablemente debido a su pequeño tamaño, y en el segundo caso también a sus hábitos simbioses. En el primer caso esto es particularmente crítico por su relevancia ecológica y su potencial invasor (ver Shubart *et al.* 2000). En el segundo caso, la costa uruguaya representa una discontinuidad en la distribución de cinco pinotéridos (ver Fenucci 1975; Martins & D'Incao 1996), que parece corresponder más a un defecto de muestreo que a un patrón biogeográfico anómalo. Este es el caso para muchos otros invertebrados bentónicos conocidos de Brasil y Argentina. Es recomendable también un análisis más detallado de los Paguridae (Tabla 15).

**Bryozoa.** Los briozoarios del área (Tabla 19) han recibido también muy escasa atención. La comparación con la fauna registrada para el litoral de la Provincia de Buenos Aires (Argentina), así como las características biogeográficas de la costa uruguaya sugieren una considerable diversidad aún inexplorada (López-Gappa com. pers.).

**Hemichordata.** Masello *et al.* (2001) refirieron a hemicordados enteropneustos como ítem alimenticio de la corvina. Se trata de una especie de afinidades morfológicas con el género *Schizocardium* (obs. pers.).

**Echinodermata**<sup>2</sup>. Los registros de Holothuroidea publicados para el área se restringen a *Paracaudina chilensis* y *Chiridota merenzelleri* (Tommasi *et al.* 1988b) y especies sin determinar halladas en contenidos estomacales de corvina (Faedo & Sierra 1973; Puig 1986). Los holoturoideos son usuales en muestreos de fondos fangosos frente a Maldonado y Rocha (obs. pers.). Son presas del gasterópodo *Tonna galea* (especie explotada comercialmente) y requieren particulares esfuerzos de investigación. El conocimiento actual de los Ophiuroidea (Tabla 20), Asteroidea (Tabla 21) y Echinoidea (Tabla 22) del área puede considerarse relativamente aceptable.

**Ascidacea.** Orensanz *et al.* (2002) citaron a la ascidia introducida *Styela plicata* para el Puerto de La Paloma (Rocha). Al menos otras dos especies solitarias de menos de 2 cm habitan los fondos rocosos submareales someros de la costa atlántica (obs. pers.). Milstein *et al.* (1976) y

<sup>2</sup> Las menciones de Barattini (1938) del equinoideo *Austrocidaris canaliculata* y del asteroideo *Poraniopsis mira* para la costa de Rocha y Banco Inglés respectivamente parecerían ser erróneas por la imprecisión en la información proporcionada por buques pesqueros ya que se trata de especies que en estas latitudes son halladas por debajo de los 80 m (ver Bernasconi 1953; 1980).



Tabla 17. Especies de Brachyura Pinnotheroidea, Ocypodoidea y Grapsoidea citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Tumidotheres maculatus</i>	M, SC, BMP	Barattini & Ureta (1961); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Amaro (1979). Todos como <i>Pinnotheres maculatus</i> .
<i>Pinnixa brevipollex</i>	M, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Pinnixa chaetoptera</i>	M, SC	Barattini & Ureta (1961); Bordin (1987); Mello (1990, <i>Pinnixa rapax</i> ), ver Martins & D'Incao (1996)
<i>Pinnixa sayana</i>	M, SC	Bordin (1987)
<i>Austinixa patagoniensis</i>	M, SS, SC, AFI	Fenucci (1975) y Demicheli (1986), ambos como <i>Pinnixa patagoniensis</i> ; Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Ocypode quadrata</i>	M, S, AG, AFI	Scarabino <i>et al.</i> (1974); Defeo (1985); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Uca uruguayensis</i>	E, S, I, ES, A, AFA, F	Nobili (1901); Rathbun (1918); Barattini & Ureta (1961); Boschi (1964); González-López (1980); Bier (1985); Santana & Ferreira (1989); Mello (1990); Santana & Fabiano (1999)
<i>Amases rubripes</i>	E, I, SS, A, AFA, F, C, R	Miers (1881, como <i>Sesarma angustipes</i> ?); Rathbun (1897, como <i>Sesarma miersii</i> partim); Barattini & Ureta (1961, como <i>Metasesarma rubripes</i> <i>Sesarma miersii</i> ); ver Abele (1972; 1992). Rathbun (1918); Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974) y Nion (1979) como <i>Metasesarma rubripes</i> ; Scarabino <i>et al.</i> (1976, como <i>Metasesarma</i> sp.); Luppi <i>et al.</i> (2003)
<i>Pachygrapsus transversus</i> *	E	Rathbun (1918)
<i>Cyrtograpsus altimanus</i>	M, E, I, SS, AFA, R, BMS	Rathbun (1918); Barattini & Ureta (1961, incluido <i>Hemigrapsus affinis</i> ; ver Spivak & Schubart 2003); Riestra <i>et al.</i> (1992; 1998); Spivak & Cuesta (2000, como <i>Cyrtograpsus affinis</i> ); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	M, E, S, I, SS, A, AG, AFA, F, C, R, BMS	Nobili (1901); Rathbun (1918); Bennati-Mouchet (1931); Barattini & Ureta (1961); Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974); Scarabino <i>et al.</i> (1976); Nion (1979); Bier (1985); Batallés <i>et al.</i> (1985); Santana & Ferreira (1989); Mello (1990); Pintos <i>et al.</i> (1991); Pereira <i>et al.</i> (1998); Riestra <i>et al.</i> (1998); Santana & Fabiano (1999); Muniz & Venturini (2001); Spivak & Schubart (2003); Giménez <i>et al.</i> (2005); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Chasmagnathus granulatus</i>	E, S, I, SS, A, AFA, F, AG, C, R, ES	Miers (1881); Nobili (1901); Boschi (1964); Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974); González-López (1980); Bier (1985); Santana & Ferreira (1989); López de Levy (1989); Pereira <i>et al.</i> (1998). Todos como <i>Chasmagnathus granulatus</i> . Scarabino <i>et al.</i> (1976); Barattini & Ureta (1961, como <i>Chasmagnathus granulatus</i> ); Nion (1979, como <i>Chasmagnathus granulatus</i> ); Pintos <i>et al.</i> (1991, <i>Chasmagnathus granulata</i> )

Tabla 18. Especies de Brachyura Xanthoidea citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Eurypanopeus depressus</i>	E, I	Juanicó (1978); Spivak & Luppi (2005)
<i>Hexapanopeus paulensis</i>	M, SS, SC, C, R, A, F	Milstein <i>et al.</i> (1976); Zolessi & Philippi (1995)
<i>Acantholobulus schmitti</i>	M, SS, R, C, BMS	Rathbun (1930); Vaz-Ferreira (1950); Barattini & Ureta (1961, como <i>Hexapanopeus schmitti</i> ); Milstein <i>et al.</i> (1976); Batallés (1983). Todos como <i>Hexapanopeus schmitti</i> ; Rodríguez & Spivak (2001, como <i>Panopeus marginatus</i> ). Ver Felder & Martin (2003).
<i>Panopeus meridionalis</i> (ϕ)	E, I	Williams (1984); Orensanz <i>et al.</i> (2002); Luppi <i>et al.</i> (2003); Spivak & Luppi (2005)
<i>Panopeus austrobesus</i>	M, SS, R	Peluffo (2005)
<i>Panopeus</i> sp.	E, BMS	Scarabino <i>et al.</i> (1976)
	M, SC	Bordin (1987, como <i>Panopeus herbstii</i> )
<i>Pilumnus reticulatus</i>	M, SS, SC, C, R, PS, BMS	Barattini & Ureta (1961, como <i>Pilumnus reticulatus</i> ); Milstein <i>et al.</i> (1976); Riestra & Defeo (2000); Obenat <i>et al.</i> (2001); Spivak & Rodríguez (2002); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Pilumnoides hassleri</i>	M, SC	Itusarry (1984)
<i>Platyxanthus crenulatus</i>	M, E, SS, SC, R, A	Rathbun (1930); Vaz-Ferreira (1950); Barattini & Ureta (1961); Mañé-Garzón <i>et al.</i> (1974); Milstein <i>et al.</i> (1976); Batallés (1983); Bordin (1987); Santana & Ferreira (1989); Riestra <i>et al.</i> (1998); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Platyxanthus patagonicus</i>	M, SC, (BMP)	Barattini & Ureta (1961); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)

Tabla 19. Taxa de Bryozoa citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Alcyonidium</i> sp.	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Victorella pavidus</i> (ϕ)	E, SS	Mañé-Garzón & Leymonié (1971)
<i>Boverbankia</i> sp.	M, SS	Calvo (1984)
<i>Aetea anguina</i>	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Jellyella tuberculata</i>	M, SS	Barattini & Ureta (1961, como <i>Membranipora tehuelcha</i> - <i>partim</i> . colonias sobre algas, López-Gappa com. pers.)
<i>Membranipora</i> sp.	M	Barattini & Ureta (1961, como <i>Membranipora tehuelcha</i> - <i>partim</i> . colonias sobre moluscos, López-Gappa com. pers.)
	E, I, R, C	Dei-Cas & Mañé-Garzón (1973)
	E, I, C	Giménez <i>et al.</i> (2005)
	M, BMS	Riestra <i>et al.</i> (1992)
	M, SS	Calvo (1984)
Membraniporidae indet.	M, SS, SC, C, R, A, F	Milstein <i>et al.</i> (1976)
	M, BMS	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Conopeum reticulatum</i> (ϕ)	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001); Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Electra monostachys</i>	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Celleporella hyalina</i>	M, SC, PS	Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Cryptosula pallasiana</i>	M, SS	Calvo (1984, como <i>Cryptosula</i> sp.); López-Gappa (com. pers.)
Cheilostomata indet.	M, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)
Gymnolemata indet.	M, SC, C	Milstein <i>et al.</i> (1976)

Tabla 20. Especies de Ophiuroidea citadas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Gorgonocephalus chilensis</i>	M, SC	Lucchi (1985)
<i>Hemipholis elongata</i>	M, SC, F, C	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Amphilepis</i> sp.). Ver Lucchi (1985).
<i>Ophiactis asperula</i>	M, SC	Bernasconi & D'Agostino (1977); Lucchi (1985)
<i>Amphiodia pulchella</i>	M, SC, AFI	Tommasi (1970); Lucchi (1985)
<i>Diamphiodia planispina</i>	M, SC, A, AFI, F, C	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Amphiodia</i> sp.). Ver Lucchi (1985).
<i>Amphioplus albidus</i>	M, SS, SC, AFI, F, C, R	Milstein <i>et al.</i> (1976, <i>Amphioplus</i> sp. - <i>partim</i> y <i>Amphiodia</i> sp. - <i>partim</i> , ver Lucchi 1985); Bernasconi & D'Agostino (1977); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Amphipholis squamata</i>	M	Tommasi (1970)
<i>Amphiura crassipes</i>	M, SC, AFI, AM, F, C	Bernasconi & D'Agostino (1977); Lucchi (1985); Puig (1986); Tommasi <i>et al.</i> (1988b)
<i>Amphiura joubini</i>	M, SC, C	Bernasconi & D'Agostino (1977); Tommasi <i>et al.</i> (1988a); Tommasi <i>et al.</i> (1988b)
<i>Amphiura princeps</i>	M, SC, AFI, AM, F	Lucchi (1985)
<i>Amphiura eugeniae</i>	M, SC, F	Lucchi (1985)
<i>Amphiura flexosa</i>	M, SC, C	Tommasi <i>et al.</i> (1988b)
<i>Amphiura complanata</i>	M, SC, C	Tommasi <i>et al.</i> (1988b)
<i>Ophiothrix angulata</i>	M, SS, SC, C, PS	Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Ophiogymna</i> sp., ver Lucchi 1985); Obenat <i>et al.</i> (2001)
<i>Ophiotheltes</i> sp.	M, SC, C, R	Milstein <i>et al.</i> (1976)
<i>Ophioplocus januanii</i>	M, SC, AG	Barattini (1938); Barattini & Ureta (1961). Ambos como <i>Ophioceramis januanii</i> ; Bernasconi & D'Agostino (1977); Bremec & Giberto (2004)

Tabla 21. Especies de Asteroidea registradas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Asterina stellifera</i>	M, SS, SC, R, C, A, F, AG	Barattini (1938, como <i>Asterina marginata</i> ); Bernasconi (1955), Barattini & Ureta (1961) y Amaro (1967), como <i>Enoplopatiria marginata</i> ; ver Bernasconi (1973); Bernasconi (1966) y Milstein <i>et al.</i> (1976), ambos como <i>Patiria stellifer</i> ; Riestra <i>et al.</i> (1992; 1998, como <i>Asterina stellife</i> ); Bremec & Giberto (2004, como <i>Patiria stellifer</i> ); Demicheli & Scarabino (en este volumen)
<i>Luidia alternata alternata</i>	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976, como <i>Luidia quequenensis</i> ). Ver Clark (1982) y Clark & Downey (1992).
<i>Luidia</i> sp.	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Astropecten cingulatus</i>	M, SC, (BMP)	Bernasconi (1966); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Tommasi <i>et al.</i> (1988a)
<i>Astropecten brasiliensis</i>	M, SC, AM, (BMP)	Barattini (1938); Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976); Roux & Bremec (1996, como <i>Astropecten brasiliensis brasiliensis</i> )
<i>Echinaster</i> sp.	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)

Tabla 22. Especies de Echinoidea registradas para el área.

Especie	Hábitat	Referencias
<i>Encope marginata</i>	M, SC, A, AM, AFA, F, C	Barattini (1938); Bernasconi (1941a; 1941b; 1953; 1966); Barattini & Ureta (1961); Milstein <i>et al.</i> (1976); Roux & Bremec (1996); Riestra <i>et al.</i> (1998); Martínez & Mooi (2005)
<i>Mellita quinquesperforata</i>	M, SS, SC, A, F, C	Barattini (1938); Barattini & Ureta (1961); Milstein <i>et al.</i> (1976, como <i>Mellita quinquesperforata latambulacra</i> ); ver Harold & Telford (1990); Martínez & Mooi (2005)
<i>Leodia sexisperforata</i>	M, SC	Bernasconi (1941, como <i>Mellita sexisperforata</i> ); Bernasconi (1947; 1953, como <i>Mellita platensis</i> ). Ver Tommasi (1966) y Harold & Telford (1990). Martínez & Mooi (2005)
<i>Pseudoechinus magellanicus</i>	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976)
<i>Arbacia dufresnii</i>	M, (BMP)	Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976, como <i>Arbacia dufresnei</i> )

Cachés (1980) registraron respectivamente una especie indeterminada para la costa de Rocha (12 m) y Maldonado (20-30 m). Obenat *et al.* (2001) citaron *Corella* sp. para PS en el RdIP exterior. Juanicó & Rodríguez-Moyano (1976) mencionaron como *Scycozoa umbellata* a una ascidia colonial común en los BMP y en otros sectores profundos del área (obs. pers.). Millar (1969) refirió para un área próxima a esos BMP a *Sycozoa sigillinoides*.

**Cephalochordata.** Demicheli & Scarabino (en este volumen) registraron al anfioxo *Branchiostoma platae* para fondos someros de La Paloma (Rocha), mientras que Puig (1986) lo hizo para el RdIP exterior (contenidos estomacales de corvina).

## CONCLUSIONES

En este trabajo se listan 404-571 especies de invertebrados bentónicos marinos y estuarinos citados para la costa uruguaya (supralitoral-50 m de profundidad), excluyendo moluscos, protistas y especies parásitas. Sin embargo, la variedad y dispersión de la información aquí compilada sugiere la existencia de referencias bibliográficas no detectadas.

En el antecedente inmediato (Barattini & Ureta 1961) se listaron 50 especies para el área. La diferencia entre ambos trabajos radica en la investigación realizada des-

de entonces pero también en una recopilación bibliográfica más exhaustiva.

Este trabajo complementa la lista de especies introducidas y criptogénicas proporcionada por Orensanz *et al.* (2002) para la región. La mayoría de los registros adicionales provienen de fuentes francamente crípticas; esto debe ser considerado particularmente durante la elaboración de bases de datos sobre la biodiversidad uruguaya y destaca la necesidad de la difusión adecuada de la información biológica.

Muchos de los registros enumerados en las tablas carecen de validación por haber sido efectuados en el marco de trabajos ecológicos, i.e. sólo existe mención sin evidencia sobre su identidad. Esta situación es particularmente delicada por la falta de método al no depositar material de referencia en colecciones zoológicas.

Con base en la cantidad de grupos y ambientes poco estudiados, se tiene como hipótesis de trabajo que el área en cuestión contiene al menos tres veces el total de especies registradas hasta el momento.

Los phyla de meiobentontes Gnathostomulida, Rotifera, Loricifera, Kinorhyncha y Tardigrada, así como los Kamptozoa y los Phoronida, no han sido mencionados para el área pero su presencia es altamente probable.

### Prioridades y perspectivas de investigación<sup>3</sup>

La mayoría de los taxa de los grupos phylum, clase y orden explicitados están mal o muy mal conocidos en el área desde un punto de vista taxonómico/faunístico. La priorización de los taxa (Tabla 23) indicó máxima prioridad para futuros estudios de este tipo a los poliquetos, nemertinos, tres grupos de peracáridos (Mysida, Amphipoda e Isopoda) y holoturoideos, así como a los componentes meiobentónicos de turbelarios<sup>4</sup>, Nematoda, Oligochaeta, Acarina, Copepoda y Ostracoda. Con prioridad media pueden considerarse Porifera, Hydrozoa, Anthozoa (Actiniaria y Ceriantharia), Polycladida, Cirripedia (Balanomorpha), Cumacea, Tanaidacea, Bryozoa, Hemichordata, Ascidiacea y Cephalochordata. Los Cumacea son incluidos en esta última categoría pues ya se encuentran en proceso de estudio (Roccatagliata com. pers.). El resto de los grupos que componen el porcentaje ya mencionado pueden ser considerados con prioridad menor (Gastrotricha, Pycnogonida, Leptostraca, Stomatopoda, Decapoda, Echiura, Sipuncula, Ophiuroidea, Asteroidea y Echinoidea).

Los fondos rocosos y las arenas fangosas son hábitat prioritarios para muestreo dada su riqueza y falta de exploración, al igual que lo es el uso de métodos particularmente efectivos como el buceo, rastras, enmalladores bentónicos, aspiradoras y nasas.

Existe escasa información sobre el estatus faunístico a nivel poblacional, i.e., e.g. la posibilidad que las poblaciones presentes sean de tipo sumidero/pseudopoblaciones (pudiendo a su vez ser permanentes, estacionales o dependientes de eventos oceanográficos anómalos). Esta dicotomía es central en el área de estudio por ser el límite S de distribución de numerosas especies. La información existente se encuentra casi restringida a algunas especies de playas arenosas.

Las consideraciones efectuadas tienen un enfoque de taxonomía alfa y la progresiva incorporación de herramientas de genética molecular es indispensable o de particular interés para testar conceptos actuales y complementar o guiar enfoques morfológicos. Así, se debe poseer particular consideración al desarrollar colecciones la necesidad de contar con material adecuadamente conservado para dichos fines.

El conocimiento faunístico y taxonómico sobre invertebrados bentónicos de la costa uruguaya es producto de esfuerzos dispares, aislados y discontinuos. Esto pa-

**Tabla 23.** Priorización de los taxa (ver Criterios). FCL=falta de conocimiento local; RES=riqueza esperada; REC=relevancia ecológica.

Taxón	FCL	RES	REC	Categorización
Porifera	3	2	1	6
Hydrozoa	2	2	2	6
Anthozoa	2	2	3	7
"Turbellaria" meiobentónicos	3	3	3	9
Polycladida	2	2	3	7
Nemertea	3	2	3	8
Nematoda	3	3	3	9
Gastrotricha	3	1	1	5
Oligochaeta	3	3	3	9
Polychaeta	2	3	3	8
Sipuncula	3	1	1	5
Echiura	3	1	1	5
Pycnogonida	2	2	1	5
Acarina	3	3	2	8
Cirripedia	2	2	3	7
Copepoda	3	3	3	9
Ostracoda	2	3	3	8
Leptostraca	3	1	1	5
Stomatopoda	2	1	2	5
Mysida	3	3	3	9
Amphipoda	3	3	3	9
Tanaidacea	2	2	2	6
Isopoda	2	3	3	8
Cumacea	1	2	3	6
Decapoda	1	1	3	5
Bryozoa	3	2	1	6
Hemichordata	3	1	2	6
Ophiuroidea	1	1	3	5
Asteroidea	1	1	3	5
Echinoidea	1	1	1	3
Holothuroidea	3	2	3	8
Ascidiacea	3	2	1	6
Cephalochordata	3	1	2	6

rece deberse parcialmente a varias crisis y cambios institucionales. En este contexto, la reducción horaria en Zoología a nivel universitario es un elemento negativo para la promoción de los estudios faunísticos y taxonómicos. Todo esto se debe a una inmadurez nacional y científica, y particularmente a los consecuentes: escasos investigadores involucrados en el tema (usualmente con escasa dedicación horaria), aplicación de metodologías inadecuadas o incompletas, y dificultades de muestreo. La usualmente inmediata referencia a dificultades económicas como justificación de estas situaciones no siempre se sustenta en la realidad.

Esta situación se enmarca a su vez dentro de la carencia de una política nacional efectiva para la documentación de la biodiversidad taxonómica, aunque Uruguay es firmante de la Convención de Biodiversidad desde

<sup>3</sup> "Se dirá que muchos de estos problemas pertenecen simplemente al mundo de hoy y que no son patrimonio especial de nuestro país. Es verdad. Pero no hay que confundirse: en Uruguay, el problema es que tenemos que superar el subdesarrollo construyendo las condiciones para el trabajo científico profesional y, *al mismo tiempo*, tratar los problemas que aquejan a otras sociedades, en la cual ya existe una infraestructura madura. Con frecuencia, descartar nuestros problemas actuales con el argumento cierto de que existen en otras partes no es más que una excusa para continuar ignorando que muchos otros problemas son específicamente fruto de nuestra historia..." (Wschebor 1998).

<sup>4</sup> Incluye varios clados conocidos para la costa brasileña (e.g. Acoelomorpha, Proseriata y Tricladida).

**Tabla 24.** Número de especies citadas para el área. La cifra entre paréntesis refiere a la cifra menos conservadora (ver Criterios).

Taxón	Especies citadas	Especies introducidas	Especies criptogénicas
Porífera	13 (15)	-	3
Hydrozoa	9 (15)	1	1
Anthozoa	12 (19)	-	-
"Turbellaria" meiobentónicos	1	-	-
Polycladida	4 (7)	-	-
Nemertea	2 (7)	-	-
Nematoda	1 (5)	-	-
Gastrotricha	1	-	-
Oligochaeta	1	-	-
Polychaeta	144 (227)	2	5
Sipuncula	3 (4)	-	-
Echiura	1 (2?)	-	-
Pycnogonida	7 (11)	-	-
Acarina	1	-	-
Cirripectida	7 (10)	3	1
Copepoda	1 (2)	-	-
Ostracoda	9 (11)	-	-
Leptostraca	1	-	-
Stomatopoda	2	-	-
Mysida	4 (6)	-	1
Amphipoda	35 (45)	1	3
Tanaidacea	2 (3)	-	1
Isopoda	24 (33)	2	-
Cumacea	7	-	-
Decapoda	67 (77)	1	1
Bryozoa	10 (18)	1	2
Hemichordata	1	-	-
Ophiuroidea	16	-	-
Asteroidea	6	-	-
Echinoidea	5	-	-
Holothuroidea	2 (4)	-	-
Ascidacea	4 (7)	1	-
Cephalochordata	1	-	-
<b>Total</b>	<b>404 (571)</b>	<b>11</b>	<b>17</b>

9/06/1992 (firma ratificada el 01/11/1993). Esta política debe ser llevada a cabo a través de enfoques especialmente dirigidos, los cuales implican la formación de taxónomos y la realización de campañas y talleres de trabajo cuyo objetivo sea la prospección faunística. En este sentido el fomento de colecciones zoológicas y otras bases de datos institucionales, así como la formación de recursos humanos son fundamentales, en especial por su situación crítica a nivel nacional. Para todo esto, la formación de grupos de trabajo y las oportunidades rentadas de desarrollo profesional son básicas y en esto la participación estatal es insustituible.

La reconocida crisis de la Sistemática y su consecuente impacto hacia fines del siglo XX (ver Carlton 1993; Gibbons *et al.* 1999; Hutchings 1999; Ponder *et al.* 2002) ha recibido en otras regiones particular atención (Boero 2001). El defasaje con el cual se dan los procesos en esta región contribuye a una particular crisis en la zoología nacional, que debe ser atendida con un plan de fomento especialmente dirigido.

El impedimento taxonómico existente para la fauna en cuestión limita ampliamente la resolución y utilidad de estudios ecológicos. De hecho, las investigaciones de este tipo en la costa uruguaya que han alcanzado un nivel considerable de resolución en la determinación de especies son sólo aquellas efectuadas en ambientes de baja riqueza específica (Scarabino 1999b). Los estudios sinecológicos, mejor apreciados que los enfoques zoológicos en muchas instancias nacionales, resultan por su propia naturaleza y por las características del medio, incompletos para algunas caracterizaciones de base con especial énfasis en conservación (e.g. endemismos y riqueza específica); esto es crítico en zonas o hábitat particularmente biodiversas (Giangrande 2003). Un programa explícito y financiado para el desarrollo conjunto de la Zoología y Ecología permitiría minimizar estos problemas, maximizando a la vez los recursos e infraestructura nacional.

Todo esto evidencia la participación del Museo Nacional de Historia Natural como elemento central de la mencionada política nacional. Esta debe ser llevada a cabo *sine qua non* en conjunto a la Facultad de Ciencias y Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, dados los cometidos e infraestructura de estas instituciones (Scarabino 1999a; 1999b). La interacción con la Armada Nacional es asimismo un elemento de particular interés por las posibilidades de muestreo que ofrecería su infraestructura y por las implicancias para la soberanía que posee el conocimiento básico de la fauna.

#### Implicancias para la conservación y el manejo

El contexto ya discutido sobre las carencias de información y recursos humanos parecería ser la causa de la supuesta restringida distribución conocida para dos especies estuarinas: el oligoqueto *Monopylephorus corderoi* y el isópodo *Uromunna santaluciae*. Sin embargo, la evaluación de su estatus actual de conservación es sin duda conveniente. La primera especie fue descrita de una zona actualmente muy antropizada y contaminada inmedata al Puerto de Montevideo y la segunda es una especie de desarrollo directo (i.e. con limitada capacidad de dispersión) cuya localidad típica está situada en una zona de continuo avance industrial y urbano.

Carlton (1993) sugiere que las neoextinciones en invertebrados marinos y estuarinos han sido generalmente pasadas por alto por causas que implican la falta de apoyo a taxónomos. "¿Si no vemos las invasiones de animales y plantas abundantes, cómo vamos a ver la desaparición de especies raras?" (Carlton 1993). Estas

últimas no son generalmente consideradas durante estudios de ecología bentónica, debido a una multiplicidad de factores. Snelgrove (1998) destacó que dada la escasa proporción de especies descritas es muy probable que especies no descubiertas aún estén desapareciendo, sobre lo cual ha insistido también Ponder (2003).

Las bioinvasiones representan una problemática muy importante para la conservación de la fauna en cuestión. Sus impactos a nivel comunitario y ecosistémico han sido o serían devastadores en otras regiones (e.g. Carlton 1989; 1996). Si bien no se han detectado extinciones de especies marinas por esta causa, la falta de información limita seriamente esta afirmación (Ruiz *et al.* 1997). En este sentido, el principal mecanismo que propende las bioinvasiones (aguas de lastre) debiera ser objeto de controles estrictos a nivel nacional para cumplir con la normativa internacional al respecto (ver Bax *et al.* 2001).

Orensanz *et al.* (2002) han insistido en la necesidad de comprensión por parte de investigadores e instituciones de la urgencia de investigación en sistemática y biogeografía. La detección, prevención y control de especies exóticas puede convertirse en algo virtualmente imposible dado el pobre conocimiento actual y la falta de apoyo a esas disciplinas (Orensanz *et al.* 2002). "¿Cómo poder identificar dichas especies entre el cúmulo de especies indígenas desconocidas?" (Scarabino 1999b). Para el conjunto aquí tratado, se han registrado 11 especies introducidas y al menos 17 especies criptogénicas (Tabla 24), pero es probable que el número de ambas sea bastante mayor. Grupos especialmente candidatos para contener más especies introducidas en el área son: Porifera, Hydrozoa, Polychaeta, Cirripedia, Amphipoda, Isopoda, Decapoda y Bryozoa. La investigación de las especies consideradas como criptogénicas en el área puede asimismo considerarse como prioritaria.

Los impactos de los usos no planificados de los ecosistemas continentales obligan a su continua consideración dentro de políticas de manejo integrado de la zona costera, proceso urgentemente requerido para la costa uruguaya. Snelgrove (1998) destaca la necesidad de incorporar el impacto de componentes continentales dentro del enfoque de conservación marina.

La erosión de playas, producto aumentado por el mal uso de la franja costera, conlleva a la reducción de hábitat de varias especies con límite de distribución en la costa uruguaya. Las marismas vegetadas (localmente "espartillares") son particularmente sensibles a la influencia de relleno, urbanización y canalización, y pueden considerarse un ecosistema particularmente amenazado en Uruguay. Este es el hábitat de los cangrejos *Uca uruguayensis* y *Chasmagnathus granulatus*, y forma junto al supralitoral rocoso el conjunto de los ecosistemas potencialmente más afectados por eventos de extinción, dado el particular impacto que han sufrido a nivel local y mundial (Carlton 1993; Snelgrove 1998). Masello (1999) destacó en este sentido la necesidad de conservación de los espartillares de la costa uruguaya. Los ambientes supralitorales han sido eliminados o profundamente

modificados en numerosas localidades del RdIP, debiéndose tomar acciones inmediatas para proteger relictos de interés.

Demicheli & Scarabino (en este volumen) registraron la extracción para carnada de pesca del poliqueto *Diopatra viridis* en La Paloma (Rocha). Esta actividad no reglamentada ha hecho colapsar al menos dos bancos en la mencionada localidad, de forma similar a lo registrado en varios puntos del litoral de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Orensanz com. pers.). En Brasil esta especie (como *Diopatra cuprea*) es considerada como potencialmente afectada por la misma actividad (Amaral & Jablonski 2005).

En relación a la pesca de arrastre, la vigilancia de las áreas costeras vedadas para tal actividad resulta particularmente necesaria, siendo además fundamental la progresiva incorporación de los enfoques multiespecífico y ecosistémico.

La creación de áreas marinas protegidas, así como el adecuado manejo de las áreas costero-marinas ya existentes y pasibles de ser declaradas (y sobre todo activamente gestionadas) son igualmente elementos básicos. El pobre conocimiento actual de los invertebrados de la zona de estudio, así como la variedad y disparidad de esfuerzos y metodologías utilizadas para su generación, lleva a considerar que la elección de nuevas áreas costero-marinas protegidas deba radicar más en tipos de hábitat que en el conocimiento taxonómico y de riqueza. Esto no implica dejar de lado la información existente y debería ser tomado como estímulo para generar nueva información con bases metodológicas más adecuadas que las utilizadas hasta el momento.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo realizarse gracias al apoyo de Lobo Orensanz, cuya modestia y otras responsabilidades evitaron su coautoría formal en el mismo. Agradezco enormemente su amistad, generosidad, consejos, comentarios al manuscrito y la bibliografía puesta a mi disposición, fundamentales para la construcción de este artículo. Este fue desarrollado básicamente durante una pasantía en el Centro Nacional Patagónico y en el MIOPE (Monster Institute of Patagonia Extrandina), Puerto Madryn, durante la cual tuve la alegría de recibir la amistad de Ana Parma, Eugenia Bogazzi, Andrea Gavio, Evangelina Schwindt, Alejandro Bortolus, Ivan Bortolus Schwindt, Mona Orensanz y Pipa. Ricardo Capítoli, Susana Maytía, Daniel Roccatagliata, E. Schwindt, Eduardo D. Spivak y Victor Scarabino brindaron amplia colaboración bibliográfica. Ellos y Gloria Alonso de Pina, A. Bortolus, Alvar Carranza, Daniel Conde, Cristina Damborenea, Mario Demicheli, Juan José López-Gappa, Rodrigo Menafra, Pablo Muniz, Guido Pastorino, Enrique Peluffo, Lorena Rodríguez y Alvaro Soutullo efectuaron sobre el manuscrito comentarios de interés. A todos ellos expreso mi especial agradecimiento; los criterios, errores u omisiones son de mi entera responsabilidad. G. Alonso de Pina, Guillermo Cervetto, Danilo

Calliari, J.J. López-Gappa, L. Orensanz y D. Roccatagliata compartieron gentilmente datos o conceptos inéditos incluídos aquí. El personal de las bibliotecas del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología y de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, colaboró ampliamente pese a las circunstancias adversas. Richard C. Brusca, Daniel Conde, Graciela Fabiano, Omar Defeo, Luis Giménez, Pat A. Hutchings, Marcelo Juanicó, Patricia Lagos, José Langone, Gastón Martínez, Sergio Martínez, Arianna Masello, Pat McLaughlin, Ana Milstein, P. Muniz, Walter Norbis, Flavio B. Pitombo, Rodrigo Ponce de León, Vasily Radashevsky, Marco Retamal y Agustín Schiariti respondieron cordialmente al pedido bibliográfico específico. Las generosas donaciones bibliográficas efectuadas por Patricia Grünwaldt y Fernando Mañé-Garzón constituyeron un estímulo que también agradezco. Javier González soportó cambios de último momento y preparó las figuras. Mi agradecimiento va también para Ernesto Chiesa, Yamadú Marín, Arianna Masello, Pablo Puig, así como para Robert Bird, José y Mario Leguizamón y demás tripulación del B/I "Aldebaran", por su amplitud colaboración durante muestreos. Parte de las observaciones personales fueron realizadas durante cruceros financiados por el Proyecto EcoPlata III o de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Agradezco muy especialmente a Margarita Amato quien proporcionó facilidades indispensables para ampliar y terminar este trabajo, así como a Karumbé (Tortugas Marinas del Uruguay) y al Centro Interdisciplinario para el Desarrollo por su amplia y sostenida ayuda. Dedico este trabajo a Inés Pereyra, Martín Laporta y Ramiro Pereira, por su presencia y ayuda en los momentos más complicados.

## REFERENCIAS

- Abele LG** 1972 The status of *Sesarma angustipes* Dana, 1852, *S. trapezium* Dana 1852 and *S. miersii* Rathbun, 1897 (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) in the Western Atlantic. *Caribbean Journal of Science* 12:165-170
- Abele LG** 1992 A review of the grapsid crab genus *Sesarma* (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) in America, with the description of a new genus. *Smithsonian Contributions to Zoology* (527):1-60
- Alonso de Pina GM** 2005 A new species *Notopoma* Lowry & Berents, 1996, and a new record of *Jassa marmorata* Holmes, 1903, from the southwestern Atlantic (Amphipoda: Corophiidea: Ischyroceridae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 118(3):528-538
- Amaral ACZ & S Jablonski** 2005 Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology* 19(3):625-631
- Amaro-Padilla J** 1967 El mejillón de la Bahía de Maldonado. *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 2(1):81-93. Montevideo
- Amaro J** 1974 Noticia sobre una campaña exploratoria a bordo de «Striker» durante el verano de 1971-1972. *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):15-17. Montevideo
- Amaro J** 1979 *Mytilus edulis platensis*-*Pinnotheres maculatus*, un caso de comensalismo con incidencia en la tecnología de las conservas de mariscos. Pp 273-278 *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur* (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Amor A** 1975 Genera and species of Echiura known from South America. Pp 119-125 *In: Rice & Todoroviæ* (eds) *Proceedings of the International Symposium on the Biology of the Sipuncula and Echiura* (2). Institute for Biological Research "Siniša Stankoviæ" (Belgrado)-National Museum of Natural History (Washington D. C.). 204 pp
- Araque A Urbano FJ Cerveñansky C Gandia L & W Buño** 1995 Selective block of Ca<sup>2+</sup>-dependent K<sup>+</sup> current in crayfish neuromuscular system and chromaffin cells by sea anemone *Bunodosoma cangicum* venom. *Journal of Neuroscience Research* 42:539-546
- Bennati-Mouchet S** 1931 Sur la pigmentation d'un crabe cotier de Montevideo: *Cyrtograpsus angulatus* (Dana). *Archivos de la Sociedad de Biología de Montevideo* 184-187
- Barattini LP** 1938 Equinodermos uruguayos (Contribución al conocimiento de las especies que viven en nuestras aguas). *Boletín del Servicio Oceanográfico y de Pesca* 1(1):17-29, 8 lám. Montevideo
- Barattini LP** 1957 Hallazgo de un interesante anomuro en las costas uruguayas. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Entomología* 2(1):63-65
- Barattini LP & EH Ureta** 1961 ("1960") La fauna de las costas del este (invertebrados). *Publicaciones de Divulgación Científica, Museo «Dámaso Antonio Larrañaga»*, 195 pp. Montevideo
- Bastida R & MR Torti** 1970 Crustáceos isópodos: Serolidae. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 47:61-105
- Bastida R & MR Torti** 1973 Los isópodos Serolidae de la Argentina. Clave para su reconocimiento. *Physis (Sección A)* 32(84):16-46. Buenos Aires
- Bastida-Zavala JR & HA ten Hove** 2002 Revision of *Hydroides* Gunnerus, 1768 (Polychaeta: Serpulidae) from the Western Atlantic region. *Beaufortia* 52(9):103-178
- Batallés LM** 1983 La comunidad de mejillón *Mytilus edulis platensis* (d'Orbigny, 1846) de Punta del Chileno (Maldonado Uruguay): distribución, composición y estructura de la población. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 73 pp (Inédita)
- Batallés LM García V & A Malek** 1985 Observaciones sobre la zonación en el litoral rocoso de la costa uruguaya. I. Reconocimiento de los niveles superiores del sistema litoral: Cabo Polonio (Depto. de Rocha, Uruguay). *Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(2):42-50. Montevideo
- Bate CS** 1888 Report on the Crustacea Macrura dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876 (Zoology) 24:i-xc +1-942, 150 lám
- Bax N Carlton JT Mathews-Amus A Haerich RL Howarth FG Purcell JE Rieser A & A Gray** 2001 The control of biological invasions in the World's oceans. *Conservation Biology* 15(5):1234-1246
- Bernasconi I** 1941a Los equinodermos de la expedición del Buque oceanográfico "Comodoro Rivadavia" A.R.A. *Physis* 19:37-49, 7 lám. Buenos Aires
- Bernasconi I** 1941b Sobre la distribución de "*Mellita sexiesperforata*" (Leske). *Physis* 19:106-108. Buenos Aires
- Bernasconi I** 1947 Una nueva especie de "*Mellita*" en la República Argentina. *Physis* 20:117-118. Buenos Aires
- Bernasconi I** 1953 Monografía de los equinoideos argentinos. *Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo* 6 (2da Serie) (2):1-58, 32 lám

- Bernasconi I** 1955 Equinoideos y asteroideos de la colección del Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo. Primera contribución. Boletim do Instituto Oceanográfico 6(1-2):51-77, 7 lám. San Pablo
- Bernasconi I** 1966 Los equinoideos y asteroideos colectados por el buque oceanográfico R/V "Vema" frente a las costas argentinas, uruguayas y sur de Chile. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Zoología) 9(7):147-17, 2 lám
- Bernasconi I** 1973 Asteroideos argentinos VI. Familia Asterinidae. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Hidrobiología) 3(4):335-346, 2 lám
- Bernasconi I** 1980 Asteroideos argentinos VII. Familia Echinasteridae. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Hidrobiología) 5(12):247-258, 4 lám
- Bernasconi I & MM D'Agostino** 1977 Ofiuroides del mar epicontinental argentino. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Hidrobiología) 5(5):65-114, 11 lams.
- Berroa-Belén C** 1985 Notas sobre esponjas uruguayas. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2da época) 3:57-60
- Berroa-Belén C** 1988 Notas sobre esponjas uruguayas. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2da época) 4:55-60
- Biffar TA & AJ Provenzano** 1972 A reexamination of *Dardanus venosus* (H. Milne Edwards) and *D. imperator* (Miers), with a description of a new species of *Dardanus* from the western Atlantic (Crustacea, Decapoda, Diogenidae). Bulletin of Marine Science 22(4):777-805
- Bier R** 1985 Estudio de la macrofauna bentónica del curso inferior del Arroyo Solís Grande (Canelones-Maldonado, Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. i-v+140 pp (Inédita)
- Blake JA** 1983 Polychaetes of the family Spionidae from South America, Antarctica, and adjacent seas and islands. Antarctic Research Series (Biology of the Antarctic Seas 14) 39:205-288
- Blake JA & NJ Maciolek** 1987 A redescription of *Polydora cornuta* Bosc (Polychaeta: Spionidae) and a designation of a neotype. Bulletin of the Biological Society of Washington 7:11-15
- Boero F** 2001 Light after dark: the partnership for enhancing expertise in taxonomy. Trends in Ecology and Evolution 16(5):266
- Bordin G** 1987 Brachyura da plataforma continental do Estado de Rio Grande do Sul, Brasil e áreas adyacentes (Crustacea, Decapoda). Iheringia (Série Zoologia) 66:3-32
- Bouvier EL** 1905 Sur les Macroure nageurs (abstraction faite des Carides), recueillis par les expéditions américaines du Hassler et du Blake. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences 141:746-749. Paris
- Boschi EE** 1964 Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina). Boletín del Instituto de Biología Marina (6):76 pp, 22 lám
- Boyko CB** 2002 A worldwide revision of the Recent and fossil sand crabs of the Albuneidae Stimpson and Blepharipodidae, new family (Crustacea: Decapoda: Anomura: Hippoidea). Bulletin of the American Museum of Natural History (272):396pp
- Brady GS** 1880 Report on the Ostracoda dredged by the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876, Zoology (3):184 pp, 44 lám
- Brazeiro A & O Defeo** 1996 Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments?. Estuarine, Coastal and Shelf Science 46:523-536
- Bremec CS & DA Giberto** 2004 New records of two species of *Sabellaria* (Polychaeta: Sabellariidae) from the Argentinean Biogeographic Province. Revista de Biología Marina y Oceanografía 39(2):101-105. Valparaíso
- Buckup L & JW Thomé** 1962 I Campanha Oceanográfica do Museu Rio-Grandense de Ciências Naturais-A viagem do "Pescal II" em julho de 1959. Iheringia (Série Zoologia) (20):1-42, 1 mapa, 2 lám. Porto Alegre
- Bulnes VN Faubel A & R Ponce de León** 2003 New species of Stylocestridae and Cryptocelididae (Plathelminthes, Polycladida: Acotylea) from the Atlantic coast of Uruguay. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut 100:59-72
- Burton M** 1940 Las esponjas marinas del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales 40:95-121
- Cachés MA** 1980 Nota sobre la biología de los depósitos fangosos circalitorales frente a Punta del Este, Uruguay. Boletim do Instituto Oceanográfico 29(2):73-74. San Pablo
- Calliari D Cervetto G Basterri D & M Gómez** 2001 Short-term variability in abundance and vertical distribution of the opossum shrimp *Neomysis americana* in the Solís Grande river estuary, Uruguay. Atlántica 23:187-200. Rio Grande
- Calvo G** 1984 Ataques de organismos perforantes a 6 especies de maderas expuestas al medio marino. Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias 1(3):1-7. Montevideo
- Carlton JT** 1989 Man's role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for conservation of near-shore environments. Conservation Biology 3:265-273
- Carlton JT** 1993 Neoextinctions of marine invertebrates. American Zoologist 33:499-509
- Carlton JT** 1996 Marine bioinvasions: the alteration of marine ecosystems by nonindigenous species. Oceanography 9(1):36-43
- Carranza A & P Muniz** 1996 Variaciones temporales de la fauna acompañante de los bancos de mitílidos de Punta Colorada (Piriápolis, Maldonado, Uruguay): resultados preliminares. Actas de las IV Jornadas de Zoología del Uruguay (Montevideo, 23-27 de setiembre de 1996), Programa y Resúmenes:12
- Carranza A Borthagaray AI & G Genzano** 2005 Dos nuevos registros de Pycnogonida para aguas uruguayas. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VIII Jornadas de Zoología del Uruguay, II Encuentro de Ecología del Uruguay):49
- Cesar II Armendáriz LC Olalla N & A Tablado** 2003 The blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda, Portunidae) in the Río de la Plata, Argentina. Crustaceana 76 (3): 377-384
- Chapman JW & JT Carlton** 1991 A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). Journal of Crustacean Biology 11(3):386-400
- Chapman JW & JT Carlton** 1994 Predicted discoveries of the introduced isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). Journal of Crustacean Biology 14(4):700-714
- Christoffersen ML** 1979 Decapod Crustacea: Alpheoidea. Campaigne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. Annales de l'Institut Océanographique 55 (Suppl):297-377
- Christoffersen ML** 1982 Distribution of warm water alpheoid shrimp (Crustacea, Caridea) on the continental shelf of the eastern



- South America between 23 and 35° lat. S. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 31(1):93-112. San Pablo
- Christoffersen ML** 1988 Genealogy and phylogenetic classification of the World Crangonidae (Crustacea, Caridea), with a new species and new records for the South Western Atlantic. *Revista Nordestina de Biología* 6(1):43-59.
- Clark AM** 1982 Notes on Atlantic Asteroidea. 2. Luidiidae. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 42(3):157-184
- Clark AM & ME Downey** 1992 Starfishes of the Atlantic. *Natural History Museum Publications (Chapman & Hall)*, London. 794 pp
- Coimbra JC & LP de Ornellas** 1989 Distribution and ecology of sub-Recent Orioninae (Ostracoda) in the Brazilian continental shelf. *Revista Brasileira de Biociências* 19(2):177-186. Porto Alegre
- Cordero E H** 1941 Observaciones sobre algunas especies sudamericanas del género *Hydra*. II. *Hydra* y *Cordylophora* en Uruguay. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 13(3):173-183, 1 lám
- Cutler EB & NJ Cutler** 1979 Sipuncula. Campagnes de la Calypso au large des côtes atlantiques africaines (1956 et 1959) et sud-américaines (1960-1961) (suite). *Campagnes de la Calypso* 11:103-109
- Cutler EB & NJ Cutler** 1988 A revision of the genus *Themiste* (Sipuncula). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 101(4):741-766
- Darwin C** 1854 A monograph of the sub-class Cirripedia, with figures of all the species. The Balanidae (or sessile cirripedes); the Verrucidae...The Ray Society, Londres. 684 pp
- Defeo O** 1985 Aspectos biocenológicos y de dinámica de población de "almeja amarilla", *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) en la zona de la Barra del Chuy, depto. de Rocha, Uruguay. I. *Biocenología. Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(4):76-98. Montevideo
- Defeo O & J Gómez** 2005 Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life history adaptations in a supralittoral amphipod. *Marine Ecology Progress Series* 293:143-153
- Defeo O Gómez J & D Lercari** 2001 Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beaches populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 212:159-170
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macrofauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Defeo O Brazeiro A de Álava A & G Riestra** 1997 Is sandy beach macrofauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45:453-462
- Dei-Cas E & F Mañé-Garzón** 1973 Heteronereidización en *Nereis (Neanthes) succinea* Leuckart en el Río de la Plata. *Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Zoología* 1:72-84. Montevideo
- Demicheli MA** 1986 ("1984") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(47):235-241, 4 mapas
- Demicheli MA** 1987a ("1985") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: II. Datos complementarios sobre Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(48):287-290, 1 mapa
- Demicheli MA** 1987b ("1985") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(49):301-309, 3 mapas
- de Álava A & O Defeo** 1991 Distributional pattern and population dynamics of *Excrolana armata* (Isopoda: Cirolanidae) in an Uruguayan sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33:433-444
- de Moraes BM & SM Pauls** 1979 Algunas esponjas monaxonidas (Porifera: Demospongiae) do litoral sul do Brasil, Uruguai e Argentina. *Iheringia (Série Zoologia)* (54):57-66. Porto Alegre
- Dioni W** 1961 ("1960") Notas hidrobiológicas II. *Turbanella corderoi* nov. sp. (Gastrotricha-Macrodasyoidea) gastrotrico aberrante de aguas salobres. *Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología (La Plata, 12-24 de octubre de 1959)*, 2 (Sección III: Invertebrados). Universidad Nacional de La Plata
- Efford IE** 1976 Distribution of the sand crabs in the genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana* 30(2):169-183
- Escofet A** 1971 Amphipoda marinos de la Provincia de Buenos Aires. II. Observaciones sobre el género *Bathyporeiapus* Schellenberg (Gammaridea: Oedicerotidae), con la descripción de *Bathyporeiapus ruffoi* sp. nov. *Neotrópica* 17(54):107-115. La Plata
- Faedo JC & B Sierra** 1973 Contribución al conocimiento del regimen alimentario de *Micropogon opercularis* (Quoy & Gaimard, 1824). *Neotrópica* 19(60):152-155. La Plata
- Faget M** 1983 Consideraciones sobre la fauna de poliquetos de la plataforma continental uruguaya. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 295 pp. (Inédita)
- Fauchald K** 1982a Two new species of *Onuphis* (Onuphidae: Polychaeta) from Uruguay. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 95(1):203-209
- Fauchald K** 1982b Revision of *Onuphis*, *Nothria*, and *Paradiopatra* (Polychaeta: Onuphidae) based on type material. *Smithsonian Contributions to Zoology* (356):i-vi+109 pp
- Felder DL & JW Martin** 2003 Establishment of a new genus for *Panopeus bermudensis* Benedict & Rathbun, 1891 and several other xanthoid crabs from the Atlantic and Pacific oceans (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116:438-452
- Felippone F** 1935 Estudio de las esponjas del Uruguay. *Altura (Organó de la Asociación de Farmacias)* 1(1):17-22. Montevideo
- Fennuci JL** 1975 Los cangrejos de la familia Pinnotheridae del litoral argentino (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Physis (Sección A)* 34(88):165-184
- Ferrari L** 1981 Aportes para el conocimiento de la familia Callianassidae (Decapoda, Macrura) en el Océano Atlántico Sudoccidental. *Physis (Sección A)* 39(97):11-21
- Forest J** 1964 Sur un nouveau genre de Diogenidae (Crustacea Paguridea) de l'Atlantique Sud-Américain, *Loxopagurus* gen. nov., établi pour *Pagurus loxochelis* Moreira. *Zoologische Mededelingen* 39:279-296
- Forest J & M de Saint Laurent** 1967 Crustacés décapodes: pagurides. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique de Monaco* 45:47-169
- Gallo LJ** 1982 Estudio cuali y cuantitativo de los cirripedios en comunidades de adherencias biológicas o "fouling" en los puertos de La Paloma y Punta del Este y su relación con los parámetros ambientales. Período agosto 1981-agosto 1982. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 104 pp (Inédita)
- Gascón A** 1979 Isópodos acuáticos del Uruguay. Distribución y problemas. *Contribuciones en Biología (Centro Educativo Don Orione)* (1):1-8. Montevideo

- Gascón A & F Mañé-Garzón** 1974 Una nueva especie del género *Munna* (Isopoda, Asellota). *Revista de Biología del Uruguay* 2(1):63-69
- Giambiagi D** 1931 Oniscoideos del río de la Plata (primera parte). *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 36:417-229, 9 lám
- Giangrande A** 2003 Biodiversity, conservation and the "Taxonomic impediment". *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13:451-469
- Gibbons MJ et al.** 1999 The taxonomic richness of South Africa's marine fauna: a crisis at hand. *South Africa Journal of Science* 95:8-12
- Giberto DA & CS Bremec** 2003 *Ebalia rotundata* (A. Milne-Edwards, 1880) (Brachyura, Leucosiidae) in marine waters off Argentina and Uruguay. *Crustaceana* 76(3):397-312
- Giménez L Borthagaray A Rodríguez M Brazeiro A & C Dimitriadis** 2005 Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-bottom sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. *Helgoland Marine Research* 59:224-236
- Glasby CJ** 1999 The Namanereidinae (Polychaeta: Nereididae). Part 1, Taxonomy and phylogeny. *Records of the Australian Museum, Suppl* 25:1-129
- Gómez J & O Defeo** 1999 Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Marine Ecology Progress Series* 182:209-220
- González LA** 1974 Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea: Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista de Biología del Uruguay* 2(2):119-130
- González-López LA** 1980 Primera comunicación a un estudio morfológico y bioecológico de *Uca uruguayensis* Nobili, 1901. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias (Serie Ciencias Biológicas)* 1(11):154-200. Montevideo
- González de Baccino R** 1985 ("1984") Estudio de una comunidad de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854) en la Playa de Portezuelo, Depto. de Maldonado, Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(46):193-206
- Guinot D** 1984 Le genre *Leurocyclus* Rathbun, 1897 (Crustacea Decapoda Brachyura). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris 4e série 6 (sect A 2)*:377-395
- Guinot-Dumortier** 1959 Sur une collection de crustacés (Decapoda; Natantia) de Guyane Française. I. Brachyura (Oxyrhyncha exclus). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris 2e série* 31(5):423-434
- Haig J** 1966 Porcellanid crabs (Crustacea Anomura). Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 44:351-358
- Harold AS & M Telford** 1990 Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea: Clypeasteroidea). *Journal of Natural History* 24:987-1026
- Harvey AW & EM de Santo** 1996 On the status of *Pachycheles laevidactylus* Ortmann, 1892 (Decapoda: Porcellanidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 109(4):707-714
- Henderson JR** 1888 Report on the Anomura collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876 (Zoology) 27:i-xi+1-221, 21 lám
- Henry DP & PA McLaughlin** 1986 The Recent species of *Megabalanus* (Cirripedia: Balanomorpha) with special emphasis on *Balanus tintinnabulum* (Linnaeus) *sensu lato*. *Zoologische Verhandlungen* (235):69 pp
- Hertwig R** 1882 Report on the Actiniaria dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H.M.S. Challenger 1873-1876, Zoology (15):136 pp, 14 lám
- Hertwig R** 1888 Report on the Actiniaria dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Supplement. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876, Zoology (73):56 pp, 4 lám
- Hubrecht AAW** 1887 Report on the Nemertea collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876, Zoology (54):1-151, 16 lám
- Hutchings P** 1999 Taxonomy of estuarine invertebrates in Australia. *Australian Journal of Ecology* 24:381-394
- Hutchings PA** 2003 Threatened species management: out of its depth for marine invertebrates. Pp 81-88 *In*: Hutchings & Lunney (eds) *Conserving marine environments*. Out of sight out of mind. Royal Zoological Society of New South Wales
- Itusarry E** 1984 Taxonomía y distribución de los crustáceos (Decapoda) en el Frente Marítimo Uruguayo para los meses de febrero y marzo de 1982 (cruceros 8201-8205) del B/P LEREZ. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República). Montevideo. (Inédita)
- Jorcín A** 1999 Temporal and spatial variability in the macrozoobenthic community along a salinity gradient in the Castillos Lagoon (Uruguay). *Archiv für Hydrobiologie* 146(3):369-384
- Juanicó M** 1978 Ampliación de la distribución geográfica de tres especies de Brachyura (Crustacea Decapoda) para aguas uruguayas. *Iheringia (Serie Zoología)* (51):45-46. Porto Alegre
- Juanicó M & F Mañé-Garzón** 1973 Estudio biométrico sobre poblaciones de *Callinectes sapidus acutidens* Rathbun, de la costa uruguaya. *Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Zoología* 1:104-110. Montevideo
- Juanicó M & M Rodríguez-Moyano** 1976 ("1975") Composición faunística de la comunidad de *Mytilus edulis platensis* d'Orbigny, 1846, ubicada a unas 55 millas al SE de La Paloma. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(29):113-116
- Kirtley DW** 1994 A review and taxonomic revision of the family Sabellariidae Johnston, 1865 (Annelida; Polychaeta). *Sabecon Press (Science Series)* (1):i-vi+1-223. Florida
- Klappenbach MA & V Scarabino** 1969 El borde del mar. *Nuestra Tierra* (2):68 pp. Montevideo
- Kölliker A von** 1869-1872 Anatomisch-Systematische Beschreibung der Alcyonararien. Erste Abtheilung. Die Pennatuliden. *Abhandlungen von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft* 7:111-255; 487-602; 8:85-275
- Kölliker RA von** 1880 Report on the Pennatulida dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876, Zoology (2):41 pp, 11 lám
- Laborel J** 1970 Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes bresiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et géographique. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institute Océanographique* 47:171-229
- Lagos P Duran R Cerveñansky C Freitas JC & R Silveira** 2001 Identification of hemolytic and neuroactive fractions in the venom of the sea anemone *Bunodosoma cangicum*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 34(7):895-902
- López de Levy M** 1989 Estudio histológico de ovario de *Chasmagnathus granulata* Dana 1851 (Decapoda, Grapsidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay)* 5(2da época):46
- Lorenzo N & M Verde** 2004 Estructuras de bioerosión en moluscos marinos de la Formación Villa Soriano (Pleistoceno Tardío-Holoceno) de Uruguay. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7(3):319-328

- Lucchi C** 1985 Ophiuroidea (Echinodermata) del frente marítimo uruguayo hasta 800 m de profundidad, con claves para su reconocimiento. Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias (Montevideo) 2(6):115-171
- Luppi TA Rodríguez A & ED Spivak** 2003 Larval morphology of the southwestern Atlantic mud crab *Panopeus meridionalis* (Decapoda: Brachyura: Panopeidae) described from laboratory-reared material. Journal of Crustacean Biology 23(4):920-935
- Luppi TA Spivak ED & CC Bas** 2003 The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rathbun, 1897 (Brachyura, Grapsoidea, Sesamidae), and the southern limit of its geographical distribution. Estuarine, Coastal and Shelf Science 58:575-585
- Lwowsky FF** 1913 Revision der Gattung *Sidisia* Gray (*Epizoanthus auct.*). Ein Beitrag zur Kenntnis der Zoanthiden. Zoologische Jahrbücher 34:557-614
- Machado CP & NGS Drozinski** 2002 Taxonomia e distribuição de *Actinocythereis brasiliensis* sp. nov. (Podocopida, Trachyleberididae) na plataforma continental brasileira. Iheringia (Série Zoologia) 92(3):5-12. Porto Alegre
- Manning RB** 1969 Stomatopod Crustacea of the Western Atlantic. Studies on Tropical Oceanography (Institute of Marine Sciences, University of Miami) (8):380 pp.
- Mañé-Garzón F** 1943 Tres especies de *Tanaís* de las aguas dulces de Sud América. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4(1):1-15
- Mañé-Garzón F** 1946 Nueva especie de crustáceo isópodo del Uruguay: *Synidotea sphaeromiformis* n. sp. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 2(28):1-7, 2 lám
- Mañé-Garzón F** 1949 Un nuevo tanaidáceo ciego de Sud América, *Kalliapseudes schubartii*, nov. sp. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 3(52):1-6, 1 lám
- Mañé-Garzón F** 1968 *Persephona punctata punctata* (L.) (Decapoda Brachyura) de la costa oceánica uruguayo. Revista de la Sociedad Uruguaya de Entomología 7:62-65
- Mañé-Garzón F & E Dei-Cas** 1973 ("1972") Notas sobre invertebrados marinos de la costa uruguayo, I. Presencia y observaciones ecológicas sobre *Lineus ruber* (O. F. Müller, 1771). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 2:74-85
- Mañé-Garzón F & J Leymoníé** 1971 *Victorella pavidata* Saville Kent, 1870 (Ectoprocta Victorellidae) en las aguas del Puerto de Montevideo. V Congreso Latinoamericano de Zoología (Montevideo, 18-23 de octubre de 1971), Resumen de las Comunicaciones:47
- Mañé-Garzón F & A Milstein** 1973 Una nueva especie del género *Sertularella*, Gray, 1847. Revista de Biología del Uruguay 1(1):19-23
- Mañé-Garzón F Dei-Cas E Holcman-Spector B & J Leymoníé** 1974 Estudios sobre la biología del cangrejo de estuario *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851. I. Osmoregulación frente a cambios de salinidad. Physis (Sección A) 33(86):163-171. Buenos Aires
- Marcus E du B-R** 1949 A new tubificid from the Bay of Montevideo. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 3(56):1-6, 1 lám
- Martins STS & F D'Incao** 1996 Os Pinnotheridae de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Brasil (Decapoda, Brachyura). Revista Brasileira de Zoologia 13(1):1-26
- Martínez S & R Mooi** 2005 Extinct and extant sand-dollars (Clypeasteroidea: Echinoidea) from Uruguay. Revista de Biología Tropical 53(Suplemento 3):1-7
- Masello A** 1999 Bentos. Pp. A-III-2-14/36 In: Diagnóstico ambiental y socio-demográfico de la zona costera uruguayo del Río de la Plata. Recopilación de informes técnicos. ECOPLATA (Montevideo).
- Masello A Scarabino F M Gamarra & R Menafra** 2001 Estudio de contenidos estomacales y hábitos alimenticios de *Micropogonias furnieri*. Pp 149-164 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y las pesquerías en el frente salino. Programa Ecoplata, Montevideo
- Maytía S & V Scarabino** 1979 Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. Pp 149-160 In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- McIntosh WC** 1885 Report on the Annelida Polychaeta collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger 1873-1876 (Zoology) 12:1-554, 55 lám
- Meissner K** 2005 Revision of the genus *Spiophanes* (Polychaeta, Spionidae); with new synonyms, new records and descriptions of new species. Mitteilungen aus dem Museum fuer Naturkunde in Berlin (Zoologische Reihe) 81:3-65
- Mello GAS de** 1990 A presença, no litoral sudeste brasileiro, de espécies de Brachyura (Crustacea: Decapoda) originárias das regiões biogeográficas magelânica e argentina do Atlântico Sul. Atlântica 12(2):71-83. Rio Grande
- Miers EJ** 1881 Crustacea. In: Account of the zoological collections made during the survey of H.M.S. ALERT in the Straits of Magellan on the coast of Patagonia. Proceedings of the Zoological Society of London:67-79, 1 lám
- Millar RH** 1970 Ascidians, including specimens from the deep sea, collected by the R.V. "Vema" and now in the American Museum of Natural History. Zoological Journal of the Linnean Society 49:99-159
- Milne-Edwards A** 1880 Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, and the Caribbean Sea, 1877, '78, '79, by the United States coast survey steamer "Blake", lieut. Commander C. D. Sigsbee, U. S. N., and Commander J. R. Bartlett, U. S. N., commanding. VIII. Etudes préliminaires sur les crustacés. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 8(1):1-68, lám 1-2
- Milstein A** 1976 Hydroidea de las aguas uruguayas. Dusenya 9(3):77-93. Curitiba
- Milstein A Juanicó M & J Olazarri** 1976 Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resultados de la campaña del R/V "Hero", viaje 72-3A. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(50):143-164
- Monro CCA** 1937 On some freshwater polychaetes from Uruguay. Annals & Magazine of Natural History (10 Series) 20(117):241-250
- Monro CCA** 1938 On a small collection of Polychaeta from Uruguay. Annals & Magazine of Natural History (11 Series)2(9):311-314
- Mora O & W Pintos** 1980 Espectro alimentario de *Urophycis brasiliensis* (Kaup, 1858) (Pisces, Gadidae). Boletim do Instituto Oceanográfico 29(2):239-243. San Pablo
- Moreira PS** 1976 Crustacea Isopoda collected during the Oc/S "Almirante Saldanha" cruises in southern South America. I. Species of *Serolis* (Flabellifera, Serolidae). Boletim do Instituto Oceanográfico 25:113-130. San Pablo
- Muniz P & N Venturini** 2001 Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande stream estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). Brazilian Journal of Biology 61(3):409-420

- Muniz P Clemente J & E Brugnoli** 2005 Benthic invasive pests in Uruguay: a new problem or an old one recently perceived?. *Marine Pollution Bulletin* 50:993-1018
- Muniz P Venturini N Rodríguez M Martínez A Lacerot G & M Gómez** 2000 Benthic communities in a highly polluted urban bay. Pp 204-207 *In*: Milón Delgado Paredes Paredes & Benavides (eds) Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología (Ecología y Desarrollo Sostenible: desafío para América Latina en el Tercer Milenio). UNESCO-Instituto Regional de Ciencias Ambientales, Arequipa
- Murina VV** 1972 Contribution to the sipunculid fauna of the Southern Hemisphere. *Zoologii Instituta Akademii Nauk SSSR* 11(19):294-314
- Neirotti E** 1981 Estudio comparativo de supralitoral y mesolitoral rocoso en diferentes localidades del estuario del Río de la Plata. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5(40):347-370
- Nilsson-Cantell CA** 1925 Neue und wenig bekannte Cirripeden aus den Museen zu Stockholm und zu Upsala. *Arkiv för Zoologi* 18a(3):1-46
- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lagunar litoral oceánico. Pp 225-235 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Nion H Varela Z & H Castaldo** 1974 Evaluación de los recursos pesqueros en el sistema Laguna de Castillos, Arroyo Valizas, año 1974. Segunda parte: biología del camarón *Penaeus paulensis*. 13 pp, 5 cuadros, 7 fig. CARPAS/6/74/Tec.5. FAO
- Nobili G** 1901 Decapodi raccolti dal Dr. Filippo Silvestri nell' America meridionale. *Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata della R. Università di Torino* 16(402):1-16
- Obenat S Ferrero L & E Spivak** 2001 Macrofauna associated with *Phyllochaetopterus socialis* aggregations in the southwestern Atlantic. *Vie et Milieu* 51(3):131-139
- Orensanz JM** 1972 Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. II. Aphroditidae. *Physis (Sección A)* 31(83):503-518. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1973a Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. III. Dorvilleidae. *Physis (Sección A)* 32(85):325-342. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1973b Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. IV. Lumbrineridae. *Physis (Sección A)* 32(85):343-393. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1974a Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. V. Onuphidae. *Physis (Sección A)* 33(86):75-122. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1974b Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. VI. Arbellidae. *Physis (Sección A)* 33(87):381-408. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1975 Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. VII. Eunicidae y Lysaretidae. *Physis (Sección A)* 34(88):85-111. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1990 The eunicemorph polychaete annelids from Antarctic and Subantarctic seas. With addenda to the Eunicemorph of Argentina, Chile, New Zealand, Australia, and the southern Indian Ocean. *Antarctic Research Series (Biology of the Antarctic Seas 21)* 52:1-183
- Orensanz JM & NM Gianuca** 1974 Contribuição ao conhecimento dos anelídeos poliquetas do Rio Grande do Sul, Brasil. I. Lista sistemática preliminar e descrição de três novas espécies. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS(4)*:1-37. Porto Alegre
- Orensanz JM Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigrán G Elías R López-Gappa JJ Obenat S Pascual M Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & EA Villarino** 2002 No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Peluffo E** 1998 Distribución espacio-temporal, estructura poblacional y reproducción del taticito *Emerita brasiliensis* (Decapoda, Hippidae) en playas de Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 86 pp. (Inédita)
- Peluffo E** 2005 *Panopeus austrobesus* Williams, 1983 (Decapoda, Brachyura), a first record of the Brazilian mud crab at Uruguayan Atlantic coast. *Nauplius* 12(1):57-58
- Pepato AR & CG Tiago** 2004 Revisão sinóptica das espécies brasileiras de ácaros marinhos. *Biota Neotropica* 4(2):1-7. San Pablo
- Pereira LE Ramos LA & SW Pontes** 1998 Lista comentada dos peixes e crustáceos decápodos do estuário do Arroio Chuí e região costeira adjacente, RS. *Atlântica* 20:156-172. Rio Grande
- Pérez-Farfante I** 1969 Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin* 6(3):i-x+461-591
- Pérez-Farfante I** 1977 American solenocerid shrimps of the genera *Hymenopenaeus*, *Haliporoides*, *Pleoticus*, *Hadropenaeus* new genus, and *Mesopenaeus* new genus. *Fishery Bulletin* 75(2):261-346
- Pettibone MH** 1971 Revision of some species referred to *Leptonereis*, *Nicon* and *Laeonereis* (Polychaeta: Nereididae). *Smithsonian Contributions to Zoology* (104):53 pp.
- Pettibone MH** 1986 Additions to the family Eulepethidae Chamberlin (Polychaeta: Aphroditacea). *Smithsonian Contributions to Zoology* (441):1-51
- Pin OD Señaris M & R Sierra** 1989 Distribución de *Pleoticus mülleri* (Bate, 1888) y *Artemesia longinaris* (Bate, 1888) en el frente oceánico del Uruguay (verano 1989). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay)* 5:14
- Pintos W Conde D de León R Cardezo MJ Jorcín A & R Sommaruga** 1991 Some limnological characteristics of Laguna de Rocha. *Revista Brasileira de Biología* 51(1):79-84
- Ponce de León R** 1984 Turbellaria del Uruguay I. Sobre *Kronborgia spiralis* (Baylis, 1949) (Rhabdocoela, Fecampiidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Publicación Anexa)* 1:1-8
- Ponder WD** 2003 Narrow range endemism in the sea and its implications for conservation. Pp 89-102 *In*: Hutchings & Lunney (eds) *Conserving marine environments. Out of sight out of mind*. Royal Zoological Society of New South Wales
- Ponder W Hutchings P & R Chapman** 2002 Overview of the conservation of Australian marine invertebrates. *Reporte para Australia Environment* 588 pp. Australian Museum (Sydney).
- Puig P** 1986 Análisis de contenidos estomacales de corvina blanca (*Micropogon opercularis*) (Sciaenidae, Perciformes). Verano 1984. *Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 1(2):333-340. Montevideo
- Radashevsky VI** 2005 On adult and larval morphology of *Polydora cornuta* Bosc, 1802 (Annelida: Spionidae). *Zootaxa* (1064):1-24
- Rathbun MJ** 1897 Synopsis of the American Sesarmae, with description of a new species. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 11:89-92
- Rathbun MJ** 1918 The grapsoid crabs of America. *United States National Museum Bulletin* (97):1-461 lám 1-151
- Rathbun MJ** 1925 The spider crabs of America. *United States National Museum Bulletin* (129):1-613 lám 1-283
- Rathbun MJ** 1930 The cancid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *United States National Museum Bulletin* (152):1-609 lám 1-230
- Riestra G & O Defeo** 2000 La comunidad macrobentónica asociada al mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del Departamento de Maldonado: variación espacio-temporal e incidencia del im-

- pacto pesquero. Pp 17-57 *In*: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Riestra G Giménez JL & V Scarabino** 1992 Análisis de la comunidad macrobentónica infralitoral de fondo rocoso en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 11:123-127. Montevideo
- Riestra G Fabiano G Foti R & O Santana** 1998 ("1997") Mortandad de organismos bentónicos en la costa atlántica del Uruguay. *Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(72/73):73-79
- Riseman SF & RC Brusca** 2002 Taxonomy, phylogeny and biogeography of *Politolana* Bruce, 1981 (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 134:57-140
- Roccatagliata D** 1986 On some *Cyclaspis* (Cumacea) from the South American Atlantic coast with the description of two new species. *Crustaceana* 50(2):113-132
- Roccatagliata D** 1993 On two Southwest Atlantic species of the genus *Leptocuma* Sars, 1873 (Crustacea: Cumacea). *Journal of Natural History* 27:299-312
- Rodríguez A & ED Spivak** 2001 The Larval development of *Panopeus argentinus* (Decapoda: Brachyura: Panopeidae) reared in the laboratory. *Journal of Crustacean Biology* 21(3):806-820
- Rodríguez M Gómez M Verdi A & P Muniz** 2003 ("2002") Presencia de *Artemesia longinaris* (Bate, 1888) y *Peisos petrunkevitchi* (Burkenroad, 1945) (Crustacea, Decapoda) en aguas de baja salinidad en la costa de Montevideo. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (2da época) 13:21-24
- Roux A & C Bremec** 1996 Comunidades bentónicas relevadas en las transecciones realizadas frente al Río de la Plata (35°15'S), Mar del Plata (38°10'S) y Península Valdés (42°35'S), Argentina. *INIDEP Informe Técnico* (11):13 pp. Mar del Plata
- Ruiz GM Carlton JT Grosholz E & AH Hines** 1997 Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist* 37:621-632
- Rullier F & L Amoreux** 1979 Annélides polychètes. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 55 (Suppl):145-206
- Salazar-Vallejo SI & JM Orensanz** 1991 Pilárgidos (Annelida: Polychaeta) de Uruguay y Argentina. *Cahiers de Biologie Marine* 32:267-279
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos). Plan de Investigación Pesquera URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo. 165 pp+apéndice
- Santana O & A Ferreira** 1989 Relevamiento de crustáceos (Decapoda) del ecosistema lagunar-costero: Laguna de Castillos-Arroyo Valizas-Ensenada del Arroyo Valizas (Depto. Rocha, Uruguay). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay) 5(2da época):40
- Santana O & W Norbis** 1988 Sobre la presencia del cangrejo nadador (*Ovalipes trimaculatus*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Resúmenes de trabajos de investigación correspondientes al Quinto Simposio Científico (Mar del Plata, 28-30 de noviembre de 1988):39-40
- Santana O Álvarez P & A Latchinian** 1988 Primera cita de *Callinectes danae* en el Arroyo de Valizas, Departamento de Rocha, Uruguay. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Resúmenes de trabajos de investigación correspondientes al Quinto Simposio Científico (Mar del Plata, 28-30 de noviembre de 1988):40
- Santana O López Soullier M & G Fabiano** 2003 Nota sobre la pesquería de *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea: Decapoda: Solenoceridae) en La Paloma (Rocha). *Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras* (24):11. Montevideo
- Santos CSG Nonato EF & ME Petersen** 2004 Two new species of Opheliidae (Annelida: Polychaeta): *Euzonus papillatus* n. sp. from a northeastern Brazilian sandy beach and *Euzonus mamillatus* n. sp. from the continental shelf of south-eastern Brazil. *Zootaxa* 478:1-12
- Scarabino F** 1999a Inventario de los moluscos bentónicos del Río de la Plata y su Frente Marítimo: estado actual del conocimiento, necesidades y perspectivas de estudio. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11(Segunda Epoca):39
- Scarabino F** 1999b Conocimiento sistemático de la biodiversidad específica: organismos bentónicos. Pp. A-III-2-36/38 *In*: Diagnóstico ambiental y socio-demográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata. Recopilación de informes técnicos. ECOPLATA, Montevideo
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1976 ("1975") Carta bionómica litoral del departamento de Montevideo I. Niveles superiores del sistema litoral. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(29):117-126, 3 lám
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de las playas arenosas del Depto. de Rocha (Uruguay), con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):42-52, 2 lám 1 mapa. Montevideo
- Schiariti A Mianzan HW & FC Ramírez** 2004 New records of *Metamysidiopsis tortonesi* Băcescu, 1968 and *M. rionegrensis* Hoffmeyer, 1993 from the Río de la Plata estuary and Buenos Aires coastal waters. *Crustaceana* 77(7):887-893
- Schiariti A Berasategui AD Giberto DA Guerrero RA Acha EM & HW Mianzan** 2006 Living in the front: *Neomysis americana* (Mysidacea) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *Marine Biology* 149:483-489
- Schubart CD Neigel JE & DL Felder** 2000 Molecular phylogeny of mud crabs (Brachyura: Panopeidae) from the northwestern Atlantic and the role of morphological stasis and convergence. *Marine Biology* 137:111-118.
- Sieg 1980** Taxonomische Monographie der Tanaidae Dana, 1849 (Crustacea, Tanaidacea). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 537:1-267
- Snelgrove PVR** 1998 The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation* 7:1123-1132
- Spivak ED** 2005 Los cirripedios litorales (Cirripedia, Thoracica, Balanomorpha) de la región del Río de la Plata y costas marinas adyacentes. Pp 251-309 *In*: Penchaszadeh (coord) *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina adyacente*. EUDEBA, Buenos Aires. 377 pp
- Spivak ED & JA Cuesta** 2000 Larval development of *Cyrtograpsus affinis* (Dana) (Decapoda, Brachyura, Varunidae) from Río de la Plata estuary, reared in laboratory. *Scientia Marina* 64(1):29-47
- Spivak ED & TA Luppi** 2005 Southern range extension of two western Atlantic intertidal mud crabs: *Panopeus meridionalis* Williams, 1984 and *Eurypanopeus depressus* (Smith, 1869) (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) in Argentinian waters. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 118(3):551-557
- Spivak ED & A Rodríguez** 2002 *Pilumnus reticulatus* Stimpson, 1860 (Decapoda: Brachyura: Pilumnidae): a reappraisal of larval characters from laboratory reared material. *Scientia Marina* 66(1):5-19

- Spivak ED & CD Schubart** 2003 Species status in question: a morphometric and molecular comparison of *Cyrtograpsus affinis* and *C. altimanus* (Decapoda, Brachyura, Varunidae). *Journal of Crustacean Biology* 23(1):212-222
- Squires DF** 1963 Madréporas rizángidas, fósiles y vivientes de la Argentina. *Neotrópica* 9(28):9-16. La Plata
- Stephenson W & M Rees** 1968 A revision of the genus *Ovalipes* Rathbun, 1898 (Crustacea, Decapoda, Portunidae). *Records of the Australian Museum* 27(11):213-261, lám 35-42
- Stock JH** 1966 Pycnogonida. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amerique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 44:385-406
- Strelzov VE** 1973 Mnogoshchetinkovye Chervy Semeistva Paraonidae Cerruti, 1909 (Polychaeta, Sedentaria). *Akademiya Nauk SSR (traducción al inglés en 1979 para la Smithsonian Institution, Washington D. C. 212 pp.)*
- Studer T** 1879 Uebersicht der Anthozoa Alcyonaria, welche während der Reise SMS Gazelle um die Erde gesammelt wurden. *Monatsbericht der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1878: 632-688, 5 lám
- ten Hove HA & JCA Weerdenburg** 1978 Generic revision of the brackish-water serpulid *Ficopomatus* Southern 1921 (Polychaeta: Serpulinae), including *Mercierella* Fauvel 1923, *Sphaeropomatus* Treadwell 1934, *Mercierellopsis* Rioja 1945 and *Neopomatus* Pillai 1960. *Biological Bulletin* 154:96-120
- Tommasi LR** 1966 Distribuição geográfica de alguns equinodermas do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 26(3):239-246
- Tommasi LR** 1970 Os ofiuroides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. *Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico (serie Oceanografia Biologica)* (20):1-146. San Pablo
- Tommasi LR Bio MR & M Fueta** 1972 Sôbre a distribuição de *Renilla mülleri* Kolliker 1872 na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Anthozoa, Pennatulacea). *Revista Brasileira de Biologia* 32(1):55-57
- Tommasi LR de Castro SM & ECPM de Sousa** 1988a Echinodermata coletados durante as campanhas oceanográficas do N/Oc. "Almirante Saldanha" no Atlântico Sul Ocidental. *Relatorio Interno de Instituto Oceanográfico* (21):1-11. San Pablo
- Tommasi LR Cernea MCW & MCG Condeixa** 1988b Equinodermes coletados pelo N/Oc. "Almirante Saldanha", entre 26°59 e 38°39'S. *Relatorio Interno de Instituto Oceanográfico* (22):1-11. San Pablo
- Torti MT & R Bastida** 1972 Presencia del género *Macrochiridothea* Ohlin, 1901 en Uruguay y Brasil: *M. giambiagiae* sp. nov. *Neotrópica* 18(55):16-22. La Plata
- Treadwell AL** 1923 The heteronereis phase of a new species of a polychaetous annelid from Uruguay. *Proceedings of the United States National Museum* 64(9):1-3, 1 lám
- Treadwell AL** 1925 A new species of polychaetous annelid from Uruguay, *Aphrodita magna*. *Proceedings of the United States National Museum* 67(12):1-3
- Vaz-Ferreira R** 1950 Observaciones sobre la Isla de Lobos. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 4(50): 4(5):145-176. Montevideo
- Venturini N Muniz P & M Rodríguez** 2004 Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology* 144:119-126
- Verseveldt J** 1967 The Octocorallia collected by the R/V "Vema" in the Atlantic Ocean. *American Museum Novitates* (2282):1-19
- Wakabara Y Kawakami de Rezende E & AS Tararam** 1982 Amphipods as one of the main food components of three Pleuronectiformes from the continental shelf of South Brazil and North Uruguay. *Marine Biology* 68:67-70
- Whatley R Mogueilevsky A Chadwick J Toy N & MI Feijó-Ramos** 1998 Ostracoda from the South West Atlantic. Part III. The Argentinian, Uruguayan and southern Brazilian continental shelf. *Revista Española de Micropaleontología* 30(2):89-116
- Williams AB** 1984 ("1983") The mud crab, *Panopeus herbstii*, s.l. Partition into six species (Decapoda: Xanthidae). *Fishery Bulletin* 81(1):863-880
- Wolff WJ** 2005 Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. *Zoologische Mededelingen* 79(1):1-116
- Wschebor M** 1998 Facultad de Ciencias: los primeros siete años. *Memoria del Decanato. DIRAC, Facultad de Ciencias, Montevideo. 370 pp*
- Young PS** 1992 Lepodomorph cirripeds from the Brazilian coast. II- Family Scalpellidae. *Bulletin of Marine Science* 50(1):40-55
- Young PS** 1993 The Verrucomorpha and Chthamaloidea from the Brazilian coast (Crustacea: Cirripedia). *Revista Brasileira de Biologia* 53(2):255-257
- Young PS** 1994 Superfamily Balanoidea Leach (Cirripedia, Balanomorpha) from the Brazilian coast. *Boletim do Museu Nacional (Zoologia)* (356):1-36. Rio de Janeiro
- Young PS** 1995 New interpretations of South American patterns of barnacle distribution. Pp 229-253 *In: Schram & Hoeg (eds) New frontiers in barnacle evolution. Crustacean Issues 10. Balkema, Leiden*
- Young PS** 2000 Cirripedia Thoracica (Crustacea) collected during the "Campagne de La Calypso (1961-1962)" from the Atlantic shelf of South America. *Zoosystema* 22(1):85-100
- Zamponi MO & CD Perez** 1995 Revision of the genus *Renilla* Lamarck, 1816 (Octocorallia, Pennatulacea), with description of two new species from the sub-antarctic region. *Miscellanea Zoologica* 18:21-32
- Zamponi M Belém MJC Schlenz E & FH Acuña** 1998 Distribution and ecological aspects of Corallimorpharia and Actinaria from shallow waters of the South American Atlantic coasts. *Physis (Sección A)* 55(128-129):31-45
- Zibrowius H** 1972 ("1971") *Hydroides plateni* (Kinberg, 1867) (Polychaeta Serpulidae), espèce des côtes atlantiques d'Amérique du Sud. Redescription, remarques sur la répartition et l'écologie. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 96(2):153-160
- Zibrowius H & AA Ramos** 1983 *Oculina patagonica*, scléactiniaire exotique en Méditerranée- nouvelles observations dans le Sud-Est de l'Espagne. *Rapports de la Commission Internationale pour la Mer Méditerranée* 28(3):297-301
- Zolessi LC de & ME Philippi** 1995 Lista sistemática de Decapoda del Uruguay (Arthropoda: Crustacea). *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 12(183):1-24
- Zullo VA** 1992 *Balanus trigonus* Darwin (Cirripedia, Balanidae) in the Atlantic Basin: an introduced species ?. *Bulletin of Marine Science* 50(1):66-74

## Gasterópodos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación

FABRIZIO SCARABINO\*, JUAN CARLOS ZAFFARONI, ALVAR CARRANZA, CRISTHIAN CLAVIJO & MARIANA NIN

\*fscara@gmail.com



### RESUMEN

Se presenta una síntesis y nueva información sobre faunística, distribución, taxonomía y conservación de la malacofauna uruguaya de Gastropoda marinos y estuarinos costeros bentónicos (0-50 m). La misma está compuesta por al menos 140 especies, de las cuales solo siete son estuarinas (incluyendo las exóticas *Rapana venosa* y *Myosotella myosotis*). Los géneros *Olivancillaria* (Olividae) y *Buccinanops* (Nassariidae) son particularmente diversos en especies y están distribuidos en una variedad de fondos inconsolidados. En el Río de la Plata y y otros ambientes estuariales el género *Heleobia* (Cochliopidae) está ampliamente distribuido y es considerado aquí como máxima prioridad de investigación. Otros grupos prioritarios son aquellos generalmente compuestos por microgasterópodos que poseen diversos grados de asociación y simbiosis con poríferos, antozoos, poliquetos, crustáceos, equinodermos y briozoos (Epitoniidae, Eulimidae, Triphoridae, Cerithiopsidae, Pyramidellidae y Nudibranchia), así como Trochoidea y Vitrinellidae. Se insiste en la necesidad de nuevas técnicas de muestreo y enfoques de investigación, formación de colecciones y recursos humanos como elementos particularmente críticos para llenar vacíos de información. El manejo adecuado del agua de lastre y del químico tributiltina (TBT), la reglamentación y control de la extracción de algunas especies, la implementación de áreas protegidas y el enfoque ecosistémico en pesquerías son considerados de particular relevancia para la conservación de esa fauna.

**Palabras clave:** Mollusca, caracoles, *Heleobia*, Uruguay, Río de la Plata.

### ABSTRACT

A synthesis and new data on faunistics, distribution, taxonomy and conservation of the Uruguayan malacofauna of coastal benthic marine (0-50 m) and estuarine Gastropoda is presented. It is composed by at least 140 species, of which only seven are estuarine (including the exotics *Rapana venosa* and *Myosotella myosotis*). The genera *Olivancillaria* (Olividae) and *Buccinanops* (Nassariidae) are particularly well represented and distributed in varied unconsolidated bottoms. In the the Río de la Plata and other estuarine environments the genus *Heleobia* (Cochliopidae) is widely distributed and is considered here as a top research priority. Other priority groups are those generally composed by microgastropods that have varied degrees of association and symbiosis with poriferans, anthozoans, polychaetes, crustaceans, echinoderms and bryozoans (Epitoniidae, Eulimidae, Triphoridae, Cerithiopsidae, Pyramidellidae and Nudibranchia), as well on Trochoidea and Vitrinellidae. The need for new sampling techniques and research approaches is stressed, as well as the generation of collections and human capacity building as particularly critical elements for filling gaps of information. The adequate management of ballast water and tributyltin (TBT), the regulation and control of extraction of some species, the implementation of protected areas and ecosystem approach of bottom fisheries are considered particularly relevant for the conservation of this fauna.

**Key words:** Mollusca, snails, *Heleobia*, Uruguay, Río de la Plata

### INTRODUCCIÓN

Aún cuando los moluscos son mejor conocidos que cualquier otro phylum de invertebrados presente en Uruguay, y a pesar de su enorme relevancia, el conocimiento de los mismos es producto de esfuerzos aislados y dispares, lo que determina grandes vacíos de conocimiento taxonómico y faunístico (Scarabino 1999; 2004a; 2004b). El estudio básico de los gasterópodos costeros de Uruguay tiene una historia importante (ver Scarabino 2004b), pero no queda excluido de ese contexto.

Barattini & Ureta (1961) y Figueiras & Sicardi (1971; 1972; 1973a; 1973b; 1974; 1980) compilaron y ampliaron la información básica existente sobre los gasterópodos marinos y estuarinos de Uruguay, sirviendo de base y

estímulo para el desarrollo de nuevos conocimientos y recursos humanos. Algunas limitaciones de la información contenida en estos trabajos y de aportes posteriores son mencionadas por Sprechmann (1978) y Scarabino *et al.* (en este volumen) en relación a bivalvos e igualmente aplicable a gasterópodos.

En este trabajo se presenta una puesta a punto del conocimiento faunístico, de distribución y taxonómico de los Gastropoda marinos y estuarinos bentónicos de la costa uruguaya, discutiéndose prioridades y perspectivas de investigación, así como implicancias y otras consideraciones sobre conservación y manejo.

La falta de bases de datos actualizadas y electrónicas del material presente en colecciones, la vasta canti-

dad de material recientemente obtenido y la dispersión de algunas muestras limitan el alcance de este trabajo.

## METODOLOGÍA

Se consideraron las referencias publicadas en los últimos 172 años (incluyendo resúmenes de congresos), ya que King & Broderip (1832) marcan el punto de partida del conocimiento de los gasterópodos uruguayos. Tesis inéditas también fueron consideradas. Registros incorrectos o muy dudosos ya discutidos no se mencionan en este trabajo y una parte de los mismos figura en Scarabino & Zaffaroni (2004) y Scarabino (2004b). La sistemática considerada es la usada por Scarabino (2004b), a excepción de Littorinidae, Naticidae y Cylichnidae, que sigue a Williams *et al.* (2003), Pastorino (2005b) y Valdés & Camacho-García (2004), respectivamente.

El material examinado está depositado en las siguientes colecciones o consiste en los siguientes materiales (las abreviaciones colocadas luego de Montevideo corresponden a las utilizadas en el texto): 1) Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo, MNHNM). No ha sido posible reanalizar el material estudiado por Layerle & Scarabino (1984), depositado en esa colección, por la situación actual de la misma; 2) colección LP Barattini, Museo Zoológico Municipal "Dámaso A. Larrañaga" (Montevideo, LPB); 3) material obtenido por F. Scarabino (FS), A. Carranza (AC) y C. Clavijo (CC) depositado en MNHNM y 4) colección privada de J.C. Zaffaroni (JCZ, Montevideo), de la cual material representativo será depositado en MNHNM.

Se consideraron las siguientes divisiones: 1) Río de la Plata (RdIP) y otros ambientes estuariales: costa de Montevideo, Canelones y Maldonado (hasta Punta Negra), así como desembocaduras de arroyos y lagunas costeras, tanto en el RdIP como en la costa atlántica. Se incluyen fondos arenosos, fangosos, rocosos y de fango consolidado, 0-10 m; 2) Playas arenosas atlánticas: desde Punta Negra hasta Barra del Chuy, 0-10 m; (3) Sustratos consolidados atlánticos: Punta Negra a límite Uruguay-Brasil, 0-50 m, incluyendo fondos rocosos, fangos consolidados, bancos someros de mitílidos (BMS) y bancos de *Mytilus edulis* de profundidad (BMP); y 4) Sustratos inconsolidados atlánticos: RdIP exterior a límite Uruguay-Brasil, 11-50 m, existiendo enclaves fangosos en zonas más someras que son detalladas. Los grupos de especies mayormente formados por microgasterópodos que poseen vínculo particular con otros invertebrados bentónicos son discutidos separadamente.

Géneros o especies mencionadas por primera vez para la costa uruguaya son indicadas con el símbolo "□". El registro detallado y obligatoriamente complementario de estas citas será objeto futuro de publicación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### RdIP y otros ambientes estuariales

Cuatro especies de *Heleobia* (Cochliopidae) han sido descritas para la costa de Montevideo: *Heleobia australis*, *Heleobia charruana*, *Heleobia conexa* y *Heleobia isabelleana*

(d'Orbigny 1840; Gaillard 1974). Salvo esta última, las otras especies nominales se encontrarían desde el intermareal (todos los sustratos) hasta los fangos submareales (Figueiras 1964; Gaillard 1974; Scarabino *et al.* 1976; Venturini *et al.* 2003; FS). *Heleobia* spp. es recurrente en ambientes con baja salinidad de toda la costa uruguaya (todos los sustratos), con registros para Piriápolis, Punta del Este y Puerto de La Paloma, los arroyos Pando, Solís Grande, Maldonado y Valizas y las lagunas Garzón, José Ignacio y Rocha (Gaillard 1974; Nion 1979; Bier 1985; Pintos *et al.* 1991; Jorcín 1999; Muniz & Venturini 2001; Passadore & Giménez 2003; Giménez *et al.* 2005; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS). *Heleobia robusta*, descrita de las lagunas costeras de Rio Grande do Sul (Brasil) (da Silva & Veitenheimer-Mendes 2004a), probablemente habite también las lagunas costeras uruguayas. La variabilidad de las especies propuestas, distribución e identidad de los registros para la costa uruguaya (generalmente "*Heleobia australis*") no han sido adecuadamente caracterizados o verificados (ver también Castro *et al.* en este volumen).

*Parodizia uruguayensis*, recientemente atribuida a Pyramidellidae (da Silva & Veitenheimer-Mendes 2004b; Scarabino 2004b), se halla viviente en la costa de Montevideo sobre sustrato fangoso (Scarabino & Masello 1996). La descripción original de esta especie (Pereira de Medina 1959) y conchillas halladas en la resaca de la Playa Carrasco (JCZ) indican que otro Pyramidellidae, hasta el momento confundido con *P. uruguayensis*, se encuentra viviente en la zona.

La exótica *Myosotella myosotis* (Ellobiidae) habitaría la desembocadura del Arroyo del Potrero (Maldonado) y/o hábitat similares de la Ensenada del Potrero (Orensanz *et al.* 2002). Sin embargo no ha sido hallada viva *in situ* aún y su presencia es conocida por conchillas detectadas en la Playa Portezuelo (Zaffaroni 1994; MNHNM).

*Cylichnella bidentata* (Cylichnellidae) había sido mencionado para la costa de Montevideo (Playa Carrasco, Figueiras & Sicardi 1974), pero no había sido confirmada viviente en esta zona, existiendo la posibilidad de que se tratara de material subfósil (Sprechmann 1978). Sin embargo, ha sido registrada viviente en fondos fangosos próximos a la Isla de Flores (FS).

Los Volutidae *Pachycymbiola brasiliana* y *Zidona dufresnei* ocurren marginalmente en el RdIP. Mientras que la primera muestra cierta tolerancia a las bajas salinidades del estuario (salinidad a partir de 16), el RdIP parece representar un ambiente subóptimo para la segunda (Carranza *et al.* en prensa).

El Muricidae invasor *Rapana venosa* fue detectado en esta zona en 1999 ocupando fondos submareales fangosos y microsustratos duros que colonizó rápidamente (Scarabino *et al.* 1999; Carranza *et al.* en prensa; FS); a partir de 2004 invadió zonas más someras de la costa E de Canelones y costa de Maldonado ocupando una gran variedad de sustratos (Karumbé com. pers.; J. Chocca com. pers.; A. Reboledo com. pers.).



*Buccinanops deformis*<sup>1</sup> (Nassariidae) es frecuente en fondos fangosos y arenosos frente a Montevideo y Canelones (Barattini 1951; Figueiras & Sicardi 1968; FS), mientras que la presencia de *Buccinanops cochlidium*<sup>2</sup> es muy puntual (MNHNM; FS).

*Siphonaria lessoni* (Siphonariidae) esta presente en las puntas rocosas del área de Piriápolis (Maytía & Scarabino 1979) aunque su mayor incursión hacia el W es probable.

El registro de *Anachis moleculina* (i. e. *Costoanachis sertulariarum*) (Columbellidae) para la Laguna de Castillos (Jorcín 1999) debe ser verificada.

Los registros de Burch & Burch (1964) para *Olivancillaria contortuplicata* (Olividae) y Beu (1978) para *Fusitriton magellanicus magellanicus* (Ranellidae) con localidad "Montevideo" son claramente incorrectos, basadas en la referencia del envío del material. Ambas son especies estrictamente marinas conocidas para ambientes muy distantes en la costa y plataforma uruguayas respectivamente.

#### Playas arenosas atlánticas

*Olivancillaria vesica* (Olividae) y *Buccinanops duartei* (Nassariidae) viven en la zona de rompiente y se acercan hacia la zona de barrido en los meses de verano, en playas disipativas (Scarabino *et al.* 1974; Escofet *et al.* 1979; Demicheli 1987; Riestra *et al.* 1997; Defeo *et al.* 1992; 1997; FS; AC). *Olivancillaria vesica* es más tolerante que *B. duartei* a intermedias, sin llegar a presentarse en playas totalmente reflectivas; el límite de la distribución submareal de *O. vesica* es desconocido, mientras se poseen registros de *B. duartei* para 5 m de profundidad (AC). La primera tiene su límite de distribución SW en Playa Brava (Punta del Este), mientras que sólo existen registros de conchillas al S de Playa Anaconda para la segunda (FS; JCZ; Scarabino 1984).

A diferencia de las dos especies anteriores, *Olivancillaria contortuplicata*, *Olivancillaria teaguei* y *Olivella formicacorsii* (Olividae) (Fig. 1) son muy escasas actualmente y tienen su distribución restringida a la franja Barra del Chuy-La Coronilla, habitando asimismo la zona de barrido y zona de rompiente, aunque se carece de información detallada sobre su presencia en la playa submarina (Klappenbach 1962; 1964a; Figueiras & Sicardi 1973; Riestra *et al.* 1997; Defeo *et al.* 1997; Scarabino 2004a).

<sup>1</sup> *B. globulosus* probablemente es un ecotipo marino y/o de fondos arenosos de *B. deformis*, habiéndose detectado ejemplares intermedios; el material tipo de esta última esta compuesto por una conchilla de cada morfotipo (FS obs. pers.). La cita de *B. duartei* para el Río de la Plata (Giberto *et al.* 2004) esta basada en este especie.

<sup>2</sup> *Buccinanops gradatus* fue erróneamente listada como especie distinta por Scarabino (2004b); Allmon (1990) estableció su sinonimia con *B. cochlidium*.

<sup>3</sup> Esta especie ha sido referida para Uruguay y la Provincia de Buenos Aires (Argentina) como *Parvanachis paessleri* (e. g. Castellanos & Fernández 1967; Figueiras & Sicardi 1973a). Costa (2005) ilustra el material tipo de esta especie (sinonimizándola con *Parvanachis isabellei*); no parece existir un nombre disponible para *Parvanachis* sp., que a pesar de la variabilidad considerada para *P. isabellei* (ver Costa 2005), se separa netamente de esta última siendo inclusive simpátricas.

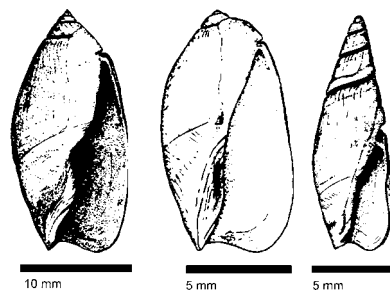


Figura 1. *Olivancillaria contortuplicata*, *Olivancillaria teaguei* y *Olivella formicacorsii* (de izquierda a derecha), olividos de distribución restringida en la costa uruguaya con aparentes problemas de conservación. Tomados de Scarabino (1984).

Tienen presencia ocasional en la zona de barrido y rompiente de playas disipativas los gasterópodos *Olivancillaria urceus*, *Olivancillaria uretai* y el Conoidea *Terebra gemmulata* (Escofet *et al.* 1979; Scarabino 1984; FS), que poseen poblaciones en el submareal, donde se suman *Olivancillaria deshaysiana*, *Olivella puelcha*, *Olivella plata*, *Buccinanops uruguayensis*, *Buccinanops monilifer* y *Buccinanops cochlidium* (Scarabino *et al.* 1974; Escofet *et al.* 1979; Demicheli 1987; Demicheli & Scarabino en este volumen). Estas especies ocurren en el banco arenoso del Puerto de La Paloma en el submareal más somero, producto de condiciones hidrodinámicas particulares del lugar (Demicheli & Scarabino en este volumen). *Pachycymbiola brasiliensis* también ocupa el submareal de las playas arenosas (Escofet *et al.* 1979), con registros a partir de 5 m (A. Segura com. pers.; Riestra *et al.* 2000).

*Buccinanops globulosus* (ver *B. deformis*) vive en la Playa Portezuelo a partir de 4 m (Demicheli 1986).

*Parvanachis* sp.<sup>3</sup> (Columbellidae) ha sido registrado viviente en Playa Anaconda y playas de Cabo Polonio (Figueiras & Sicardi 1973a), probablemente producto de su arrastre desde el submareal somero, donde esta especie habita en el litoral de Rio Grande do Sul (Brasil) (FS obs. pers.).

*Phalium granulatum* (Tonnoidea), tiene su límite sur de distribución en Uruguay con pseudopoblaciones que pueden no ser permanentes en la costa de Rocha (FS; Demicheli com. pers.).

La presencia permanente de *R. venosa* en el submareal somero de Playa Mansa (Bahía de Maldonado) (M. Zarucki com. pers.) es incierta, pudiéndose tratar de ejemplares arrastrados.

#### Sustratos inconsolidados atlánticos

Los fondos de arena mayormente fina y fangosa albergan más especies de gasterópodos que los fondos fangosos costeros.

*Buccinanops uruguayensis*, *B. monilifer* y *Olivancillaria carcellesi* habitan el intervalo 10-25 m (Klappenbach 1965; Milstein *et al.* 1976; FS), aunque esta última ha sido detectada también en fondos protegidos más someros (ver Demicheli & Scarabino en este volumen), así como en profundidades de ca. 30 m (JCZ). Estas especies están asociadas con arenas y arenas fangosas (FS).

Klappenbach (1965) cita a *O. uretai* para 10-15 m pero este dato parecería incorrecto de acuerdo a los hallazgos posteriores.

Tanto próximos a la costa (10-30 m) como hacia 35-50 m fueron halladas *O. urceus*, *T. gemmulata*, *Conus clenchi* (Conidae) y *Notocochlis isabelleana* (Naticidae), mientras que *Solariella patriae* (Trochidae), *Amalda josecarlosi* (Olividae), *Nassarius tango*, *Nassarius scissuratus* (Nassariidae), "*Pleurotomella*" *aguayoi*, *Carinodrillia braziliensis*, "*Drillia*" *rioensis* y *Terebra doellojuradoi* (Conoidea) ocuparían únicamente los sectores más profundos de estos fondos (Carcelles 1953; Mol *et al.* 1967; Figueiras & Sicardi 1973a; 1980; Amaro 1974; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Rodríguez-Moyano 1976; Milstein *et al.* 1976; Layerle & Scarabino 1984; ver Scarabino 2004b; JCZ; MNHNM). La distribución de estas especies en la plataforma interna uruguaya es poco conocida y claramente heterogénea, siendo necesario determinar las variables que determinan la misma.

La asociación descrita por Cachés (1980) para fondos fangosos incluye a los siguientes gasterópodos: *B. cochlidium*, *Parvanachis* sp., *Polystira formosissima* (Conoidea), *Prunum martini* (Marginellidae), *Z. dufresnei*, así como *Tectonatica pusilla* (Naticidae) (Watson 1886; ver Klappenbach 1967; FS; Zaffaroni en prensa) como varios cefalaspídeos (FS, Tabla 1). Esta asociación existía como un enclave dentro del Puerto de La Paloma (Demicheli & Scarabino en este volumen) aunque sólo se detectó a *B. cochlidium* y *Parvanachis* sp. Ninguna de estas especies es exclusiva de dicha asociación; todas tienen amplia distribución en el área a partir de 20 m y ocupan también fondos areno-fangosos (FS).

*Tonna galea* y *Cymatium parthenopeum*, dos Tonnoidea que tienen su límite S de distribución atlántica en Uruguay, habitan a partir de ca. 20 m, sobre fondos arenofangosos o fangosos (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Carranza *et al.* en prensa).

*Pachycymbiola brasiliana*, *Z. dufresnei* y *B. cochlidium* habitan fondos arenosos o fangosos y han sido registradas para todo el rango de profundidades, inclusive hacia el submareal de zonas protegidas (Watson 1886; Carcelles & Parodiz 1939; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Milstein *et al.* 1976; Riestra *et al.* 2000; Nion 1979; Fabiano *et al.* 2000; Carranza *et al.* en prensa). *Pachycymbiola brasiliana* fue explotada artesanalmente en la costa de Rocha (ca. 11-12 m) en forma muy intensa en 1991-1993, al punto de su sobreexplotación (Fabiano *et al.* 2000; Riestra *et al.* 2000; Masello 2000). *Zidona dufresnei* fue explotada industrialmente desde 1994 en la zona más profunda del área (Fabiano *et al.* 2000). Las profundidades a la cual se desarrolló la pesca en el área coinciden con la zonas de mayor ocurrencia de cada especie (*P. brasiliana*: 10-20 m y *Z. dufresnei*: 30-40 m) (AC y FS obs. pers.).

*Adelomelon beckii* (Volutidae) es una especie estenoterma y estenohalina que usualmente habita profundidades mínimas de 30 m, aunque puntualmente se la ha registrado en zonas más someras (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Scarabino 2004; Carranza *et al.* en prensa; FS).

La presencia de *R. venosa* en estos fondos está por el momento vinculada al RdIP exterior (FS), y a la zona de Piriápolis y Punta Ballena a partir de 2005 (J. Chocca, com. pers.; A. Reboledo com. pers.); su avance hacia zonas más oceánicas es incierta y los hallazgos de pue-

Tabla 1. Cefalaspídeos registrados en el área de estudio.

Familia	Especie	Hallazgo/referencia	Observaciones
Acteonidae	<i>Acteon</i> sp.	Hallazgo viviente en 35°30'S-55°00'W (M. Aguilera, JCZ; MNHNM)	A comparar con <i>Acteon pelecais</i>
Retusidae	<i>Pyrunculus caelatus</i>	Conchillas en resaca de playas de Maldonado y Rocha (Barattini 1951; Figueiras & Sicardi 1974); registro viviente en 19 m (Layerle & Scarabino 1984)	
Retusidae	<i>Volvulella persimilis</i>	Conchillas en resaca de playas de Maldonado y Rocha (Cachés 1973; Figueiras & Sicardi 1974; JCZ); amplia distribución en el área (11-41 m, fondos arenosos, areno-fangosos y fangosos; Cachés 1973; Layerle & Scarabino 1984; FS)	Referencia de Layerle & Scarabino (1984) puede incluir también <i>Volvulella</i> sp.
Retusidae	<i>Volvulella</i> sp.	Conchillas en resaca de playas de Maldonado y Rocha (Figueiras & Sicardi 1974; 1980; JCZ)	
Cylichnidae	<i>Cylichnella bidentata</i>	Conchillas en resaca de playas de Montevideo, Maldonado y Rocha (Figueiras & Sicardi 1974); distribución relativamente amplia en el área (11-40 m, Layerle & Scarabino 1984); distribución viviente en estuario confirmada y en fondos fangosos y areno-fangosos (FS)	Citada por Barattini & Ureta (1961) como <i>Cylichna crispula</i> (LPB)
Cylichnidae	<i>Acteocina candei</i>	Conchillas en resaca de playas de Maldonado y Rocha (Barattini & Ureta (1961; Zaffaroni 1991); amplia distribución viviente en el área (18-44 m, Layerle & Scarabino 1984). Fondos fangosos y areno-fangosos (FS)	Referencia de Layerle & Scarabino (1984) podría incluir a <i>Acteocina recta</i>
Cylichnidae	<i>Acteocina recta</i>	Conchillas en resaca de Playa Portezuelo y Bahía de Maldonado (Zaffaroni 1991)	Concepto en necesidad de revisión
Philinidae	<i>Philine</i> spp.?	25-40 m, fango (Layerle & Scarabino 1984; FS); pocos registros puntuales	

tas completas realizados antes de 2004 en Bahía de Maldonado, así como de puestas vacías en 1999 y 2006 para la Barra de Maldonado y La Paloma (Scarabino *et al.* 1999; FS) parecerían corresponder a materiales arras-trados.

Los registros de *Phalium labiatum iheringi* dentro del área son escasos y generalmente basados en conchillas vacías y rodadas (Barattini & Ureta 1961, como *Semicassis achatina*; Figueiras & Sicardi 1972; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Demicheli & Scarabino en este volumen); su presencia en el área y el concepto de esta subespecie (Abbott 1968) requieren revisión.

El único registro del nudibranquio *Marionia cucullata* (Tritoniidae) para el área corresponde a Berg (1884; ver Odhner 1926); muestreos realizados en el mismo lugar de ese hallazgo (estación 321 del "Challenger", fondo fangoso) y en el resto del área no permitieron coleccionar nuevamente esta especie, que en cambio ha sido capturada a mayor profundidad y en fondos areno-fangosos, fuera del área de estudio (FS).

*Natica* sp. ha sido mencionada por Figueiras & Sicardi (1980). Se trata de una especie claramente distinta de *N. isabelleana*; se han obtenido pocos ejemplares frente a la costa de Rocha (JCZ). La correspondencia de esta especie con el registro de Layerle & Scarabino (1984) es incierta.

El estatus de *Halistylus circumstriatus* con respecto a *Halistylus columba* (Trochidae) (Pilsbry 1897a), no ha sido revisado. Se trata de tróquidos asociados a granulometría gruesa y probablemente también fondos rocosos, al igual que "*Photinula*" *blakei* (Trochoidea) y el columbélido *Aesopus* sp. (ver Costa 2005), con registros vivientes hasta los 25-30 m (Layerle & Scarabino 1984; FS).

Varias especies con larvas teleplánicas reclutan aparentemente en forma ocasional en fondos de al menos 20 m de la costa uruguaya. En este sentido, se ha detectado frente a La Paloma el Ovilidae *Pseudocyphoma intermedium* (Figueiras & Sicardi 1972) y *Tonna berthae* (♀, JCZ).

Al menos cinco especies de *Olivella* habitan estos fondos: *Olivella riosi*, *Olivella orejasmirandai*, *Olivella plata*, *Olivella puelcha* y *Olivella tehuelcha* (Castellanos & Fernández 1965; Figueiras & Sicardi 1973b; Klappenbach 1991a; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; JCZ). Klappenbach (1991b) aclaró el estatus de las dos últimas, que generalmente ocurren en sedimentos distintos. Mientras *O. puelcha* junto a *O. plata* poseen preferencia por arena fina y eventualmente fangosa, *O. tehuelcha* ocupa fondos de arena gruesa con distintos niveles de conchillas (FS; Milstein *et al.* 1976). Existe poca información sobre *O. riosi* y *O. orejasmirandai*, aunque se trata de especies habitantes de fondos más profundos que el resto de la especie y con grados importantes de fango (Klappenbach 1991a; FS; JCZ). Figueiras & Sicardi (1980) y Layerle & Scarabino (1984) mencionan especies indeterminadas de *Olivella*, parte de las cuales podrían corresponderse con *O. riosi* y *O. orejasmirandai*.

Se han mencionado dos especies de *Caecum* (Caecidae) desprovistas de escultura anillada para la costa uruguaya (Klappenbach 1964b; Figueiras & Sicardi 1980; Layerle

& Scarabino 1984; Scarabino & Zaffaroni 2004); mientras Figueiras & Sicardi (1980) las refieren como *Caecum* cf. *achironum* y *Caecum* aff. *antillarum*, Layerle & Scarabino (1984) las refieren definitivamente a estas especies. La identidad de la primera coincide con *Caecum someri* (♂), y la de la segunda con *Caecum striatum* (♂), de acuerdo con las ilustraciones y comparaciones de Gomes & Absalão (1996) y Absalão & Gomes (2001). Ambas especies habitan fondos generalmente arenosos (FS; Obenat *et al.* 2001), existiendo para *C. striatum* registros para hasta profundidades de ca. 30 m.

*Barleeia rubroperculata* y *Rissoa cruzi* (Rissoidea) han sido referidas para los sectores más profundos del área (Figueiras & Sicardi 1980; Layerle & Scarabino 1984) y para alguna localidad puntual más somera que debe confirmarse. Layerle & Scarabino (1984) refieren para 27 m frente al RdIP exterior a *Alvania* sp. Figueiras & Sicardi (1980) refieren como *Cingula (Microdochus)* sp. a conchillas halladas en la resaca de la costa de Maldonado y Rocha; no se ha podido corresponder esta referencia con hallazgos posteriores de microgasterópodos en el área.

La presencia de conchillas únicamente desgastadas de *Finella dubia* (Scaliolidae) en la resaca de Portezuelo y Bahía de Maldonado (JCZ) hacen incierta su presencia viviente en el área, la cual fue reportada por Figueiras & Sicardi (1980), registrando también su hallazgo en la costa de Rocha. Sin embargo, Layerle & Scarabino (1984) mencionan un único registro viviente para ca. 40 m que debe ser confirmado.

*Spirotropis patagonica* (Conoidea), ampliamente distribuida en el área, ha sido referida viviente a partir de 15 m; se asocia con fondos arenosos y areno-fangosos (Layerle & Scarabino 1984; FS).

La presencia viviente y el concepto del Columbellidae referido como *Mitrella rubra* para la costa uruguaya en base a conchillas halladas en la resaca de Maldonado y Rocha (Figueiras & Sicardi 1980; JCZ; MNHN) son inciertas y claramente requieren revisión.

Un skeneiforme indeterminado (ver Scarabino & Zaffaroni 2004) ha sido detectado en la resaca de La Paloma, Bahía de Maldonado y Portezuelo (Figueiras & Sicardi 1980; JCZ).

Los registros de *Aclis* sp. para tres localidades del área (Figueiras & Sicardi 1980; Layerle & Scarabino 1984) deben ser revisados y pueden no estar basados en ejemplares de Aclididae dado el avance de los conceptos relacionados a este grupo (ver e.g. Bouchet & Warén 1986; Warén 1993; 1994; Van der Linden & Moolenbeek 2004).

Se han detectado cuatro especies de Vitrinellidae en el área (ver Figueiras & Sicardi 1980; Layerle & Scarabino 1980; JCZ; FS), aunque es muy factible la existencia de otras dada su pequeña talla y hábitos crípticos (ver Bieler & Mikkelsen 1988 y referencias allí). Tres de estas especies han sido halladas vivientes a partir de ca. 20 m en el área, requiriendo esfuerzos particulares de caracterización morfológica y taxonómica.

*Macromphalina argentina* (Vanikoridae) ha sido reportada viviente en el área de una única localidad a 36 m de

profundidad (Layerle & Scarabino 1984); conchillas han sido registradas en la resaca de La Paloma y Bahía de Maldonado (Figueiras & Sicardi 1980).

#### Sustratos consolidados atlánticos

Todas las especies registradas que habitan a partir del submareal han sido verificadas o es muy factible su presencia en microsustratos duros sobre fondos de conchilla, arenosos o fangosos.

Las poblaciones de Littorinidae que se hallan presentes en el intermareal alto y hasta supralitoral entre la Punta de La Coronilla (Rocha) y Punta del Este (Playa de los Ingleses) han sido atribuidas a *Echinolittorina ziczac* (Bequaert 1943; Barattini & Ureta 1961; Figueiras & Sicardi 1972; Maytía & Scarabino 1979; Scarabino 1984; Batallés *et al.* 1985). Bandel & Kadolsky (1982) consideran para Uruguay (Cabo Polonio) a *Echinolittorina lineolata*. La existencia del "complejo ziczac", donde tres especies se distinguen en base a diferencias sutiles (Absalão & Roberg 1999; Absalão & Louro 2002, pero ver Andrade *et al.* 2003), hacen necesario la revisión de los Littorinidae de Uruguay.

*Lottia subrugosa* (Lottiidae) y *S. lessoni* son las lapas intermareales que han sido identificadas en sustratos duros de la costa atlántica uruguaya, entre Punta Ballena y Punta de La Coronilla, incluyendo Isla Gorriti e Isla de Lobos (d'Orbigny 1840; Métivier 1967; Amaro-Padilla 1967; Maytía & Scarabino 1979; Neirotti 1981; Batallés *et al.* 1985). Sin embargo, no se ha efectuado hasta el momento una revisión de la primera especie, que puede comprender dos (Figueiras & Sicardi 1980; Scarabino 2004b).

La lapa submareal *Diodora patagonica* (Fissurellidae) habita en oquedades y en la cara inferior de piedras desde el submareal somero hasta un límite de profundidad probablemente inferior a 30 m (Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS).

El Muricidae *Stramonita haemastoma* está presente con poblaciones reproductivas desde el submareal somero hasta los BMP. Su presencia y reproducción ha sido verificada para Punta de La Coronilla, Cerro Verde (Punta Loberos), Santa Teresa, Punta del Diablo, Cabo Castillo, Cabo Polonio y La Paloma, Barra de Maldonado y La Virgen (Punta del Este) (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Milstein *et al.* 1976; Batallés *et al.* 1985; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; CC; AC; P. Miller, com. pers.; P. Etchegaray, com. pers.). La presencia de *Stramonita floridana* es ocasional (Figueiras & Sicardi 1973; 1980; FS; JCZ) y probablemente ocurre en la costa uruguaya en forma de pseudopoblaciones.

La situación de *R. venosa* en fondos inconsistentes atlánticos se aplica asimismo para fondos consolidados; la detección de ejemplares de esta especie dentro de la Bahía de Maldonado se efectuó en 2004 (R. Fontaina com. pers.; JCZ; FS).

*Hanetia haneti* (Muricidae) ocurre con ejemplares aislados en el submareal más somero (BMS) y probablemente no se distribuye más allá de 20 m (Pilsbry 1897b;

Batallés 1983; Riestra *et al.* 1992; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; AC). Sus puestas son halladas en la resaca de zonas rocosas entre Punta de La Coronilla y Playa de los Ingleses (FS; CC).

*Bostrycapulus odites* (Calyptraeidae) vive desde el submareal somero hasta 35-50 m (BMP) (Parodiz 1939; Milstein *et al.* 1976; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984; FS). Todas las referencias previas han sido referidas como *Crepidula aculeata*; se sigue aquí a Collin (2005), quien restringe *Bostrycapulus aculeatus* para el Atlántico Noroccidental. *Bostrycapulus odites* ha sido registrado en Brasil, Argentina y Sudáfrica. Su presencia en Uruguay requiere ser confirmada mediante análisis moleculares y de morfología fina (protoconcha); no se descarta asimismo la existencia de otras especies del género en el área dado su potencial de dispersión como fouling.

*Costoanachis sertulariarum* (Columbellidae) es común en fondos submareales someros, principalmente en la costa de Rocha, donde en verano es frecuente hallar sus puestas sobre una variedad de microsustratos, en particular hidrozoarios y algas (Zaffaroni 2000; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; CC; AC). Su presencia de extendería hasta al menos ca. 25 m (Layerle & Scarabino 1984; FS). *Parvoanachis isabellei* ha sido hallado en el submareal somero de Cerro Verde (FS); su talla reducida y su asociación han aparentemente limitado el número de registros vivientes en el área.

*Tegula patagonica* (Trochidae) se extiende desde el submareal (por los menos 1 m) hasta los BMP (Milstein *et al.* 1976; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Demicheli & Scarabino en este volumen).

La liebre de mar *Aplysia brasiliiana* (Anaspidea) ocurre en forma abundante en años con influencia inusual de aguas cálidas (JCZ obs. pers.; M. Demicheli com. pers.). Información proporcionada por pescadores indica que por lo menos algunos individuos sobreviven durante el invierno en la costa de Rocha, habiéndose encontrado ejemplares en Valizas y Punta de La Coronilla (P. Miller, com. pers.; C. Romero, com. pers.).

La única especie de nudibranquio citada para el área y hábitat es *Polycera marplatensis* (Riestra *et al.* 1992). Sin embargo, al menos otras tres especies de nudibranquios han sido halladas y se encuentran en estudio (FS).

*Fissurellidea megatrema* (Fissurellidae), *Calliostoma jucundum*, *Calliostoma carcellesi*, *Calliostoma coppingeri* (Calliostomatidae), *Cabestana felipponei* (Ranellidae) y *Fusinus frenguelli* (Fasciolaridae) han sido ubicados en BMP o zonas cercanas (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Figueiras & Sicardi 1980). De estas especies, *C. coppingeri*, *C. jucundum* y *C. felipponei* así como *Muricopsis necocheana* (Muricidae), ocuparían preferentemente sustratos consolidados a partir de ca. 20 m de profundidad (M. Aguilera com. pers.; FS). *Urosalpinx cala* (Muricidae) posee una distribución similar pero a partir de zonas más someras (Zaffaroni 2000; M. Aguilera com. pers.). *Lucapinella henseli* (Fissurellidae) es mayormente conocida de conchillas halladas en la resaca (Figueiras &

Sicardi 1971; JCZ; FS; MNHNM) y se posee un único registro viviente para el área, aunque sin detalle de procedencia (JCZ). Todas estas especies conforman un grupo cuya distribución en el área es muy poco conocida debido a la falta de muestreo en fondos consolidados. *Calliostoma militare* sería también una de estas especies, aunque particularmente enigmática en la zona: se conocen unas pocas conchillas de Bahía de Maldonado y La Paloma (MNHNM; FS; JCZ).

*Trophon pelseneeri* y *Trophon patagonicus* (Muricidae) habitan los BMP, aunque su presencia en estos no es exclusiva (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Figueiras & Sicardi 1980; Pastorino 2005a; FS; JCZ).

Las lapas del género *Crepidula* (Calyptraeidae), que poseen particular variabilidad fenotípica y diversidad críptica (ver Collin 2000; Simone *et al.* 2000; Simone 2006 y referencias allí), no han sido estudiadas en detalle en aguas uruguayas. *Crepidula protea* está presente desde el submareal somero hasta al menos 22 m (Milstein *et al.* 1976; Hoagland 1983; Layerle & Scarabino 1984; FS). Ejemplares de morfología similar a *Crepidula argentina* y *Crepidula intratesta* se hallan en los BMP y en conchillas pagurizadas por *Dardanus insignis* (Decapoda: Anomura) a partir de 20 m (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Hoagland 1983, como *Crepidula plana*; FS).

*Calyptraea centralis* (Calyptraeidae), citada sin detalle por Figueiras & Sicardi (1980) para Uruguay, ha sido detectada viviente en fondos de conchilla en Isla de Lobos (10 m) y frente a José Ignacio (25 m) (FS) y sus conchillas son frecuentes en la resaca de La Paloma y Punta del Este (JCZ). Esta especie no ha sido revisada taxonómicamente y podría formar un complejo de especies no reconocidas aún. Los registros de *Trochita pileolus* para el área (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984) podrían estar basados en *C. centralis*, tal como lo plantean para al menos parte de su concepto previo Figueiras & Sicardi (1980).

#### Microgasterópodos asociados a invertebrados bentónicos (fondos consolidados e in consolidados)

De acuerdo con lo conocido para esta familia (ver Kosuge 1966), la presencia de Triphoridae en la zona (Figueiras & Sicardi 1972) se vincularía a poríferos, los cuales se encuentran mayormente asociados a fondos consolidados. Aun cuando no se ha muestreado específicamente, es incierta su presencia en el área ya que sólo se han detectado conchillas vacías siempre con cierto grado de desgaste (JCZ; FS), pudiéndose tratar de material subfósil. Bouchet (1984) discute las limitaciones para la determinación de Triphoridae únicamente sobre la base de conchillas. *Triphora medinae* y "*Triphora pulchella*" han sido mencionadas para el Puerto de La Paloma, así como para Playa Portezuelo y Bahía de Maldonado en el segundo caso (Figueiras & Sicardi 1972; JCZ). "*Triphora pulchella*" (non *Cerithium pulchellum* C. B. Adams, 1850, un Cerithiopsidae) es un nombre aplicado incorrectamente a Triphoridae del Atlántico Occidental. Rojas & Martínez (1999) asignan materiales propios pro-

venientes de Punta Rasa, coincidentes en morfología general con los registrados por Piñeiro *et al.* (1992), a *Marshallora nigrocinta*.

Los Cerithiopsinae ocuparían el mismo hábitat que los Triphoridae (ver Marshall 1978), pero en cambio se han detectado en buen estado conchillas de dos especies en Maldonado y Rocha (JCZ; MNHNM). Una fue mencionada para el Cuaternario por Piñeiro *et al.* (1992) como *Cerithiopsis* aff. *emersoni*. La otra especie corresponde a la mencionada sin detalle para la costa uruguaya por Figueiras & Sicardi (1972) como *Cerithiopsis greeni*. Esta identidad debe confirmarse en el área, al igual que su estatus en todo el Atlántico Sudoccidental. El material registrado por Layerle & Scarabino (1984) como *Ataxocerithium pullum* para 22 y 43 m podría corresponder a alguna de estas dos especies por razones biogeográficas. *Seila adamsii* (Cerithiopsidae) ha sido mencionada sin detalle para la costa uruguaya por Figueiras & Sicardi (1980). El material colectado de este género consiste en conchillas halladas en la resaca de Playa Portezuelo, Bahía de Maldonado y La Paloma (JCZ; MNHNM) y es asignado preliminarmente a esta especie, cuyo concepto debe revisarse dada la probable existencia de un complejo de especies (ver Rolan & Fernandes 1990).

Los Epitoniidae son taxonómica y morfológicamente diversos en el área y consecuentemente han sido poco estudiados o merecen revisiones detalladas. Su característica asociación con cnidarios, especialmente Actiniaria (ver e.g. Robertson 1981; 1983 y referencias allí), implica su presencia en diversos fondos, aunque tienden a ser inusuales en aquellos estrictamente fangosos (limo-arcilla) (FS). *Epitonium georgettinum* y *Epitonium striatellum* son las especies de mayor talla y propias del Atlántico Sudoccidental, y al igual que *Epitonium denticulatum*, *Epitonium arnaldoi*, *Epitonium candeanum*, *Epitonium* aff. *unifasciatum* y *Epitonium albidum* han sido mencionados para la costa uruguaya (Clench & Turner 1951; 1952; Figueiras & Sicardi 1972; Layerle & Scarabino 1984; ver Scarabino 2004b). Salvo *E. arnaldoi* (para la cual sin embargo también se ha propuesto su sinonimización con *Epitonium angulatum*, especie del Caribe), estas últimas especies han sido descritas para el Caribe y costa de USA. Es necesario revisar el concepto actual de las mismas a lo largo de su distribución propuesta en el Atlántico Occidental. *Gyroscala xenicima* (♀, Epitoniidae) parece tener reclutamientos ocasionales en el área según unos pocos registros de conchillas para La Paloma y Portezuelo (JCZ; MNHNM). La distribución de esta especie es la costa uruguaya es coincidente con lo conocido para otras áreas donde ha sido registrada (ver García 2003).

Figueiras & Sicardi (1972; 1980) registraron someramente varias especies de Eulimidae pertenecientes a *Eulima* y *Melanella*, en general basados en conchillas en mal estado (JCZ). Unos pocos registros adicionales de estos géneros provienen del área a partir de 20 m (Layerle & Scarabino 1984; JCZ; FS). Figueiras & Sicardi (1980) agregan el hallazgo de conchillas de una especie que atribuyen a *Sabinella* en la resaca de Punta Ballena. Se ha

registrado *Microeulima* sp. (♂) en muestras de fondo extraídas en Isla de Lobos y en la resaca de la Bahía de Maldonado (FS; JCZ). Cachés (1973) citó *Eulima bifasciata* en el contenido estomacal de asteroideos capturados en el Banco del Plata (30 millas al S de Punta del Este), sobre fondo arenoso. Los Eulimidae, típicos parásitos de equinodermos, están pobremente conocidos a nivel mundial en relación a su abundancia; los registros uruguayos requieren revisión basados en material colectado vivo que permita un estudio más adecuado (Warén 1992; Warén com. pers.).

Los Pyramidellidae son particularmente diversos y poco estudiados en el área (ver Figueiras & Sicardi 1974; 1980). Robertson & Mau-Lastovicka (1979) y referencias allí, discuten a asociación de las especies de esta familia con otros macroinvertebrados bentónicos. El género *Turbonilla* (s. l.) está representado en la costa uruguaya por las siguientes especies previamente citadas: *Turbonilla aracruzensis*, *Turbonilla atypha*, *Turbonilla dispar*, *Turbonilla macaensis*, *Turbonilla rushii*, *Turbonilla sanmatiensis* y *Turbonilla uruguayensis*, así como por numerosas otras bajo estudio (Pilsbry 1897b; Bush 1900; Figueiras & Sicardi 1974; 1980; Castellanos 1982; Layerle & Scarabino 1984; Pimenta & Absalão 2001; 2004; JCZ). *Turbonilla farinatieae* (♂) posee una amplia distribución en el área, mientras que *Turbonilla midasi* (♂) ha sido registrada puntualmente frente a Rocha y *Turbonilla paralaminata* (♀) para Bahía de Maldonado (conchillas) (JCZ). Otras citas para el área (*T. interrupta*, *T. americana* y *T. fasciata*) son erróneas y/o sus conceptos se encuentran en revisión (Pimenta & Absalão 2001a; JCZ). *Boonea jadisi* y *Boonea seminuda* han sido registradas en la costa de Maldonado y Rocha (Figueiras & Sicardi 1974; 1980), incluyendo ejemplares vivientes (JCZ). Se han hallado también conchillas coincidentes con *Chrysallida multituberculata* (♀) (Bahía de Maldonado y Portezuelo) y *Chrysallida dux* (♀) (La Paloma y Cabo Polonio). *Eulimastoma canacalculatum* habita una variedad de fondos y sus conchillas son usuales en la resaca de Maldonado y Rocha (Figueiras & Sicardi 1980; Layerle & Scarabino 1984; JCZ; FS). Scarabino *et al.* (2003) registraron Pyramidellidae para el submareal somero de Cerro Verde (Rocha), que corresponden a *Eulimastoma*. *Careliopsis styliformis* es únicamente conocida en el área a través de conchillas ubicadas en la Bahía de Maldonado (Zaffaroni 1991; FS; ver Pimenta & Absalão 2001b); *Eulimella argentina* fue registrada en la misma condición para La Paloma (Figueiras & Sicardi 1974). *Iselica anomala* (Amathinidae) es únicamente conocida de conchillas vacías halladas en la resaca de los departamentos de Maldonado y Rocha (JCZ; FS).

## CONCLUSIONES

A nivel nacional son pocas y generalmente preliminares las revisiones taxonómicas y los relevamientos malacofaunísticos (ver Scarabino *et al.* 2003).

El rango de profundidad aquí considerado está ocupado mayormente por especies de origen subtropical y templado, tal como lo establecieron Escofet *et al.* (1979),

Maytía & Scarabino (1979) y Layerle & Scarabino (1984). Hasta el momento no han sido detectadas en el área especies propias, estando la mayoría de la malacofauna compartida con regiones inmediatas (litorales de la Provincia de Buenos Aires, Argentina y del Estado de Rio Grande do Sul, Brasil) (ver Castellanos 1970; Rios 1994). El pobre conocimiento de numerosos grupos, en especial aquellos de hábitos o distribución más restringida, permite plantear como hipótesis de trabajo el hallazgo futuro de especies endémicas.

Hasta el momento se han registro al menos 140 especies en el área. Los Olividae (14 spp.) y Nassariidae (7) están bien representados debido a la diversidad de *Olivancillaria* (7) y *Buccinanops* (5), géneros representados en una variedad de fondos inconsistentes del área y endémicos del Atlántico Sudoccidental.

El RdIP y otros ambientes estuariales son habitados por 14 especies (Tabla 2) de las cuales seis son propiamente estuarinas; el género *Heleobia* domina estos ambientes.

**Tabla 2.** Número de especies de Gastropoda presentes en el área según algunos clados y unidades ambientales consideradas. RdIP y oae=Río de la Plata y otros ambientes estuariales; Paa=Playas arenosas atlánticas; Sia=Sustratos inconsistentes atlánticos; Fac=Sustratos atlánticos consolidados; Maib=Microgasterópodos asociados a invertebrados bentónicos.

Taxón	RdIP y oae	Paa	Sai	Sac	Maib
Patellogastropoda	-	-	-	1	-
Vetigastropoda	-	-	5?	8	-
Cerithioidea	-	-	1	-	-
Littorinimorpha	4	-	15?	6?	5
Ptenoglossa	-	-	2?	-	18
Neogastropoda	5	18	27	10	-
Heterobranchia	5	-	9	6	17
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>55</b>	<b>31</b>	<b>40</b>

## Prioridades y perspectivas de investigación

Desde un punto de vista taxonómico y faunístico, la mayor prioridad de investigación de los Gastropoda marinos y estuarinos de la costa uruguaya se encuentra en los grupos cuyas dimensiones son generalmente inferiores a 10 mm.

El género *Heleobia* posee una gran relevancia ecológica en el área (ver e.g. Castro *et al.* en este volumen; Muniz *et al.* en este volumen; Giménez en este volumen; Bonilla *et al.* en este volumen), lo que sumado a las consideraciones efectuadas aquí, lo indican como prioridad máxima.

También son prioridad taxa con diverso grado de asociación y simbiosis con poríferos, antozoos, poliquetos, crustáceos, equinodermos y briozoos (Epitoniidae, Eulimidae, Triphoridae, Cerithiopsidae y Pyramidellidae y Nudibranchia), así como los Trochoidea y Vitrinellidae. Esto implica la necesidad de búsquedas específicas en los mencionados microhábitat, que se vinculan en mayor medida a sustratos duros, utilizando técnicas especialmente dirigidas y efectivas (i.e. malla 0.5 mm, rastra Warén, enmalladores bentónicos, buceo, aspiradora, lavado de sustratos).

El uso de técnicas de biología molecular sobre grupos ya "estabilizados" en términos de taxonomía alfa (e.g. Fissurellidae, Olividae y Volutidae) es asimismo fundamental para detectar posibles especies crípticas.

La necesidad de establecer el estado vivo o muerto del material reportado en cualquier estudio es básico, dado el gran potencial de preservación de las conchillas y la posibilidad consecuente de establecer rangos ecológicos o inclusive faunísticos falsos. Este último se refiere a la posibilidad de considerar especies como vivientes en aguas uruguayas, basados en conchillas subfósiles o transportadas por grampones de la feofita *Macrocystis pyrifera* (ver Scarabino & Zaffaroni 2004; Scarabino & Ortega 2004; Scarabino 2004b).

Los fondos entre 30 y 50 m representan zonas de mayor interés para el hallazgo de nuevas especies, mientras que el área comprendida entre Montevideo y Punta Negra, así como el Río de la Plata exterior, lo es para caracterizar la eurihalinidad de todas las especies. El relevamiento del sector José Ignacio-La Paloma permitiría inventariar una zona particularmente poco conocida y de interés biogeográfico.

Otras prioridades y perspectivas de investigación para el grupo en cuestión han sido discutidas para el resto de los invertebrados bentónicos del área (ver Scarabino en este volumen).

#### Implicancias para la conservación y el manejo

Scarabino (2004a) ha planteado la dificultad de evaluación del estado de conservación de la malacofauna marina y estuarina uruguaya dada la escasez de estudios faunísticos, taxonómicos, biológicos y ecológicos, así como la falta de estudios nacionales sobre el impacto antrópico en zonas inter-submareales someras estuarinas y rocosas. Destaca asimismo la necesidad de la implementación de áreas marinas protegidas y de enfoques multiespecíficos y ecosistémicos para las pesquerías de arrastre, aun cuando se carece de información sobre el impacto de estas últimas en la malacofauna.

Son también de relevancia mayor el manejo adecuado de aguas de lastre y del químico tributiltina (TBT), por sus implicancias respectivas para la contaminación biológica y de masculinización de las poblaciones de gasterópodos (Carlton 1999; Penchaszadeh *et al.* 2001).

Defeo *et al.* (1997) analizaron el impacto del Canal Andreoni sobre los gasterópodos de la playa arenosa La Coronilla-Barra del Chuy, el cual afecta negativamente a toda la comunidad de invertebrados de esta última (ver Lercari & Defeo en este volumen y Defeo *et al.* en este volumen). Para esta zona Scarabino (2004a) reportó una declinación poblacional para *O. contortuplicata*, y la necesidad de evaluar el estatus de conservación de *O. teaguei* y *O. formicacorsii*. Pese al mencionado impacto, el o los factores involucrados en la declinación de *O. contortuplicata* son inciertos, pudiendo estar involucrados también una mortandad masiva y la intensa explotación por parte de coleccionistas (Scarabino 2004a).

*Adelomelon beckii* es intensamente explotado con fines ornamentales aunque sin ninguna regulación. Esta situación, junto a los particulares aspectos biológicos de esta especie (i.e. crecimiento lento, baja densidad, desarrollo directo), hacen muy proclives al colapso a sus poblaciones. Resulta entonces urgente implementar medidas de manejo para este volúcido (Scarabino 2004a).

La sobreexplotación de *P. brasiliana* en la costa de Rocha es producto de varias carencias vinculadas a la administración de las pesquerías de Volutidae en Uruguay (ver Fabiano *et al.* 2000; Riestra *et al.* 2000; Masello 2000), la mayoría de las cuales aún subsisten.

Otras implicancias o actividades de conservación y manejo necesarias para este grupo coinciden con las discutidas por Scarabino (en este volumen) para el resto de los invertebrados bentónicos de la costa uruguaya.

#### AGRADECIMIENTOS

Las siguientes personas e instituciones contribuyeron a este trabajo brindando: acceso a colecciones y uso de equipamiento (A. Toscano, E. Cohen, MUNHINA, Centro Interdisciplinario para el Desarrollo -CID-, Karumbé y DINARA), oportunidades y amplia colaboración durante muestreos (P. Puig, Y. Marín, E. Chiesa, A. Masello, O. Defeo, L. Delfino, S. Maytía, M. Laporta, A. Estrades, A. Fallabrino) y observaciones realizadas (M. Aguilera, J. Chocca, M. Demicheli, P. Etchegaray, R. Fontaina, P. Miller, A. Reboledo, C. Romero, A. Segura, M. Zarucki, Karumbé). A todos ellos nuestro sincero agradecimiento. FS agradece a V. Scarabino, P. Bouchet y A. Warén, quienes ayudaron a través de su experiencia a la percepción de varios aspectos aquí planteados. A. Warén también confirmó la identificación de *Microeulima* sp. Parte de los muestreos considerados fueron efectuados en el marco del Proyecto ECOPLATA III. A. C. agradece a la CSIC (Comisión Sectorial de Investigación Científica), a PEDECIBA y a la Fundación Whitley Laing (Rufford Small Grants for Nature Conservation) por las financiaciones que permitieron la recopilación y análisis de información existente de relevancia para este artículo, así como la realización de muestreos. Este trabajo se pudo realizar gracias al apoyo del CID y Karumbé, y especialmente M. Amato, quien proporcionó facilidades indispensables para su concreción.

#### REFERENCIAS

- Abbott RT 1968 The helmet shells of the World (Cassidae). Part I. Indo-Pacific Mollusca 2(9):7-202
- Absalão RS & RF Louro 2002 Variação morfológica da genitália masculina nas espécies do complexo *Littorina ziczac* (Mollusca, Gastropoda, Littorinidae) procedentes da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Biociências 10(1):115-125. Porto Alegre
- Absalão RS & RAP Roberg 1999 Complexo *Littorina ziczac* (Gmelin) (Mollusca, Gastropoda, Caenogastropoda) no litoral fluminense: análise morfométrica, distribuição vertical e bioquímica. Revista Brasileira de Zoologia 16(2):381-395
- Absalão RS & RS Gomes 2001 The species usually reported in the subgenus *Brochina* (*Caecum*, Caecidae, Caenogastropoda) from

- Brazil and some relevant type specimens from western Atlantic. *Bolletino Malacologico* 37(1-4):9-22
- Allmon WD** 1990 Review of the *Bullia* Group (Gastropoda: Nassariidae) with comments on its evolution, biogeography, and phylogeny. *Bulletins of American Paleontology* 99(335): 179 pp
- Amaro J** 1974 Noticia sobre una campaña exploratoria a bordo de "Striker" durante el verano de 1971-1972. *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):15-17. Montevideo
- Amaro-Padilla J** 1967 El mejillón de la Bahía de Maldonado. *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 2(1):81-93. Montevideo
- Andrade SCS Magalhães CA & VN Solferini** 2003 Patterns of genetic variability in Brazilian littorinids (Mollusca): a macrogeographic approach. *Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research* 41(4):249-255
- Bandel K & D Kadolsky** 1982 Western Atlantic species of *Nodilittorina* (Gastropoda: Prosobranchia): comparative morphology and its functional, ecological, phylogenetic and taxonomic implications. *The Veliger* 25:1-42
- Barattini LP** 1951 Malacología uruguaya. Enumeración sistemática y sinónima de los moluscos del Uruguay. *Publicaciones Científicas del SOYP (Servicio Oceanográfico y de Pesca)* (6):179-293. Montevideo
- Barattini LP & EH Ureta** 1961 ("1960") La fauna de las costas del este (invertebrados). *Publicaciones de Divulgación Científica, Museo "Dámaso Antonio Larrañaga"*, 195 pp. Montevideo
- Batallés LM** 1983 La comunidad de mejillón *Mytilus edulis platensis* (d'Orbigny, 1846) de Punta del Chileno (Maldonado Uruguay): distribución, composición y estructura de la población. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 73 pp (Inédita)
- Batallés LM García V & A Malek** 1985 Observaciones sobre la zonación en el litoral rocoso de la costa uruguaya. I. Reconocimiento de los niveles superiores del sistema litoral: Cabo Polonio (Depto. de Rocha, Uruguay). *Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(2):42-50. Montevideo
- Bequaert JC** 1943 The genus *Littorina* in the Western Atlantic. *Johnsonia* 1(7):1-27
- Bergh R** 1884 Report of the Nudibranchia dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Voyage H.M.S. Challenger during the years 1873-76 under the command of Captain George S. Nares, R. N., F. R. S. and the late Captain Frank Tourle Thomson, *Zoology*, 10:1-154, 14 láms.
- Beu AG** 1978 The marine fauna of New Zealand: the molluscan genera *Cymatona* and *Fusitriton* (Gastropoda, Family Cymatiidae). *New Zealand Oceanographic Institute Memoir* (65):43 pp.
- Bieler R & PM Mikkelsen** 1988 Anatomy and reproductive biology of two Western Atlantic species of Vitrinellidae, with a case of protandrous hermaphroditism in the Rissoacea. *The Nautilus* 102(1):1-29
- Bier R** 1985 Estudio de la macrofauna bentónica del curso inferior del Arroyo Solís Grande (Canelones-Maldonado, Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. i-v+140 pp (Inédita)
- Bouchet P** 1984 Les Triphoridae de Mediterranee et de la proche atlantique (Mollusca, Gastropoda). *Lavori S.I.M (Atti dei Simposio "Sistematica dei Prosobranchi del Mediterraneo")* (Bologna, 24-26 de settembre de 1982) 21:5-8. Milano
- Bouchet P & A Warén** 1986 Revision of the northeastern Atlantic bathyal and abyssal Acclididae, Eulimidae, Epitonidae (Mollusca, Gastropoda). *Bolletino Malacologico, Supplemento* 2:299-576
- Burch JQ & RL Burch** 1964 The genus *Agaronia* J. E. Gray, 1839. *The Nautilus* 77(4):110-114 lám 6 y 7
- Bush KJ** 1900 Description of new species of *Turbonilla* of the Western Atlantic fauna, with notes on those previously known. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*:145-177 lám 8
- Cachés MA** 1973 *Volvulella persimilis* (Morch, 1875), *Eulima bifasciata* d'Orbigny, 1842 y *Stylocheilus citrinus* (Rang, 1828), tres nuevas especies para aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(25):295-298, 1 lám
- Cachés MA** 1980 Nota sobre la biología de los depósitos fangosos circalitorales frente a Punta del Este, Uruguay. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2):73-74. San Pablo
- Carcelles AR** 1953 Nuevas especies de gasterópodos marinos de las Repúblicas Oriental del Uruguay y Argentina. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 70(4):1-16, 5 lám
- Carcelles AR & JJ Parodiz** 1939 Dorsaninae argentinas y uruguayas. *Physis* 17(49):745-769. Buenos Aires
- Carranza A Scarabino F & L Ortega** En prensa. Distribution of large benthic gastropods in the Uruguayan continental shelf and the Río de la Plata estuary. *Journal of Coastal Research*
- Castellanos ZA de** 1970 ("1967") Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires* 8:1-365
- Castellanos ZA de** 1982 Los Pyramidellidae de la República Argentina (Moll. Entomotaeniata). *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Hydrobiologia* 2(7):61-85. Buenos Aires
- Castellanos ZA de & D Fernández** 1965 Consideraciones sobre las especies del género *Olivella* y una nueva especie para la Argentina (Mollusca, Gastropoda). *Neotrópica* 11 (36):101-104. La Plata
- Castellanos ZA de & D Fernández** 1967 Nuevos aportes a los Pyrenidae de Argentina (Moll. Gastropoda). *Neotrópica* 13 (41):49-52. La Plata
- Clench WJ & RD Turner** 1951 The genus *Epitonium* in the Western Atlantic. Part I. *Johnsonia* 2(30):249-287
- Clench WJ & RD Turner** 1952 The genera *Epitonium* (Part II), *Depressiscula*, *Cylindriscula*, *Nystiella* and *Solutiscula* in the Western Atlantic. *Johnsonia* 2(31):289-356
- Collin R** 2000 Phylogeny of the *Crepidula plana* (Gastropoda: Calyptraeidae) cryptic species complex in North America. *Canadian Journal of Zoology* 78:1500-1514
- Collin R** 2005 Development, phylogeny, and taxonomy of *Bostrycapulus* (Caenogastropoda; Calyptraeidae), an ancient cryptic radiation. *Zoological Journal of the Linnean Society* 144:75-101
- Costa PMS** 2005 Estudo taxonômico dos representantes da Família Columbellidae Swainson, 1840 (Mollusca, Caenogastropoda) da costa brasileira. Tesis de Doctorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro-Museu Nacional, Rio de Janeiro. I-xx+291 pp (Inédita)
- da Silva MCP & IL Veitenheimer-Mendes** 2004a Nova espécie de *Heleobia* (Rissooidea, Hydrobiidae) da planície costeira do sul do Brasil. *Iheringia (Série Zoológica)* 94(1):89-94. Porto Alegre
- da Silva MCP & IL Veitenheimer-Mendes** 2004b Transferência do gênero monotípico *Parodizia* Medina de Bithyniidae (Gastropoda, Prosobranchia) para Pyramidellidae (Gastropoda, Heterobranchia). *Revista Brasileira de Zoologia* 21(2):277-280



- d'Orbigny A** 1834-1847 Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la République orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivia, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833, 5(3): Mollusques:i-xlii 1-758 lám 1-85. París/Estrasburgo
- Defeo O Brazeiro A & G Riestra** 1997 ("1996") Impacto de la descarga de un canal artificial en la biodiversidad de gasterópodos en una playa de arena de la costa atlántica uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(70/71):13-18
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macrofauna in the Atlantic coast of Uruguay. Journal of Coastal Research 8:830-839
- Demicheli MA** 1986 ("1984") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portezuelo. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 6 (47):235-241, 4 mapas
- Demicheli MA** 1987b ("1985") Estudios exploratorios del Infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 6(49):301-309, 3 mapas
- Escofet A Gianuca N Maytía S & V Scarabino** 1979 Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29° y 43° S: consideraciones generales y esquema biocenológico. Pp 245-258 In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO ROSTLAC
- Fabiano G Riestra G Santana O Delfino E & R Foti** 2000 Consideraciones sobre la pesquería del caracol fino *Zidona dufresnei* (Mollusca, Gastropoda) en el Uruguay: Período 1996-1998. Pp 114-142 In: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Figueiras A** 1964 La malacofauna dulceacuícola del Uruguay. Ensayo de catálogo sistemático y sinonímico. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 1(7):161-202
- Figueiras A & OE Sicardi** 1968 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay (Parte II). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 2(15):255-273, 2 lám
- Figueiras A & OE Sicardi** 1971 ("1970") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte V. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(19):25-347 lám 8
- Figueiras A & OE Sicardi** 1972 ("1971") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VI. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(21):101-127 lám 9-11
- Figueiras A & OE Sicardi** 1973a ("1972") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VII. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(22):169-186 lám 12-13
- Figueiras A & OE Sicardi** 1973b Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VIII. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(25):259-286 lám 14-17
- Figueiras A & OE Sicardi** 1974 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte IX. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(26):323-352 lám 18-21
- Figueiras A & OE Sicardi** 1980 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección II - Gastropoda y Cephalopoda. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 5(38):179-272 lám 3-6
- Gaillard MC** 1974 Una nueva *Littoridina* de albufera. Neotrópica 20(62):104-106. La Plata
- García EF** 2003 *Gyroscala turnerae* (Gastropoda: Epitoniidae), a western Atlantic junior synonym of the Indo-Pacific *Gyroscala xenicima* (Melvill & Standen, 1903). American Conchologist 31(2):21-25
- Giberto DA Bremec CS Acha EM & H Mianzan** 2004 Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Río de la Plata estuary and adjacent shelf waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science (61):1-13
- Giménez L Borthagaray A Rodríguez M Brazeiro A & C Dimitriadis** 2005 Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-bottom sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. Helgoland Marine Research 59:224-236
- Gomes RS & RS Absalão** 1996 Lista comentada e ilustrada dos Ceacidae (Mollusca, Prosobranchia, Mesogastropoda) da Operação Oceanográfica GEOMAR XII. Revista Brasileira de Zootologia 13(2):513-531
- Hoagland RE** 1983 Ecology and larval development of *Crepidula protea* (Prosobranchia: Crepidulidae) from southern Brazil: a new type of egg capsule for the genus. The Nautilus 97(3):105-109
- Jorcín A** 1999 Temporal and spatial variability in the macrozoobenthic community along a salinity gradient in the Castillos Lagoon (Uruguay). Archiv für Hydrobiologie 146(3):369-384
- Juanicó M & M Rodríguez-Moyano** 1976 ("1975") Composición faunística de la comunidad de *Mytilus edulis platensis* d'Orbigny, 1846, ubicada a unas 55 millas al SE de La Paloma. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(29):113-116
- King PP & WJ Broderip** 1832 Description of the Cirrhipeda, Conchifera and Mollusca, in a collection formed by the officers of H.M.S Adventure and Beagle employed between the years 1826 and 1830 in surveying the Southern Coasts of South America, including the Straits of Magalhaens and the Coast of Tierra del Fuego. Zoological Journal 5:332-349
- Klappenbach MA** 1961 Una nueva especie de *Buccinanops* de la costa atlántica uruguaya y sudbrasileña (Moll. Gastr.). Neotrópica 7(24):87-91. La Plata
- Klappenbach MA** 1962 Nuevo subgénero y especie de *Olivella* de la costa atlántica del Uruguay. Archiv für Molluskenkunde 91(1/3):95-98
- Klappenbach MA** 1964a A new species of *Olivancillaria* from Uruguay and Brazil. The Nautilus 77(4):132-134
- Klappenbach MA** 1964b La familia Caecidae (Moll. Gastr.) en aguas uruguayas. I. Dos especies descritas por el Marqués De Folin. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 1(6):145-149, 1 fig.
- Klappenbach MA** 1965 Consideraciones sobre el género *Olivancillaria* d'Orbigny, 1840 (Moll. Gastr.) y descripción de dos nuevas especies de aguas argentinas y uruguayas. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 8(104):1-10, 2 lám
- Klappenbach MA** 1967 Nuevos hallazgos de *Polystira formosissima* (E. A. Smith, 1915) (Moll. Gastropoda) en la costa atlántica sudamericana. Neotrópica 13(41):73-76. La Plata
- Klappenbach MA** 1991a *Olivella riosi* (Mollusca, Gastropoda, Olividae) nueva especie obtenida en aguas de la plataforma continental uruguaya y del extremo sur del Brasil. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 12(175):1-9
- Klappenbach MA** 1991b ("1989") Notas sobre *Olivella* Swainson, 1831. I. Comentarios sobre nomenclatura en dos especies de *Olivella* (Moll. Gastr.) del Atlántico Sur. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 7(56/57):117-122

- Kosuge S** 1966 The family Triphoridae and its systematic position. *Malacologia* 4(2):297-324
- Layerle C & Scarabino** 1984 Moluscos del frente marítimo uruguayo entre los 9 y 78 m de profundidad: análisis biocenológico. *Contribuciones (Departamento de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias)* 1(9):1-17. Montevideo
- Marshall BA** 1978 Cerithiopsidae (Mollusca: Gastropoda) of New Zealand, and a provisional classification of the family. *New Zealand Journal of Zoology* 5:47-120
- Masello A** 2000 Análisis histórico de la pesquería de caracol en el Uruguay. Período 1991-1997. Pp 82-113 *In*: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Maytía S & V Scarabino** 1979 Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. Pp 149-160 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Métivier B** 1967 Mollusques Prosobranches: Fissurellidae, Acmaeidae et Patellidae. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. *Annales de l'Institut Océanographique* 47:115-125, 1 lám
- Milstein A Juanicó M & J Olazarri** 1976 Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resultados de la campaña del R/V "Hero", viaje 72-3A. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(50):143-164
- Mol JJ van Tursch B & M Kempf** 1967 Les Conidae du Bresil. Etude basée en partie sur les spécimens recueillis par la Calypso. *Annales de l'Institut Océanographique* 45(2):233-255, lám 5-10. Paris
- Muniz P & N Venturini** 2001 Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande stream estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). *Brazilian Journal of Biology* 61(3):409-420
- Neirotti E** 1981 Estudio comparativo de supralitoral y mesolitoral rocoso en diferentes localidades del estuario del Río de la Plata. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5(40):347-370
- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lagunar litoral oceánico. Pp 225-235 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Obenat S Ferrero L & E Spivak** 2001 Macrofauna associated with *Phyllochaetopterus socialis* aggregations in the southwestern Atlantic. *Vie et Milieu* 51(3):131-139
- Odhner NH** 1926 Die Opisthobranchien. Further Zoological Results of the Swedish Antarctic Expedition, 1901-1903, under the direction of Dr. Otto Nordenskjöld 2:1-100, 3 lám
- Orensanz JM Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigrán G Elías R López-Gappa JJ Obenat S Pascual M Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & EA Villarino** 2002 No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Parodiz JJ** 1939 Las especies de *Crepidula* de las costas argentinas. *Physis* 17(49):685-709, 1 lám. Buenos Aires
- Passadore C & L Giménez** 2003 Composición y variación intra-anual de la macroinfauna de la desembocadura del arroyo Pando. *Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay)*:125
- Pastorino G** 2005a A revision of the genus *Trophon* Montfort, 1810 (Gastropoda: Muricidae) from southern South America. *The Nautilus* 119(2):55-82
- Pastorino** 2005b The Recent Naticidae (Mollusca: Gastropoda) from the Patagonian coast. *The Veliger* 47(4):225-258
- Penchaszadeh PE Averbuj A & M Cledón** 2001 Imposen in gastropods from Argentina (south-western Atlantic). *Marine Pollution Bulletin* 42(9):790-791
- Pereira de Medina N** 1959 "Syrnolopsinae" en el Río de la Plata, República Oriental del Uruguay. *Neotrópica* 5(17):51-55. La Plata
- Pilsbry HA** 1897a List of mollusks collected in Maldonado Bay, Uruguay, by Dr. Wm. H. Rush, U. S. N. *The Nautilus* 11(1):6-9
- Pilsbry HA** 1897b New species of mollusks from Uruguay. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 49:290-298 lám 6 y 7
- Pimenta AD & RS Absalão** 2001a The genera *Bacteridium* Thiele, 1929 and *Careliopsis* Mörch, 1875 (Gastropoda: Pyramidellidae) from the east coast of South America. *Bolletino Malacologico* 37(1-4):41-48
- Pimenta AD & RS Absalão** 2001b Taxonomic revision of the species of *Turbonilla* Risso, 1826 (Gastropoda, Heterobranchia, Pyramidellidae) with type localities in Brazil, and description of a new species. *Basteria* 65(1/3):69-88
- Pimenta AD & RS Absalão** 2004 Fifteen new species and ten new records of *Turbonilla* Risso, 1826 (Gastropoda, Heterobranchia, Pyramidellidae) from Brazil. *Bolletino Malacologico* 39(5-8):113-140
- Piñeiro G Scarabino F & M Verde** 1992 Una nueva localidad fosilífera del Holoceno marino del Uruguay (Punta Rasa, Departamento de Maldonado). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay)* 7(2ª serie):61-62
- Riestra G Giménez JL & V Scarabino** 1992 Análisis de la comunidad macrobentónica infralitoral de fondo rocoso en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 11:123-127. Montevideo
- Riestra G Defeo O & A Brazeiro** 1997 ("1996") Dinámica de la zonación de gasterópodos en una playa disipativa micromareal. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(70-71):1-6
- Riestra G Fabiano G & O Santana** 2000 El caracol negro *Adelomelon brasiliense* como recurso no tradicional de importancia para el país: análisis socioeconómico de la pesquería y medidas precautorias de manejo. Pp 82-92 *In*: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Rios EC** 1994 Seashells of Brazil. *Museu Oceanográfico da Fundação Universidade do Rio Grande*, 329 pp, 102 lám
- Roberston R** 1981 ("1980") *Epitonium millecostatum* and *Coralliophila clathrata*: two prosobranch gastropods symbiotic with Indo-Pacific *Palythoa* (Coelenterata: Zoanthidae). *Pacific Science* 34(1):1-17
- Robertson R** 1983 Observations on the life history of the wentletrap *Epitonium albidum* in the West Indies. *American Malacological Union* 1:1-12
- Robertson R & T Mau-Lastovicka** 1979 The ectoparasitism of *Boonea* and *Fargoa* (Gastropoda: Pyramidellidae). *Biological Bulletin* 157:320-333
- Rodríguez-Moyano M** 1976 ("1975") *Drillia braziliensis* (E. A. Smith, 1915), nueva especie del género *Drillia* Gray, 1838 para aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(28):93-94

- Rojas A & S Martínez** 1999 Restricción actual en la distribución geográfica de algunos gastrópodos y bivalvos del Cuaternario del Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay):38
- Rolán E & F Fernandes** 1990 The genus *Seila* A. Adams, 1861 (Mollusca, Gastropoda, Cerithiopsidae) in the Atlantic Ocean. *Apex* 5(3-4):17-30. Bruxelles
- Scarabino F** 1999 Inventario de los moluscos bentónicos del Río de la Plata y su Frente Marítimo: estado actual del conocimiento, necesidades y perspectivas de estudio. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11 (Segunda Epoca):39
- Scarabino F** 2004a Conservación de la malacofauna uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(82/83):267-273
- Scarabino F** 2004b Lista sistemática de los Gastropoda marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(84/85-86/87):305-346
- Scarabino F & A Masello** 1996 Dos moluscos interesantes encontrados en un sector de la costa oeste de Montevideo: *Parodizia uruguayensis* (Gastropoda) y *Limnoperna fortunei* (Bivalvia). Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA: 27
- Scarabino F & L Ortega** 2004 Registros uruguayos de *Aulacomya atra atra* (Bivalvia: Mytilidae): rol de condiciones oceanográficas anómalas y de dispersión por feofitas flotantes. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(84/85-86/87):299-304
- Scarabino F & JC Zaffaroni** 2004 Estatus faunístico de veinte especies de moluscos citadas para aguas uruguayas. Comunicaciones Zoológicas (Museo Nacional de Historia Natural y Antropología) 13(202):1-15. Montevideo
- Scarabino F Clavijo M & M Laporta** 2003 Moluscos del intermareal-submareal somero rocoso de Cerro Verde, Departamento de Rocha. 2as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:26
- Scarabino F Menafra R & P Etchegaray** 1999 Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11 (Segunda Epoca):40
- Scarabino V** 1984 Clave para el reconocimiento de moluscos litorales del Uruguay. I. Gastropoda. Contribuciones del Departamento de Oceanografía (Facultad de Humanidades y Ciencias) 1(2):12-22. Montevideo
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de las playas arenosas del Depto. de Rocha (Uruguay), con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). Boletín de la Comisión Nacional de Oceanología 1(1):42-52, 2 lám, 1 mapa. Montevideo
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1976 ("1975") Carta bionómica litoral del departamento de Montevideo I. Niveles superiores del sistema litoral. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(29):117-126, 3 lám
- Simone LRL** 2006 Morphological and phylogenetic study of the Western Atlantic *Crepidula plana complex* (Caenogastropoda, Calyptraeidae), with the description of three new species from Brazil. *Zootaxa* (1112):1-64
- Simone LRL Pastorino G & PE Penschaszadeh** 2000 *Crepidula argentina* (Gastropoda: Calyptraeidae), a new species from the littoral of Argentina. *The Nautilus* 114:127-141
- Sprechmann P** 1978 The paleoecology and paleogeography of the Uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. *Zitteliana* 4:3-72 lám 1-6
- Van der Linden J & RG Moolenbeek** 2004 A survey of *Graphis* species from the West Indies with the description of two new species. *Gloria Maris* 43(2-3):1-13. Antwerpen
- Valdés A & YE Camacho-García** 2004 "Cephalaspidean" heterobranchs (Gastropoda) from the Pacific coast of Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55(26):459-497
- Venturini N Muniz P & M Rodríguez** 2003 Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology* 144:119-126
- Warén A** 1992 Comments on and descriptions of eulimid gastropods from Tropical West America. *The Veliger* 35(3):177-194
- Warén A** 1993 New and little known Mollusca from Iceland and Scandinavia. Part 2. *Sarsia* 78:159-20
- Warén A** 1994 Systematic position and validity of *Ebala* Gray, 1847 (Ebalidae fam. n., Pyramidelloidea, Heterobranchia). *Bolletino Malacologico* 30(5-9):203-210
- Watson RB** 1886 Report on the Scaphopoda and Gasteropoda (*sic*) collected by the H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage H.M.S. Challenger during the years 1873-76 under the command of Captain George S. Nares, R. N., F. R. S. and the late Captain Frank Tourle Thomson, Zoology, 15:i-v+1-756, 50 lám
- Williams ST Reid DG & DT Littlewood** 2003 A molecular phylogeny of the Littorininae (Gastropoda: Littorinidae): unequal evolutionary rates, morphological parallelism, and biogeography of the Southern Ocean. *Molecular Phylogeny and Systematics* 28(1):60-86
- Zaffaroni JC** 1990 ("1988") Presencia de *Acteocina recta* (d'Orbigny, 1841) (Gastropoda: Cephalaspidea) en aguas uruguayas. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 7(54/55):75-77
- Zaffaroni JC** 1991 ("1989") *Eulimella bermudensis* (Dall & Bartsch, 1911) y *Gastrochaena hians* (Gmelin, 1791), primera cita para aguas uruguayas. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 7(56/57):123-128
- Zaffaroni JC** 1994 ("1989") *Ovatella myosotis* (Draparnaud, 1801) en aguas uruguayas. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 7(62/63):271-272
- Zaffaroni JC** 2000 ("1998") Presencia de *Modiolus carvalhoi* (Mollusca, Pelecypoda) en aguas uruguayas. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(74/75):101-103
- Zaffaroni JC** En prensa. *Tectonatica pusilla* (Say, 1822) (Mollusca, Gastropoda): primera cita para aguas y depósitos holocenos uruguayos. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay

## Bivalvos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación

FABRIZIO SCARABINO\*, JUAN CARLOS ZAFFARONI, CRISTHIAN CLAVIJO, ALVAR CARRANZA & MARIANA NIN

\*fscara@gmail.com



### RESUMEN

Se presenta una síntesis y nueva información sobre faunística, distribución, taxonomía y conservación de la malacofauna uruguaya de Bivalvia marinos y estuarinos costeros (0-50 m). La misma está compuesta por más de 90 especies, de las cuales solo cuatro son estuarinas (los mitílidos *Brachidontes darwinianus*, *Mytella charruana*, el solecúrtido *Tagelus plebeius* y el corbuloideo *Erodona mactroides*) y nueve son marinas eurihalinas. En el Río de la Plata estos mitílidos dominan los fondos consolidados mientras que los inconsolidados son dominados por *E. mactroides* y el máctrido *Mactra isabelleana*. El mesodesmátido *Mesodesma mactroides* y el donácido *Donax hanleyanus* son los únicos bivalvos intermareales de las playas arenosas atlánticas uruguayas. Aquí los bancos de *M. mactroides* han colapsado debido a la sobrexplotación y a una mortalidad provocada por un protozoario. Taxones que contienen especies de talla inferior a 15 mm son propuestos como prioridad de inventario por su diversidad inexplorada o problemas taxonómicos: Galeommatoidea, Corbulidae, Nuculidae, *Lyonsia*, *Hiatella*, *Crenella* y *Abra*. La complejidad relativa a las poblaciones de *Mytilus* requiere asimismo importantes esfuerzos de la caracterización. En el área se explota artesanalmente *Mytilus edulis*, *Perna perna*, *M. mactroides*, *D. hanleyanus*, *T. plebeius* y *E. mactroides*, y *Pitar rostratus* en forma industrial. En todos los casos existen deficiencias en al menos uno de los siguientes aspectos: conocimiento biológico-pesquero, monitoreo, medidas de manejo y control, indicando la necesidad de enfocar esfuerzos hacia estas actividades. Otras prioridades de investigación y conservación coinciden con las propuestas para los gasterópodos de la misma área.

**Palabras clave:** almejas, ostras, mejillones, Río de la Plata, Uruguay

### ABSTRACT

A synthesis and new data on faunistics, distribution, taxonomy and conservation of the Uruguayan malacofauna of coastal marine (0-50 m) and estuarine Bivalvia is presented. This is composed by more than 90 species, of which only four are estuarine (the mytilids *Brachidontes darwinianus*, *Mytella charruana*, the solecurtid *Tagelus plebeius* and the corbuloid *Erodona mactroides*) and nine are marine eurihaline. In the Río de la Plata these mytilids dominate the consolidated bottoms while the unconsolidated ones are dominated by *E. mactroides* and the mactrid *Mactra isabelleana*. Muddy Atlantic bottoms are dominated by the nuculid *Ennucula uruguayensis*, the venerid *Pitar rostratus* and the corbulid *Corbula patagonica*. The mesodesmatid *Mesodesma mactroides* and the donacid *Donax hanleyanus* are the only intertidal bivalves inhabiting the Uruguayan Atlantic sandy beaches. Here the stocks of *M. mactroides* have collapsed due to overexploitation and mortality produced by a protozoan. Taxa containing species smaller than 15 mm in size are proposed as a priority for the inventory, given their unexplored diversity or taxonomic problems: Galeommatoidea, Corbulidae, Nuculidae, *Lyonsia*, *Hiatella*, *Crenella* y *Abra*. The complexity regarding the populations of *Mytilus* also requires strong efforts of research. The following species are exploited in the area (mainly by artisanal gathering): *Mytilus edulis*, *Perna perna*, *M. mactroides*, *D. hanleyanus*, *T. plebeius* y *E. mactroides*, while *Pitar rostratus* is exploited by the industrial fishery. All these resources contain deficiencies in at least one of the following aspects: biological and fisheries knowledge, monitoring, management and control measures, indicating the need to focus efforts on these activities. Other research priorities and implications for conservation coincide with those proposed for gastropods in the same area.

**Key words:** clams, oysters, mussels, Río de la Plata, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

La fauna uruguaya de Bivalvos marinos y estuarinos está compuesta por más de 172 especies y subespecies (Scarabino 2003). Este número es inicial dada la cantidad de material inédito presente en colecciones y las vastas zonas y hábitat sin muestrear; varios grupos particularmente relevantes o diversos requieren revisiones taxonómicas en forma prioritaria (Scarabino 2003; 2004).

Los bivalvos marinos y estuarinos costeros de Uruguay fueron analizados desde un punto de vista malacológico por una variedad de autores. Sin embargo,

se destacan por su alcance Barattini & Ureta (1961) y Figueiras & Sicardi (1968; 1969; 1970; 1971; 1980), quienes compilaron la información taxonómica y faunística incorporando información original. Sin embargo, aunque no fue explicitado por estos autores, muchos de sus registros se basaron en conchillas conjugadas o valvas, por lo que las referencias al hallazgo de una especie en determinada playa no implican que la misma ocupe ese hábitat en particular. Las limitantes que esto plantea al análisis ecológico de la información existente fueron mencionadas por Sprechmann (1978).

Por otra parte, Milstein *et al.* (1976) y Layerle & Scarabino (1984) proporcionaron información fundamental acerca de la distribución de los bivalvos del área, principalmente en relación al sustrato y la batimetría, y basada en material colectado vivo por rastreo y dragado respectivamente.

En este trabajo se presenta una puesta a punto del conocimiento sobre faunística, taxonomía y distribución de los Bivalvia marinos y estuarinos de la costa uruguaya (0-50 m), discutiéndose prioridades y perspectivas de investigación y conservación. Las limitaciones de este trabajo son las mismas que las expuestas por Scarabino *et al.* (en este volumen).

## METODOLOGÍA

Se consideraron las referencias publicadas (incluyendo resúmenes de congresos) desde d'Orbigny (1834-1847), primera obra referida a los bivalvos marinos y estuarinos uruguayos. Tesis inéditas también fueron consideradas.

Registros incorrectos o muy dudosos previamente discutidos no son incluidos aquí, parte de los cuales han sido tratados por Scarabino & Zaffaroni (2004). Se excluyeron *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) y *Corbicula* spp. (Corbiculidae), especies exóticas dulceacuícolas con cierta tolerancia a la salinidad. La sistemática utilizada es la detallada por Scarabino (2003).

El material examinado está depositado en las siguientes colecciones o consiste en los siguientes materiales (las abreviaciones colocadas luego de Montevideo corresponden a las utilizadas en el texto): (1) Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo, MNHNM). No ha sido posible analizar detalladamente la totalidad del material existente ni reanalizar el material estudiado por Layerle & Scarabino (1984), por la situación actual de la colección; (2) colección LP Barattini, Museo Zoológico Municipal "Dámaso A. Larrañaga" (Montevideo, LPB); (3) material obtenido por los primeros autores depositado en MNHNM (Montevideo, FS, CC, AC) y (4) colección privada de JC Zaffaroni (Montevideo, JCZ), de la cual material representativo será depositado en MNHNM.

Se consideraron las siguientes divisiones: (1) Río de la Plata (RdlP) y otros ambientes estuariales: costa de Montevideo, Canelones y Maldonado (hasta Punta Negra), así como desembocaduras de arroyos y lagunas costeras, tanto en el RdlP como en la costa atlántica. Se incluyen fondos arenosos, fangosos, rocosos y de fango consolidado, 0-10 m. (2) Playas arenosas atlánticas: desde Punta Negra hasta Barra del Chuy, 0-10 m. (3) Sustratos consolidados atlánticos: Punta Negra a límite Uruguay-Brasil, 0-50 m, incluyendo fondos rocosos, fangos consolidados, maderas, bancos someros de mitílidos (BMS) y bancos de *Mytilus edulis* de profundidad (BMP). (4) Sustratos inconsolidados atlánticos: RdlP exterior a límite Uruguay-Brasil, 10-50 m, existiendo enclaves fangosos en zonas más someras que son detalladas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### RdlP y otros ambientes estuariales

Trece especies de bivalvos marinos y estuarinos habitan esta zona, de los cuales sólo cuatro son estuarinos y habitan además las lagunas costeras y desembocaduras de arroyos. Sprechmann (1978) graficó la curva de Remane para la fauna de bivalvos del área, mostrando la coincidencia con otros estuarios del patrón de distribución y baja diversidad

### Sustratos inconsolidados

Dos especies son dominantes en estos fondos: *Erodona mactroides* (Erodonidae, Fig. 1) y *Macra isabelleana* (Mactridae, Fig. 1 y 2) (Carcelles 1941; Figueiras & Sicardi 1969; 1970; da Costa 1971; Scarabino *et al.* 1976; Sprechmann 1978). En el submareal del RdlP, *E. mactroides* y *M. isabelleana* ocupan fondos preferentemente fangosos (FS; Roux & Bremec 1996), coincidiendo ambas especies en la costa de Montevideo en su amplio rango ecológico y batimétrico. Hacia el W (desembocadura del Río Santa Lucía) *E. mactroides* resulta dominante, situación inversa con *M. isabelleana* hacia el E (Costa del Oro) (FS). La presencia de esta última en zonas más someras está condicionada por la existencia de ambientes más protegidos y con materia orgánica abundante (Scarabino *et al.* 1976).

La caracterización de la variación observable en *Macra* de la costa uruguaya no ha sido efectuada y discutida satisfactoriamente. Figueiras & Sicardi (1971) consideran para esta área (incluyendo costa del Río de la Plata) a *Macra petiti*, especie descrita en base a material colectado en Brasil (d'Orbigny 1846). Aun cuando se considera la existencia de ecotipos asociados a distintas salinidades y/o sedimentos (comparar figuras 1 y 2), la consideración de esta especie nominal para la zona e inclusive su sinonimización con *M. isabelleana* (Aguirre 1994) parece prematura.

*Erodona mactroides* y *Tagelus plebeius* (Solecurtidae) se encuentran en la desembocadura de Río Santa Lucía y de los arroyos Pando, Solís Chico, Solís Grande, Maldonado, Valizas y Chuy, así como en las lagunas José Ignacio, Garzón y Rocha, donde la primera ocupa una variedad de sustratos (Nión 1979; Bier 1985; Jorcín 1996; 1999; Santana & Fabiano 1999; Muniz & Venturini 2001; Olsson *et al.* 2003; Passadore & Giménez 2003; Giménez *et al.* 2005; FS; MNHNM). La presencia viviente de *T. plebeius* en la costa de Montevideo parecería estar asociada a zonas más protegidas (Scarabino *et al.* 1976).

*Erodona mactroides* se encuentra también en la Laguna del Diario (registrada por d'Orbigny 1846; y presente aún, P. Etchegaray com. pers.). En esta localidad podría haber estado presente también *T. plebeius* cuando la laguna se conectaba con la Bahía de Maldonado, de acuerdo con un registro de 1955 de "Barra de la Laguna del Diario" (MNHNM).

*Erodona mactroides* ha sido explotada comercialmente por pescadores artesanales en el Arroyo Solís Grande y en las lagunas de Garzón, Rocha y Castillos (Bier 1985; Santana & Fabiano 1999) mediante arrastre.

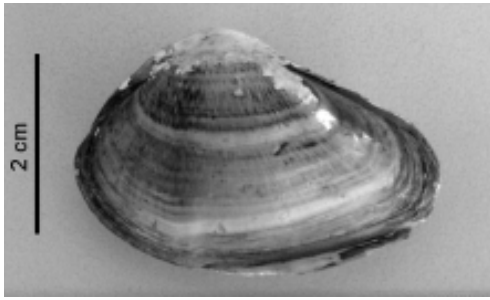


Figura 1. *Erodona mactroides*, especie dominante en RdlP medio y otros biotopos mixohalinos de la costa uruguaya.

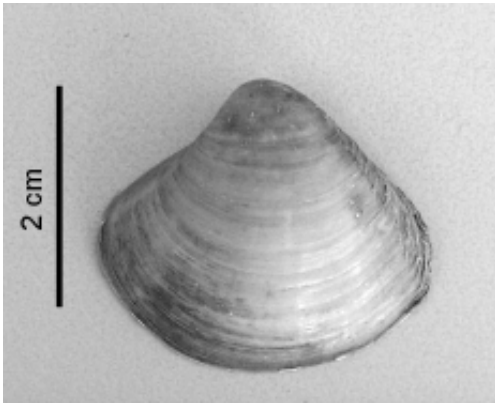


Figura 2. *Mactra isabelleana*; ecotipo de fondos fangosos del RdlP, caracterizado por su valva alta y de menor tamaño y por su perióstraco grueso cubriendo casi toda la valva.

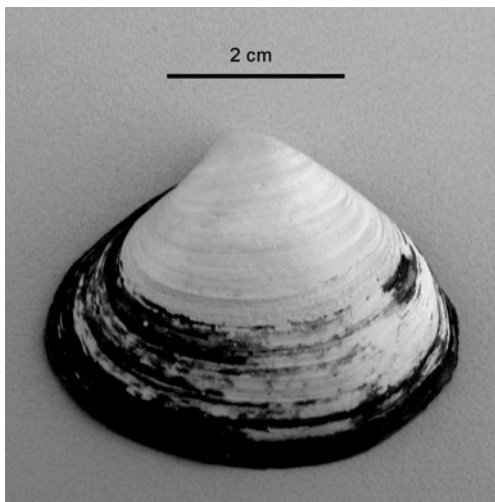


Figura 3. *Mactra isabelleana*; ecotipo de fondos arenosos y vinculados a mayor salinidad, caracterizado por comparativamente más ancha y de mayor tamaño y por su perióstraco que cubre solo los márgenes de la valva.

*Tagelus plebeius* es extraído al menos en las desembocaduras de los arroyos Pando (Canelones) y Maldonado para su venta como carnada para pesca (A. Martínez com. pers.; FS obs. pers.). Se ha registrado su extracción individual mediante enterramiento de un gancho fino,

así como la realización de excavaciones importantes dada la profundidad de enterramiento de la especie. Esta última forma de extracción tendría impacto negativo considerable en el hábitat y reclutamiento de la especie.

El concepto de *T. plebeius* en el área y en toda su área de distribución debe ser revisado; hay propuestas para la región otras tres especies afines que no han sido adecuadamente comparadas desde su descripción: *Solecurtus platensis*, *Solecurtus mollis* y *Tagelus poeyi* (ver Dall 1901).

*Macoma uruguayensis* (Tellinidae) y *Pitar rostratus* (Veneridae) están presentes en la costa de Monevideo y Canelones en forma de ejemplares aislados y poco desarrollados (Figueiras & Sicardi 1969; FS; JCZ; F. Ferreyro com. pers.), siendo especies marinas eurihalinas.

#### Sustratos consolidados

*Brachidontes darwinianus* y *Mytella charruana* (Mytilidae) ocupan sustratos consolidados en la costa de Montevideo, Canelones y Maldonado (hasta Punta Negra) (Martínez y Saez 1872; Klappenbach 1965; Figueiras & Sicardi 1968; Duarte 1971; Scarabino *et al.* 1976; Maytía & Scarabino 1979; Neirotti 1981; MNHNM), contando con registros para dentro de la Bahía de Montevideo (Duarte 1971; MNHNM), así como los arroyos Pando, Solís Chico y Solís Grande (MNHMM; Bier 1985; Passadore & Giménez 2003). *Mytella charruana* posee también un registro para la Laguna de Rocha (Olsson *et al.* 2003). Ambas especies habitan desde el submareal más somero hasta una profundidad indeterminada por falta de muestreo.

*Mytilus edulis* (Mytilidae) es encontrado ocasionalmente en la costa de Montevideo, pero su ocurrencia más permanente es a partir de la Costa de Oro (Atlántida e Isla de la Tuna) (Barattini & Ureta 1961; Amaro-Padilla 1963). En este sentido resulta inusual la cita de Hidalgo (1872) para la costa de Montevideo al mencionarla como especie común. Existen registros de ejemplares para Isla de Flores e Isla de la Tuna (Canelones) y de bancos para Las Flores y el área de Piriápolis, incluyendo Punta Colorado y Punta Negra (Maldonado) (Amaro 1967). *Brachidontes rodriguezii* es otro mitilido marino eurihalino presente en esta zona, con hallazgos hacia el W en La Floresta, Araminda (Canelones) y Bella Vista (Maldonado) (MNHNM) y presente en la zona de Piriápolis (Maytía & Scarabino 1979).

*Ostrea puelchana* (Ostreidae) ha sido detectada alrededor de Isla de Flores, inclusive en actividad reproductiva (FS). Información anecdótica indica extracción de supuestos bancos de esta especie en esta localidad.

En San Luis (Canelones), fangos consolidados submareales someros se encontraban densamente horadados por *Petricolaria stellae* (Petricolidae) (Pin & Peluso 1983). La reciente observación de este banco durante una bajante (FS 2002) mostró que la mayoría de los ejemplares se hallaban muertos. Existen también registros para los balnearios Solís, Bella Vista y Piriápolis (Maldonado) (MNHNM). El desarrollo de esta especie parece estar condicionada por el avance y retroceso de la arena sobre

el sustrato consolidado que habita. Otros dos bivalvos perforantes marinos son eurihalinos, de acuerdo a registros de Balneario Solís y Bella Vista: *Barnea lamellosa* y *Cyrtopleura lanceolata* (Pholadidae) (MNHNM).

La ocurrencia de Teredinidae en el Río de la Plata y otros ambientes estuariales ha sido muy escasamente verificada; Barattini (1951) menciona el hallazgo de *Teredo navalis* y de *Nausitora fusticola* (como *Bankia brasiliensis*) en el RdIP. Calvo (1984) no registró teredínidos en la Bahía de Montevideo. El registro de Teredinidae en la desembocadura del Arroyo Maldonado está confirmado por la destrucción del antiguo puente a causa de estos bivalvos (S. Maytía com. pers.). Calvo (1984) no registró teredínidos en la Bahía de Montevideo.

### Playas arenosas atlánticas

*Mesodesma mactroides* (Mesodesmatidae) está presente en el intermareal de las playas disipativas (Defeo 1985; González de Baccino 1985) del área de estudio, realizando migraciones hacia el submareal somero en los meses de invierno (Defeo 1985). Los principales bancos de esta especie (Playa Portezuelo y La Coronilla-Barra del Chuy) han sido sobrexplotados y afectados por una mortalidad masiva probablemente causada por un protozoario parásito que impactó a la especie en toda su distribución (Castilla & Defeo 2001; Fiori *et al.* 2004). Fallas de control sobre la extracción recreacional y la pesquería artesanal, ambas mínimas por las abundancias actuales, probablemente afecten la recuperación parcial de estas poblaciones. Una síntesis sobre la pesquería de esta especie en la costa uruguaya fue realizada por Castilla & Defeo (2001). La urbanización de las playas y su consecuente impacto en la dinámica costera (e.g. erosión, anegamiento) probablemente estén afectando esta especie (Scarabino 2004). Defeo (1985) mencionó al drenaje de agua dulce proveniente de la napa freática como uno de los factores determinantes de la desaparición del banco de esta especie en Playa Portezuelo.

*Donax hanleyanus* (Donacidae) el intermareal de playas de tipo disipativo y reflectivo (Defeo 1985; González de Baccino 1985; Defeo *et al.* 1992; Defeo & de Álava 1995). Se ha registrado su reclutamiento puntual en Playa Carrasco (Montevideo) en marzo de 2000 (JCZ). Existe extracción recreacional de esta especie en la costa uruguaya (de Álava & Defeo 1995).

*Donax gemmula*, habitante del submareal somero (Escofet *et al.* 1979; FS obs. pers.), fue citada para la costa uruguaya hasta La Paloma por Figueiras & Sicardi (1980), indicando que es una especie poco frecuente aquí. La búsqueda periódica de micromoluscos en la resaca de la Playa Portezuelo (Maldonado) desde fines de la década de 1970 permitió detectar conchillas (algunas conjugadas) de esta especie desde 1978 y durante la década de 1980 (JCZ obs. pers.). Demicheli (1986; 1987a) no detectó esta especie viviente en esta localidad. En 1996-1997 se hallaron algunos ejemplares conjugados con restos del animal en Portezuelo y en La Paloma, mientras que en los años 2000 y 2004 se detectaron numerosos

ejemplares en la resaca de la primera localidad (JCZ obs. pers.). Lo mismo ocurrió durante una mortandad de organismos bentónicos en la resaca del Puerto de La Paloma (2002) (Demicheli & Scarabino en este volumen). Los registros excepcionales de Portezuelo parecen deberse al desarrollo de esta especie por la escasa descarga del RdIP y la presencia de aguas subtropicales asociadas a la costa (ver Demicheli *et al.* en prensa). *Donax gemmula* ha sido hallado en varias oportunidades en el submareal somero de Barra del Chuy (Defeo com. pers.) y su presencia aquí parece deberse igualmente a pulsos relacionados con eventos oceanográficos cálidos. No se ha podido verificar la presencia de *Donax* sp. registrado por Figueiras & Sicardi (1980) para La Paloma (Rocha).

*Solen tehuelchus* (Solenidae), *Mactra marplatensis* (Mactridae), *Amiantis purpurata* y *Tivela zonaria* (Veneridae) habitan los fondos submareales de arena fina entre 5 y 10 m, y están presentes también en el enclave de Puerto de La Paloma (Scarabino *et al.* 1974; Escofet *et al.* 1979; Demicheli & Scarabino en este volumen). Sin embargo, *S. tehuelchus* no es exclusiva de estos fondos (Milstein *et al.* 1976), mientras que los registros puntuales de esta especie para Playa Portezuelo y Punta del Este (MNHNM; JCZ) parecen ser excepcionales. *Tivela zonaria* tiene su límite S de distribución en la mencionada localidad de La Paloma. *Amiantis purpurata* se desarrolló en forma importante dentro de la Bahía de Maldonado al menos durante la década de 1960 (S. Martínez com. pers.), pero actualmente no se encuentra en esta localidad. Su presencia al menos ocasional tiene su límite W en Playa Portezuelo (JCZ; F. Ferreyro com. pers.).

*Mactra isabelleana* ha sido registrada a partir de 2 m en Playa Portezuelo (Demicheli 1986; 1987a); habita las playas submarinas en la costa de Maldonado y Rocha (FS).

### Sustratos consolidados atlánticos

Todas las especies registradas para estos ambientes han sido verificadas o es muy factible su presencia en microsustratos duros sobre fondos de conchilla, arenosos o fangosos.

*Brachidontes rodriguezii* (Fig. 4) es el bivalvo dominante del intermareal, acompañado por *Mytilus edulis* y *Perna perna*, más típicos del submareal, donde estas especies forman bancos importantes. La primera especie se extiende hasta por lo menos 15 m, desde Punta Negra hasta Punta de La Coronilla (e.g. Amaro 1967; Milstein *et al.* 1976; Maytía & Scarabino 1979; Riestra *et al.* 1992; FS). *Brachidontes darwinianus* se restringe a la zona más W del área, i.e. Bahía de Maldonado (Maytía & Scarabino 1979; Batallés 1983; Riestra *et al.* 1992).

*Mytilus edulis* (Fig. 5) posee bancos muy importantes entre Punta Ballena y José Ignacio (incluyendo Isla Gorriti e Isla de Lobos) y es dominante en La Paloma (Amaro 1964; 1967; Defeo & Riestra 2000; Demicheli & Scarabino en este volumen). La distribución, estructura y dinámica poblacional así como la interacción con otros mitfidos no ha sido estudiada en la costa de Rocha, pero plantea varias líneas particularmente relevantes de investigación

dado la presencia de *Perna perna* en la costa de Rocha y la diferencias registradas con la costa de Maldonado (ver Amaro 1964; 1967; FS). El ecotipo azul se extiende hasta por lo menos 10 m de profundidad (Riestra *et al.* 1992), desde el submareal más somero. La pesquería de esta especie fue analizada por Amaro (1967) y Defeo & Riestra (2000). La complejidad evolutiva, taxonómica, ecológica y biogeográfica de esta especie (ver e.g. Seed 1992 y Gardner 2004 y referencias allí) no ha sido abordada aún en la región.

*Perna perna* (Mytilidae, Fig. 6), que ha tenido una secuencia de avance y retroceso en la costa uruguaya, se registra actualmente entre Punta de La Coronilla y Punta del Este, hasta 8-9 m (ver Klappenbach 1965; Amaro 1965; 1967; Maytía & Scarabino 1979; Orensanz *et al.* 2002; Scarabino & Ortega 2004; FS). Orensanz *et al.* (2002) sugieren la posibilidad de influencia antrópica sumada a factores naturales en la colonización de *P. perna* en la costa uruguaya. Los bancos importantes de esta especie se encuentran actualmente entre Cabo Polonio y Punta de La Coronilla (FS y AC obs. pers.). La extracción de esta especie se realizó artesanalmente con fines industriales entre ca. 15 años a partir de fines de la década de 1950 y luego artesanalmente hasta la desaparición de los bancos hacia fines de los '70. A fines de los '90 se retomó la pesquería artesanal y la extracción recreacional (Amaro 1965; Orensanz *et al.* 2002; Scarabino & Ortega 2004; A. Pose com. pers; FS obs. pers.)

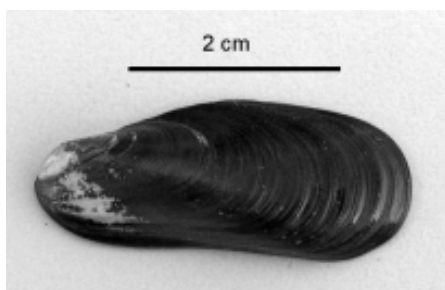


Figura 4. *Brachiodontes rodriguezii*, mitilido dominante del intermareal rocoso de la costa atlántica.

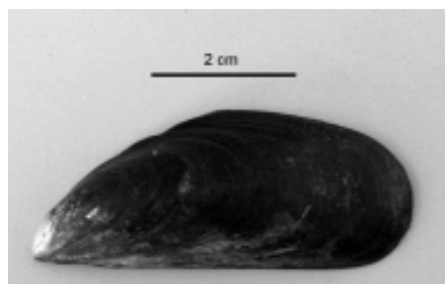


Figura 5. *Mytilus edulis*; ecotipo azul.

Ejemplares pequeños de *Aulacomya atra atra* (Mytilidae) han sido hallados en la costa de Rocha en coincidencia con períodos fríos en el Atlántico Sudoccidental (ver Scarabino & Ortega 2004).

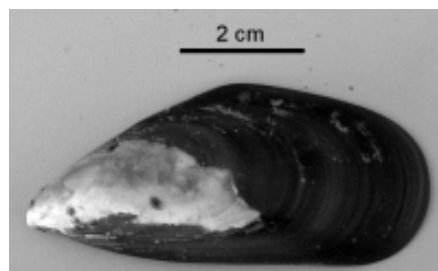


Figura 6. *Perna perna*.

La presencia escasa de *Modiolus carvalhoi* (Mytilidae) ha sido verificada puntualmente para La Paloma (Zaffaroni 2000) y durante todo el año en en submareal más somero de Cerro Verde (AC). Zaffaroni (2000) sugiere una posible influencia antropogénica en la presencia de esta especie en la costa uruguaya.

El registro de *Mytilaster solisianus* (Mytilidae) para la costa uruguaya (d'Orbigny 1842) podría deberse a un evento excepcional, a un cambio en la distribución histórica de esta especie o a un error de procedencia. Su presencia no ha podido ser verificada durante el siglo XX en la costa uruguaya (Klappenbach 1965; FS; AC; JCZ).

*Ostreola equestris* (Ostreidae) aparece en pozas de marea y bajo piedras en las zonas más someras del submareal, siendo registrada hasta 15 m (FS; CC; Milstein *et al.* 1976; Batallés *et al.* 1985; Riestra *et al.* 1992).

*Pododesmus rudis* (Anomiidae) y *Ostrea puelchana* habitan desde profundidades cercanas a 10 m hasta los BMP (35-50 m) (Ranson 1967; Milstein *et al.* 1976; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Zaffaroni 2000). Se ha mencionado la presencia del género *Crassostrea* (Ostreidae) en la costa de Rocha (Figueiras & Sicardi 1968; Milstein *et al.* 1976); su estatus posee elementos que se encuentran bajo revisión (FS en prep.).

Mientras que *Plicatula gibbosa* (Plicatulidae) ocupa microstratos duros de toda el área (Milstein *et al.* 1976; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; FS), *Pteria hirundo* (Pteriidae) ocurre únicamente en los sectores más profundos, i.e. 30-50 m (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; FS). Ambas especies requieren revisión en toda su distribución.

*Sphenia fragilis* (Myidae) y *Hiatella* sp.? (Hiatellidae), habitantes de la matriz de mitílicos, se hallan desde el submareal somero (FS; AC; CC), hasta los BMP (Figueiras & Sicardi 1970; Milstein *et al.* 1976; Batallés 1983; Layerle & Scarabino 1984; Riestra *et al.* 1992; Obenat *et al.* 2001; Scarabino & Zaffaroni 2004; JCZ). La amplia distribución de *S. fragilis* (ver Coan 1999), su desarrollo lecitotrófico y su presencia en comunidades de fouling sugiere haber sido introducida en varias regiones. Sin embargo, su ocurrencia en sedimentos cuaternarios del área (Scarabino & Zaffaroni 2004), sugiere un potencial complejo de especies más que una especie introducida. La composición taxonómica de *Hiatella* en el Atlántico Sudoccidental requiere revisión (ver Orensanz *et al.* 2002). *Sphenia fragilis*, *Hiatella* sp.? y *Phlyctiderma semiaspera*



(Ungulinidae) ocupan también intersticios dentro de rocas perforadas en fondos submareales (FS; JCZ).

El género *Lasaea* (Galeommatoidea), muy común en comunidades incrustantes en otras zonas templadas del Atlántico, tiene en el área de estudio un solo registro publicado sin precisión de hábitat (Figueiras & Sicardi 1980). En la costa uruguaya este género no se ha encontrado hasta el momento en los hábitat registrados como usuales en otras regiones (e.g. matriz de mitilidos, fouling, FS obs. pers.). La aparente ausencia de este género en el registro fósil cuaternario uruguayo y el hallazgo de tres valvas en zonas portuarias (Puerto de La Paloma y Bahía de Maldonado, JCZ obs. pers.) podría indicar que su presencia aquí se debe a introducciones puntuales que no prosperan. Esta consideración está claramente limitada por la falta de relevamientos exhaustivos y se plantea como hipótesis a verificar.

*Musculus viator* (Mytilidae) vive asociado a invertebrados coloniales desde el submareal somero (Riestra & Defeo 2000; Obenat *et al.* 2001; FS).

*Lunarca ovalis* es el único Arcidae viviente en Uruguay, pero su presencia en yacimientos cuaternarios costeros (e.g. Martínez *et al.* 2001) y la imprecisión del estado de los registros supuestamente actuales (Barattini & Ureta 1961) hacían incierta su presencia en la costa uruguaya (Figueiras & Sicardi 1968). Sin embargo, valvas con restos de perióstraco han sido halladas en La Coronilla (MNHNM; FS) y algunos ejemplares han sido obtenidos por pescadores frente a La Paloma (JCZ).

*Noetia bisulcata* (Noetiidae) y *Entodesma patagonicum* (Lyonsiidae), típicos de sustratos duros entre 8 y 15 m (Milstein *et al.* 1976) se hallan en cambio aparentemente ausentes de los BMP (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Zaffaroni 2000; Demicheli & Scarabino en este volumen). El límite W de las mismas está dado en Punta Negra (Maldonado) (MNHNM; FS; Olazarri & Mones 1967). Obenat *et al.* (2001) registraron a *E. patagonicum* en colonias del poliqueto *Phyllochaetopterus socialis* en el RdIP exterior (11-12 m).

Dos géneros conocidos de comunidades incrustantes (*Leptopecten* y *Crenella*) son discutidos en el marco de los fondos incosolidados dado el tipo de información disponible actualmente.

### Especies perforadoras

Los perforadores principalmente mecánicos *Petricola dactylus*, *Petricolaria stellae* (Petricolidae), *Cyrtopleura lanceolata*, *Pholas campechensis*, *Barnea lamellosa* y *Netastoma darwini* (Pholadidae) son conocidos para fangos consolidados de la costa de Maldonado y Rocha, donde la primera especie ocurre en zonas más profundas y el resto a partir del submareal somero (Turner 1954; 1955; Olazarri 1962; Figueiras & Sicardi 1971; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Demicheli 1987b; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; CC).

Los perforantes químicos de rocas son tres: *Petricola lapicida* (Petricolidae), *Lithophaga patagonica* (Mytilidae) y *Gastrochaena hians* (Gastrochaenidae). La primera espe-

cie es conocida para el rango 1-15 m (Milstein *et al.* 1976; FS). Mientras que *L. patagonica* vive entre el submareal somero y los 35-50 m (BMP), *G. hians* es conocida de esta última localidad y de frente a Punta del Este (20 m) (Milstein *et al.* 1976; Zaffaroni 1991; JCZ; FS; CC). Obenat *et al.* (2001) citan a *Gastrochaena carcellesi* para colonias del poliqueto *P. socialis* en el RdIP exterior (11-12 m). Las especies de los tres géneros presentes en la región requieren revisión taxonómica.

Se cuenta con registro de cinco especies de Pholadoidea perforantes de madera: *Martesia fragilis* (Pholadidae), *Teredo navalis*, *Teredo bartschi*, *Lyrodus pedicellatus* (?), *Bankia gouldi* y *Nausitora fusticola* (Teredinidae) (Barattini & Ureta 1961; Klappenbach 1967; Scarabino & Maytía 1968; Calvo 1984). La presencia de *M. fragilis* en aguas uruguayas podría ser esporádica o no reproductiva por el tipo de registro hasta ahora conocido (maderas flotantes).

### Sustratos inconsolidados atlánticos

Una asociación particularmente recurrente que ocupa fondos de limo y arcilla a partir de 20 m de profundidad está constituida por: *Ennucula uruguayensis*<sup>1</sup> (Fig. 7, Nuculidae), *Nuculana whitensis* (Nuculanidae), *Corbula patagonica* (Fig. 8, Corbulidae), *Malletia cumingii* (Malletiidae), *M. uruguayensis*, *P. rostratus*, *Periploma compressum* (Periplomatidae), *Cardiomya* sp.<sup>2</sup> (Cuspidariidae) (E. A. Smith 1885; Milstein *et al.* 1976; Cachés 1980; Layerle & Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS, JCZ). Todas estas especies tienen sus mayores abundancias en este tipo de fondo; *E. uruguayensis*, *M. cumingii* y *P. compressum* están muy vinculadas a fondos de arcilla y limo mientras que el resto tolera grados variables de arena asociada al fango e inclusive *C. patagonica* ocupa asimismo fondos de arena fina.

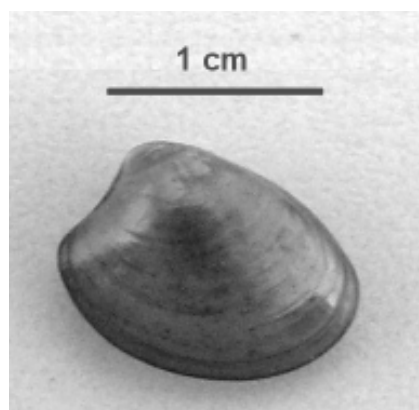


Figura 7. *Ennucula uruguayensis*.

<sup>1</sup>Esta especie ha sido sinonimizada con *E. puelcha* por diversos autores (e.g. Figueiras 1976 y referencias allí). La colecta y examen preliminar de miles de ejemplares del género de aguas costeras uruguayas evidenció diferencias morfológicas constantes y preferencias ecológicas distintas para *E. uruguayensis* y *E. puelcha*. El hallazgo en simpatria descarta inicialmente la posibilidad de que las diferencias halladas correspondan a ecotipos (FS obs. pers.).

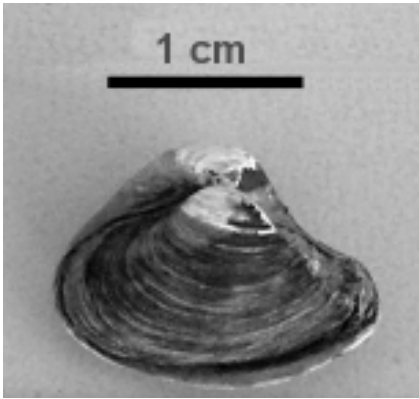


Figura 8. *Corbula patagonica*.

*Pitar rostratus* fue explotada industrialmente a partir de 2002 en forma intermitente; Scarabino *et al.* (1985) habían destacado la conveniencia de la explotación artesanal de esta especie.

Otro grupo se asocia con fondos de arena gruesa o cascajo: *Glycymeris longior* (Glycymerididae), *Semele casali* (Semelidae), *Eutivela isabelleana*<sup>3</sup>, *Transenpitar americana* (Veneridae), *Diplodonta vilardeboana* (Ungulinidae), *Macoma brevifrons*, *Corbula lyoni* y *Ennucula puelcha* (Milstein *et al.* 1976; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS). *Transenpitar americana* fue también registrada en fondos de arena fina, entre 20 y 50 m de profundidad (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984).

Además de *C. patagonica* y *C. lyoni* se han citado para el área otras especies de *Corbula*, cuyo estatus requiere revisión: *Corbula tryoni*, *Corbula contracta* y *Corbula cf. nasuta* (Figueiras 1973; Figueiras & Sicardi 1980). A estas se suman *Corbula caribaea* y su sinónimo propuesto *Corbula uruguayensis* (Marshall 1928; Carcelles 1944; Figueiras & Sicardi 1970; 1980; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984), para las cuales Coan (2002) plantea una estrecha afinidad con *C. nasuta*.

*Mytilus edulis* (Fig. 9) forma bancos que se desarrollan entre 35 y 50 m, sobre arena fangosa (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Scarabino & Ortega 2004). Aquí desarrolla características cromáticas y morfométricas distintas de las poblaciones de sustratos consolidados someros (Amaro 1964; FS). La explotación de estos bancos se realizó durante los '70 (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Amaro 1979).

<sup>2</sup>Layerle & Scarabino (1984) citan a *Cardiomya cleryana* para el área (40 m); aunque esta especie y su sinónimo propuesto *Cardiomya simillima* son las especies del género que se han mencionada para la región (e.g. Figueiras & Sicardi 1969; Castellanos 1970; Rios 1994), no se determina la especie colectada dado que no se ha efectuado la comparación adecuada con estas especies.

<sup>3</sup>El género *Eutivela* requiere revisión; Fischer-Piette & Fischer II (1942) consideran *E. isabelleana* distinta de *Eutivela dentaria*, pero esto no resulta evidente de la ilustración del material tipo ni de la comparación entre ambas efectuadas por esos autores. Figueiras (1962) y Figueiras & Sicardi (1969; 1980) refieren como *E. dentaria* para la costa uruguaya a valvas gerónicas y/o desgastadas de *E. isabelleana* (FS obs. pers.; JCZ obs. pers).

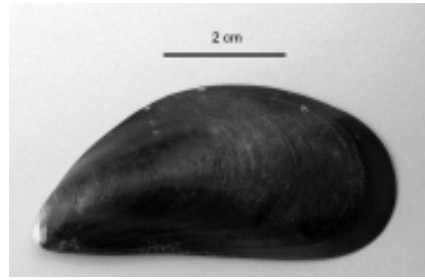


Figura 9. *Mytilus edulis*; ecotipo marrón asociado a fondos arenofangosos de la plataforma.

Se vinculan a fondos arenosos o areno-fangosos próximos a la costa pero protegidos (e.g. Bahía de Maldonado y Puerto de La Paloma): *P. semiaspera*, *Periploma ovatum*, *Raeta plicatella* (Mactridae), *Bushia rushii*, *Thracia similis* (Thraciidae) y *Venus antiqua* (Veneridae) (Pilsbry 1897b; Barattini & Ureta 1961; Figueiras & Sicardi 1969; Demicheli & Scarabino en este volumen; Klappenbach & Ureta 1973; FS; JCZ; CC; MNHNM). *Venus antiqua* ha sido registrada también para la zona de los BMP (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976).

Luego de la revisión de Klappenbach & Ureta (1973), Figueiras & Sicardi (1980) insisten en la existencia de otra especie de *Thracia* en el área; un análisis detallado de este aspecto no se ha realizado aún.

*Adrana electa* (Nuculanidae), *Semele proficua*, *Abra uruguayensis*<sup>4</sup> (Semelidae), *Aequipecten tehuelchus* (Pectinidae), *Atrina seminuda* (Pinnidae) y *Maetra janeiroensis*, habitan arenas finas o medias con grado variables de fango y conchilla; su presencia en profundidades menores a 10 m sólo se ha detectado en zona protegidas de la costa uruguaya (Pilsbry 1897b; Milstein *et al.* 1976; Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS; JCZ). *Trachycardium muricatum* (Cardiidae) ocupa estos fondos pero a partir de los 25 m (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; FS).

*Aequipecten tehuelchus* posee variaciones en el desarrollo y conformación de costillas y resto de la escultura (Figueiras & Sicardi 1980; JCZ; MNHNM). Esto ha promovido la identificación errónea de *Chlamys noronhensis* en el área (Sicardi & Figueiras 1971; Figueiras & Sicardi 1980) e inclusive la existencia del concepto *Flexopecten felipponei* (Dall 1922; Waller 1991; Walossek 1984). Este último ha sido basado en Pectinidae lisos o con poca escultura; ejemplares de ese tipo han sido detectados en la costa uruguaya exhibiendo a la vez la típica escultura de *A. tehuelchus* (JCZ; FS), tal como fue detectado por Figueiras & Sicardi (1980) para el caso de la supuesta presencia de *C. noronhensis* en la costa uruguaya. Aun cuando deben analizarse detalladamente las variaciones

<sup>4</sup>Se ha mencionado para la costa uruguaya a *Abra lioica* (Barattini & Ureta 1961; Figueiras & Sicardi 1969; Figueiras & Sicardi 1980) pero no se ha comparado esta especie con *A. uruguayensis*; este género requiere revisión en el área.

y adjuntar elementos genéticos para comprender estas variaciones, se rechaza aquí el concepto de *F. felipponei* como especie distinta de *A. tehuelchus*, considerándolo como basado en mutaciones cuyo estudio es de gran interés evolutivo. J.M. Orensanz & V. Scarabino (com. pers.), habiendo examinado miles de ejemplares de Pectinidae de los golfos patagónicos, coinciden con este concepto.

La presencia de *Mactra* en esta zona y profundidad esta dada fundamentalmente por *Mactra marplatensis*, registrada a lo largo de todo el rango batimétrico y asociada a arena y arena fangosa (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984; FS). Sin embargo, *Mactra isabelleana* también esta presente en algunas localidades (FS). Por otra parte, *Mactra* sp. ha sido considerada históricamente como *Mactra patagonica* (e.g. Figueiras & Sicardi 1969; Castellanos 1970; Rios 1994), pero el material tipo de esta especie difiere totalmente del concepto atribuido normalmente (Aguirre 1994; FS obs. pers.). *Mactra* sp. es una nueva especie en proceso de descripción cuya ocurrencia viviente es muy puntual y vinculada a arenas fangosas (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; Layerle & Scarabino 1984; MNHNM). Las conchillas de esta especie son extraordinariamente abundantes en fondos y playas de la zona costera uruguaya; el contraste con su presencia viviente podría deberse a un particular potencial de conservación de sus conchillas o a una restricción progresiva de la distribución de esta especie en la costa uruguaya.

*Semele modesta* podría estar representada por una pseudopoblación dada su distribución anfiatlántica producto probablemente de planctotrofia larval y su escasez en la costa uruguaya (Boss 1969; FS). Se cuenta con dos registros vivos de esta especie para la zona (JCZ obs. pers.), aunque no existen datos ni evidencia indirecta del tipo de fondo que ocupa. Valvas sueltas son frecuentes en el sector E de la Bahía de Maldonado (Klappenbach 1968; JCZ; FS) aunque han sido halladas también en José Ignacio y La Paloma.

*Panopea abbreviata* (Hiattellidae) fue hallada viviente en la zona de BMP (Juanicó & Rodríguez-Moyano 1976; MNHNM), aunque valvas conjugadas juveniles han sido detectadas en la Bahía de Maldonado (JCZ), indicando una población en el lugar. La profundidad de enterramiento de esta especie probablemente contribuya a la escasez de registros.

Dos de las especies de Crassatellidae mencionadas para el área (Pilsbry 1897a; 1897b; Figueiras & Sicardi 1969; Ituarte 1998), *Crassinella lunulata* y *Crassinella maldonadoensis*, han sido asociadas respectivamente a arenas medias y arenas finas bien clasificadas (Layerle & Scarabino 1984), pero su presencia viviente en otros tipos de fondo ha sido verificada (FS). La primera ha sido registrada hasta ca. 40 m y la segunda hasta ca. 30 m (Layerle & Scarabino 1984). *Crassinella marplatensis* fue registrada sin precisión para La Paloma (Figueiras & Sicardi 1980; Demicheli & Scarabino en este volumen),

aunque también existe una cita de Obenat *et al.* (2001) para agregados del poliqueto *P. socialis* en el RdIP exterior (11-12 m).

Cinco especies de Tellininae fueron halladas en el área de estudio (Barattini 1951; Barattini & Ureta 1961; Boss 1966; 1968; Figueiras & Sicardi 1969; Milstein *et al.* 1976; Figueiras & Sicardi 1980; JCZ; FS); *Tellina* sp. (Figueiras & Sicardi 1980) corresponde a *Tellina iheringi* (JCZ obs. pers.). *Tellina petitiana*, *Tellina gibber* y *T. iheringi* ocupan arenas finas o medias con grado variable de fango y en un amplio rango de profundidades (Layerle & Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen; FS). La presencia de *Tellina alerta* (Figueiras & Sicardi 1980) parecería más restringida dentro de la zona costera, al igual que *Tellina sandix*, conocida únicamente para el Puerto de La Paloma (pero con ocurrencia es incostante) (Figueiras & Sicardi 1969; JCZ) y para frente a Punta de La Coronilla (Milstein *et al.* 1976).

Para *Strigilla carnaria* (Tellinidae), cuyo concepto a lo largo de su distribución debe ser revisado mediante morfología fina y genética molecular, existe poca información sobre su hábitat en la costa uruguaya, habiéndose detectado en la resaca del Puerto de La Paloma, José Ignacio y Playa Portezuelo (Layerle & Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen; JCZ; MNHN).

*Ctena pectinella* (Lucinidae) es frecuente en forma de valvas sueltas en fondos de 20-50 m (FS) y en la resaca de Bahía de Maldonado (JCZ; FS) pero su presencia viviente fue registrada únicamente en tres oportunidades en profundidades cercanas a 30 m (Layerle & Scarabino 1984; JCZ). Esta ocurrencia y el hecho de que la costa uruguaya es el límite S de distribución de esta especie podría indicar que su presencia aquí no ha sido permanente en los últimos miles de años.

*Warrana besnardi* (Condylocardiidae) ha sido ubicada en la resaca de La Paloma y Cabo Polonio (conchillas) (Klappenbach 1963; Figueiras & Sicardi 1980; JCZ) y viviente en dos puntos del área (15-18 m) (Layerle & Scarabino 1984).

Para el Carditidae *Pleuromeris sanmartini* no existen registros de material coletado vivo en el área de estudio pero sus conchillas conjugadas son usuales en La Paloma, Bahía de Maldonado y Playa Portezuelo (Klappenbach 1970b; Figueiras & Sicardi 1980; JCZ). Esto último también ocurre con *Carditamera plata*, para la cual sin embargo existen dos registros vivientes (JCZ; FS) para el área, probablemente por falta de muestreos.

Se han mencionado dos especies de *Nucula* (*Lamellinucula*) (Nuculidae) para el área: *Nucula semiornata* y *Nucula marshalli* (Marshall 1928; Figueiras 1976), cuyo estatus requiere revisión. Sin embargo, sólo se han detectado conchillas, lo que sugeriría una distribución restringida en el área.

*Lyonsia* (Lyonsiidae) cuenta con el registro de *Lyonsia alvarezii* (Olazarri & Mones 1967; Figueiras & Sicardi 1968; Layerle & Scarabino 1984; Demicheli & Scarabino en este volumen), pero se ha detectado heterogeneidad

dentro de este concepto en el área (Pilsbry 1897a; FS; JCZ), apuntando a la necesidad de una revisión en todo el Atlántico Sudoccidental. El género ocupa en el área fondos preferentemente de arena media-gruesa y conchilla y a partir de 15 m (Layerle & Scarabino 1984; FS).

*Limatula* sp. (Limidae) ha sido hallada en el área en base a valvas sueltas en la Bahía de Maldonado y La Paloma (JCZ; FS). Para esta última localidad fue registrada como *Limatula pygmaea* (Figueiras & Sicardi 1968), especie de *Antarctolima* que ocupa la plataforma externa en Uruguay (MNHNM; FS; Carcelles 1947).

*Mysella* spp. (Galeommatoidea) es común en el área y en diversos fondos (Figueiras & Sicardi 1980; Layerle & Scarabino 1984 como *Erycina* sp.; FS; JCZ). Se han hallado valvas sueltas de otras dos especies indeterminadas de Galeommatoidea en la Bahía de Maldonado (JCZ). *Kellia suborbicularis* ha sido mencionada para dos localidades del área por Figueiras & Sicardi (1980) y Layerle & Scarabino (1984); el concepto de esta especie debe revisarse en toda su supuesta área distribución.

*Leptopecten bavayi* (Pectinidae) es escasamente conocida en el área; su distribución parece situarse en profundidades intermedias de la misma (15-40 m) (Klappenbach 1970a; Milstein *et al.* 1976; JCZ; M. Aguilera com. pers.).

*Crenella divaricata* (Mytilidae) ha sido mencionada para el área a partir de ca. 20 m (Figueiras & Sicardi (1970b; Layerle & Scarabino 1984). Orensanz *et al.* (2002) destacaron la necesidad de revisión de esta especie a lo largo de su distribución, donde la falta de estudios morfológicos y taxonómicos así como la asociación de este género a comunidades de fouling implica la posibilidad de especies introducidas no reconocidas aún.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento se han registrado más de 90 especies en el área, ninguna de ellas endémica (pero ver Scarabino *et al.* en este volumen). La composición de especies es similar a la regiones inmediatas (litorales de la Provincia de Buenos Aires, Argentina y del Estado de Rio Grande do Sul, Brasil) (ver Castellanos 1970; Rios 1994). Como ha sido planteado por varios autores (e.g. Maytía & Scarabino 1979; Layerle & Scarabino 1984), se trata de una fauna compuesta por elementos subtropicales y templados. Tellinidae (8 spp.) y Veneridae (7) son las familias con más especies en el área.

El RdIP y otros ambientes estuariales son habitados por 13 especies (Tabla 1) de las cuales cuatro son propiamente estuarinas; *Erodona mactoides* y *Mactra isabelleana* dominan estos ambientes, estando la primera generalmente asociada a fondos más someros.

## Prioridades y perspectivas de investigación

El mayor desafío taxonómico se encuentra en los grupos cuyas dimensiones son generalmente inferiores a 15 mm (Corbulidae, Nuculidae, *Crenella*, *Hiatella*, *Lyonsia* y *Abra*), así como taxa con diverso grado de asociación y simbiosis con poliquetos y crustáceos (Galeommatoidea). Esto implica la necesidad de búsquedas utilizando téc-

Tabla 1. Número de especies de Bivalvia marinos y estuarinos presentes en el área según subclase y unidades ambientales consideradas. RdIP y ae=Río de la Plata y otros ambientes estuariales; Paa=Playas arenosas atlánticas; Fia=Sustratos inconsolidados atlánticos; SCA=Sustratos consolidados atlánticos.

Subclase	RdIP y oae	Paa	Sia	Sca
Protobranchia	-	-	7	-
Pteriomorpha	5	-	6	31
Heterodonta	8	8	42	4
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>55</b>	<b>35</b>

nicas especialmente dirigidas y efectivas (i.e. malla 0.5 mm, rastra Warén, enmalladores bentónicos, buceo, aspiradora, lavado de sustratos). Tanto esos grupos como otros que incluyen especies de mayor talla han sufrido históricamente de falta de atención de los investigadores o del uso de metodologías inadecuadas (Mytilidae, Nuculanidae, Mactridae). Parte de estos grupos se encuentran bajo estudio. El uso de técnicas de biología molecular sobre grupos ya "estabilizados" en términos de taxonomía alfa (e.g. Veneridae y Pholadidae) resulta asimismo fundamental para la detección de potenciales especies crípticas. El estatus de las poblaciones de *Mytilus* debe recibir particulares esfuerzos de investigación dada la complejidad involucrada y la relevancia económica y ecológica del género.

Otras prioridades y perspectivas de investigación coinciden con las propuestas por Scarabino *et al.* (en este volumen) para los gasterópodos bentónicos de la misma área, así como para el resto de los invertebrados bentónicos (ver Scarabino en este volumen).

## Implicancias para la conservación y el manejo

En el área se explota *M. edulis*, *P. perna*, *M. mactroides*, *D. hanleyanus*, *T. plebeius* y *E. mactroides*, principalmente en forma artesanal, aunque también existe explotación recreacional en las primeras cuatro especies. *Pitar rostratus* se ha explotado industrialmente, pero el desarrollo de una pesquería artesanal es recomendable. En este sentido, en todos los casos existen fallas en al menos uno de los siguientes aspectos: conocimiento biológico-pesquero (estructura y dinámica), monitoreo, medidas de manejo y control, indicando la necesidad de enfocar esfuerzos hacia estas actividades.

El impacto de del gasterópodo invasor *Rapana venosa* sobre poblaciones de bivalvos del área (Scarabino *et al.* 1999) no ha sido evaluado pero podría ser importante dado el gran desarrollo de esta especie, requiriendo por lo tanto especial consideración.

Otras implicancias o actividades de conservación y manejo coinciden con las propuestas para los gasterópodos de la misma área (ver Scarabino *et al.* en este volumen).

## AGRADECIMIENTOS

Las siguientes personas e instituciones contribuyeron a este trabajo brindando: acceso a colecciones y uso de equipamiento (A. Toscano, E. Cohen, MUNHINA,

Centro Interdisciplinario para el Desarrollo -CID-, Karumbé y DINARA), amplia colaboración durante muestreos (E. Chiesa, Y. Marín, A. Masello, P. Puig, R. Bird, A. Casella, L. Delfino, S. Maytía, M. Laporta, A. Estrades, A. Fallabrino, Karumbé) y observaciones realizadas (M. Aguilera, O. Defeo, A. Martínez, S. Martínez, V. Scarabino, Lobo Orensanz, F. Ferreyro). A todos ellos nuestro sincero agradecimiento. J. González asistió con el manejo de las fotografías. Una parte importante de los muestreos se realizaron en el marco del Proyecto ECOPLATA III. Agradecemos a la Fundación Whitley Laing (Rufford Small Grants for Nature Conservation) por la financiación otorgada a AC para la realización de muestreos. Este trabajo se pudo realizar gracias al apoyo del CID y Karumbé, y especialmente a M. Amato, quien proporcionó facilidades indispensables.

## REFERENCIAS

- Aguirre ML** 1994 Revisión de las especies de *Macra* Linné (Bivalvia) del Cuaternario bonaerense (Argentina). Aspectos ecológicos y de distribución. *Revista Española de Paleontología* 9(2):131-144
- Amaro-Padilla J** 1964 La familia Mytilidae en el Uruguay. *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 1(3):227-241. Montevideo
- Amaro-Padilla J** 1965 La familia Mytilidae en el Uruguay (Segunda parte). *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 1(4):323-339. Montevideo
- Amaro-Padilla J** 1967 El mejillón de la Bahía de Maldonado. *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 2(1):81-93. Montevideo
- Amaro J** 1979 *Mytilus edulis platensis-Pinnotheres maculatus*, un caso de comensalismo con incidencia en la tecnología de las conservas de mariscos. Pp 273-278 *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur, UNESCO, ORCYT*
- Barattini LP** 1951 Malacología uruguaya. Enumeración sistemática y sinonímica de los moluscos del Uruguay. Publicaciones Científicas del SOYP (Servicio Oceanográfico y de Pesca) (6):179-293. Montevideo
- Barattini LP & EH Ureta** 1961 ("1960") La fauna de las costas del este (invertebrados). Publicaciones de Divulgación Científica, Museo "Dámaso Antonio Larrañaga", 195 pp. Montevideo
- Batalles LM** 1983 La comunidad de mejillón *Mytilus edulis platensis* (d'Orbigny, 1846) de Punta del Chileno (Maldonado Uruguay): distribución, composición y estructura de la población. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 73 pp (Inédita)
- Batalles LM García V & A Malek** 1985 Observaciones sobre la zonación en el litoral rocoso de la costa uruguaya. I. Reconocimiento de los niveles superiores del sistema litoral: Cabo Polonio (Depto. de Rocha, Uruguay). *Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(2):42-50. Montevideo
- Bier R** 1985 Estudio de la macrofauna bentónica del curso inferior del Arroyo Solís Grande (Canelones-Maldonado, Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. i-v+140 pp (Inédita)
- Boss KJ** 1966 The subfamily Tellinidae in the Western Atlantic. The genus *Tellina* (Part I). *Johnsonia* 4(45):217-272
- Boss KJ** 1968 The subfamily Tellinidae in the Western Atlantic. The genera *Tellina* (Part II) and *Tellidora*. *Johnsonia* 4(46):273-344
- Boss KJ** 1969 The genus *Strigilla* in the Western Atlantic. *Johnsonia* 4(47):345-368
- Cachés MA** 1980 Nota sobre la biología de los depósitos fangosos circalitorales frente a Punta del Este, Uruguay. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2):73-74. San Pablo
- Calvo G** 1984 Ataques de organismos perforantes a 6 especies de maderas expuestas al medio marino. *Contribuciones (Departamento de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias)* 1(3):1-7, 8 tablas, 4 fig. Montevideo
- Carcelles A** 1941 "*Erodona mactroides*" en el río de la Plata. *Physis* 19:11-21, 1 lám. Buenos Aires
- Carcelles A** 1944 Catálogo de los moluscos marinos de Puerto Quequén (República Argentina). *Revista del Museo de La Plata (NS) Zoología* 3:233-309, 15 lám
- Carcelles A** 1947 Notas sobre algunos bivalvos argentinos. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(41):1-10, 1 lám
- Castellanos ZA de** 1970 ("1967") Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires* 8:1-365
- Castilla J & O Defeo** 2001 Latin American benthic shellfisheries: emphasis on comanagement and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:1-30
- Coan EV** 1999 The eastern Pacific species of *Sphenia* (Bivalvia, Myidae). *The Nautilus* 113 (4):103-120
- Coan EV** 2002 The eastern Pacific Recent species of the Corbulidae (Bivalvia). *Malacologia* 44(1):47-105
- da Costa MB** 1971 Importância paleoecológica e estratigráfica de *Erodona mactroides* Daudin (Mollusca, Bivalvia). *Iheringia (Serie Geologia)* (4):3-18, 1 lám. Porto Alegre
- Dall WH** 1901 Synopsis of the Solenidae of North America and Antilles. *Proceedings of the United States National Museum* 22(1185):107-112
- Dall WH** 1922 Two new bivalves from Argentina. *The Nautilus* 36(2):58-59
- Defeo O** 1985 Aspectos biocenológicos y de dinámica de población de "almeja amarilla", *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) en la zona de la Barra del Chuy, depto. de Rocha, Uruguay. I. Biocenología. *Contribuciones del Depto. de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(4):76-98. Montevideo
- Defeo O & A de Álava** 1995 Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 123:73-82
- Defeo O G Riestra** 2000 El mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del departamento de Maldonado: propuesta para la ordenación de la pesquería. Pp 58-72 *In: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo*
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Demicheli MA** 1986 ("1984") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6 (47):235-241, 4 mapas
- Demicheli MA** 1987a ("1985") Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: II. Datos complementarios sobre Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(48):287-290, 1 mapa

- Demicheli MA** 1987b ("1985") Estudios exploratorios del Infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 6(49):301-309, 3 mapas
- d'Orbigny A** 1834-1847 Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la République orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivia, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833, 5(3): Mollusques: i-xliii, 1-758, lám 1-85. París/Estrasburgo
- Duarte E** 1971 Lo nuestro en "Los moluscos del Viaje al Pacífico" de Hidalgo y Martínez (Partes I-II y III). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(20):83-89
- Escofet A Gianuca N Maytía S & V Scarabino** 1979 Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29° y 43° S: consideraciones generales y esquema biocenológico. Pp 245-258 In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO ORCYT
- Figueiras A** 1962 Sobre nuevos hallazgos de moluscos subfósiles de la Transgresión Querandina. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 1(3):53-68
- Figueiras A** 1973 Confirmación de la validez y existencia de *Corbula tryoni* E. A. Smith, 1880 viviente y fósil en la Formación Querandina de Uruguay y nota sobre *Corbula (Caryocorbula) nasuta* Sowerby, 1833. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(25):299-305
- Figueiras A** 1976 ("1975") Revisión de las especies uruguayas de la Subclase Paleotaxodonta Korobkov, 1954 (Mollusca - Bivalvia). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(28):59-92
- Figueiras A & OE Sicardi** 1968 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay (Parte II). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 2(15):255-273, 2 lám
- Figueiras A & OE Sicardi** 1969 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay (Parte III). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, 2(16/17):355-376 lám 3 y 4
- Figueiras A & OE Sicardi** 1970 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte IV. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 2(18):407-421 láms. 5 y 6
- Figueiras A & OE Sicardi** 1971 ("1970") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Adiciones y correcciones a la Clase PELECYPODA. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(19):15-22 lám 7
- Figueiras A & OE Sicardi** 1980 ("1979") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección I - Polyplacophora - Scaphopoda - Bivalvia. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 5(37):107-157, 2 lám
- Fiori S Vidal-Martínez V Simá-Alvarez R Rodríguez-Canul R Aguirre-Macedo ML & O Defeo** 2004 Field and laboratory observations of the mass mortality of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in South America: the case of Isla del Jabalí, Argentina. Journal of Shellfish Research 23(2):451-455
- Fischer-Piette E & PH Fischer II** 1942 Révision des espèces vivantes de *Tivela* et *Eutivela* du Muséum National d'histoire Naturelle. Journal de Conchyliologie 4série 39 85(1):5-49
- Gardner JA** 2004 A historical perspective of the genus *Mytilus* (Bivalvia: Mollusca) in New Zealand: multivariate morphometric analyses of fossil, midden and contemporary blue mussels. Biological Journal of the Linnean Society 82(3):329-344
- González de Baccino R** 1985 ("1984") Estudio de una comunidad de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854) en la Playa de Portezuelo, Depto. de Maldonado, Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 6(46):193-206
- Ituarte CF** 1998 Argentine species of *Crassinella* Guppy, 1874 (Bivalvia: Crassatellidae), and comments on other Southwestern Atlantic species. The Veliger 41(2):186-194
- Jorcín A** 1996 Distribución, abundancia y biomasa de *Erodona mactroides* (Mollusca: Bivalvia, Daudin 1801) en la Laguna de Rocha (Rocha, Uruguay). Revista Brasileira de Biología 56(1):155-162
- Jorcín A** 1999 Temporal and spatial variability in the macrozoobenthic community along a salinity gradient in the Castillos Lagoon (Uruguay). Archiv für Hydrobiologie 146(3):369-384
- Juanicó M & M Rodríguez-Moyano** 1976 ("1975") Composición faunística de la comunidad de *Mytilus edulis platensis* d'Orbigny, 1846, ubicada a unas 55 millas al SE de La Paloma. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(29):113-116
- Klappenbach MA** 1963 Sobre *Cuna* (Moll. Pelecypoda) y géneros relacionados en el Atlántico y costa de África del Sur. Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo 12(3):11-19, 1 lám
- Klappenbach MA** 1965 Lista preliminar de los Mytilidae brasileños con claves para su determinación y notas sobre su distribución. Anais da Academia Brasileira de Ciências 37:327-352. Rio de Janeiro
- Klappenbach MA** 1967 La familia Pholadidae en aguas uruguayas, con la mención de *Martesia (Martesia) fragilis* Verriill & Bush (1890) para la malacofauna de nuestro país. Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras 2(1):163-168. Montevideo
- Klappenbach MA** 1968 *Semele martinii* (Reeve, 1853) of Southern Brazil and Uruguay. The Veliger 10(3):273
- Klappenbach MA** 1970a Notas malacológicas, II. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 10(132):1-7
- Klappenbach MA** 1970b Nueva especie de *Pleuromeris* (Pelecypoda, Carditidae) obtenida en la costa atlántica de Uruguay. Journal de Conchyliologie 108(2):35-38
- Klappenbach MA & EH Ureta** 1973 La familia Thraciidae (Moll. Pelecypoda) en el Atlántico sudamericano. Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Zoología 1:123-128. Montevideo
- Layerle C & V Scarabino** 1984 Moluscos del frente marítimo uruguayo entre los 9 y 78 m de profundidad: análisis biocenológico. Contribuciones (Departamento de Oceanografía, Facultad de Humanidades y Ciencias) 1(9):1-17. Montevideo
- Marshall WB** 1928 New fresh-water and marine bivalve shells from Brazil and Uruguay Proceedings of the United States National Museum 74(2762):1-7, 4 láms
- Martínez S Ubilla M Verde M Perea D Rojas R Guèrèquiz R & G Piñeiro** 2001 Paleoecology and geochronology of Uruguayan coastal marine Pleistocene deposits. Quaternary Research 55:246-254
- Martínez y Saez F** 1872 ("1869") Moluscos del Viaje al Pacífico verificado de 1862 a 1865 por una comisión de naturalistas enviada por el Gobierno Español. Parte segunda, Bivalvos marinos. Imprenta de Miguel Ginesta, Madrid. 78 pp, 8 lám
- Maytía S & V Scarabino** 1979 Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. Pp 149-160 In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Milstein A Juanicó M & J Olazarri** 1976 Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resulta-

- dos de la campaña del R/V "Hero", viaje 72-3A. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(50):143-164
- Milstein A Juanicó M & J Olazarri** 1976 Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resultados de la campaña del R/V "Hero", viaje 72-3A. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(50):143-164
- Neirotti E** 1981 Estudio comparativo de supralitoral y mesolitoral rocoso en diferentes localidades del estuario del Río de la Plata. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 5(40):347-370
- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lagunar litoral oceánico. Pp 225-235 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Obenat S Ferrero L & E Spivak** 2001 Macrofauna associated with *Phyllochaetopterus socialis* aggregations in the southwestern Atlantic. *Vie et Milieu* 51(3):131-139
- Olazarri J** 1962 Ampliación de la distribución de *Pholas campechiensis* Gmelin. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 1(3):51-52
- Olazarri J & A Mones** 1967 Las especies uruguayas de *Lyonsia* Turton, 1822 (Pelecypoda, Pandoracea). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 2(13):113-116
- Olsson D Pesamosca P Saona G Forni F Vizziano D Verocai J & W Norbis** 2003 Análisis del contenido estomacal de la corvina (*Micropogonias furnieri*) (Desmarest, 1823) en la Laguna de Rocha-Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay):125
- Orensanz JM Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigrán G Elías R López-Gappa JJ Obenat S Pascual M Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & EA Villarino** 2002 No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Passadore C & L Giménez** 2003 Composición y variación intranual de la macroinfauna de la desembocadura del arroyo Pando. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay):125
- Pilsbry HA** 1897a List of mollusks collected in Maldonado Bay, Uruguay, by Dr. Wm. H. Rush, U. S. N. *The Nautilus* 11(1):6-9
- Pilsbry HA** 1897b New species of mollusks from Uruguay. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 49:290-298, lám 6 y 7
- Pin O & FG Peluffo** 1983 Hallazgo y descripción de una población de *Petricola pholadiformis* (Lamarck, 1818) (Heterodonta, Petricolidae) [en] Balneario San Luis (Canelones, Uruguay). VIII Simposio Lationamericano sobre Oceanografía Biológica (Montevideo, 28 de noviembre-2 de diciembre de 1983), Resúmenes:124
- Ranson G** 1967 Mollusques lamelibranches: Ostreidae. Résultats Scientifiques des Campagnes de la «Calypso» (8). *Annales de l'Institut Océanographique* 45(2):189-191. Paris
- Riestra G & O Defeo** 2000 La comunidad macrobentónica asociada al mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del Departamento de Maldonado: variación espacio-temporal e incidencia del impacto pesquero. Pp 17-57 *In*: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Riestra G Giménez JL & V Scarabino** 1992 Análisis de la comunidad macrobentónica infralitoral de fondo rocoso en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 11:123-127. Montevideo
- Rios EC** 1994 Seashells of Brazil. Museu Oceanográfico da Fundação Universidade do Rio Grande, 329 pp, 102 lám
- Roux A & C Bremec** 1996 Comunidades bentónicas relevadas en las transecciones realizadas frente al Río de la Plata (35°15'S), Mar del Plata (38°10'S) y Península Valdés (42°35'S), Argentina. INIDEP Informe Técnico (11):13 pp. Mar del Plata
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos). Plan de Investigación Pesquera URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo. 165 pp+apéndice
- Scarabino F** 2003 Lista sistemática de los Bivalvia marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(80-81):229-259
- Scarabino F** 2004 Conservación de la malacofauna uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(82/83):267-273
- Scarabino F & L Ortega** 2004 Registros uruguayos de *Aulacomya atra atra* (Bivalvia: Mytilidae): rol de condiciones oceanográficas anómalas y de dispersión por feofitas flotantes. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(84/85-86/87):299-304
- Scarabino F & JC Zaffaroni** 2004 Estatus faunístico de veinte especies de moluscos citadas para aguas uruguayas. *Comunicaciones Zoológicas*, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología 13(202):1-15. Montevideo
- Scarabino F Menafra R & P Etchegaray** 1999 Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11 (Segunda Epoca):40. Montevideo
- Scarabino V & S Maytía** 1968 Teredinidae (Moll. Pelecypoda) del Uruguay (I). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 2(15):321-325
- Scarabino V Defeo O & L Barea** 1985 Invertebrados bentónicos accesibles a la actividad pesquera nacional. *Actas de las Jornadas de Zoología del Uruguay*:54-56
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1976 ("1975") Carta bionómica litoral del departamento de Montevideo I. Niveles superiores del sistema litoral. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 4(29):117-126, 3 lám
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de las playas arenosas del Depto. de Rocha (Uruguay), con especial referencia a la presencia de *Ocyropode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):42-52, 2 lám 1 mapa. Montevideo
- Seed R** 1992 Systematics evolution and distribution of mussels belonging to the genus *Mytilus*: an overview. *American Malacological Bulletin* 9(2):123-137
- Sicardi OE & A Figueiras** 1971 Presencia de *Chlamys noronhensis* (E. A. Smith, 1885) en aguas uruguayas. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(20):97-98
- Smith EA** 1885 Report on the Lamelibranchiata collected by the H.M.S Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage H.M.S. Challenger during the years 1873-76...*Zoology* 13:i-viii+1-341, 25 lám
- Sprechmann P** 1978 The paleoecology and paleogeography of the Uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. *Zitteliana* 4:3-72 lám 1-6
- Turner RD** 1954 The family Pholadidae in the Western Atlantic and the Eastern Pacific. Part I - Pholadinae. *Johnsonia* 3(33):1-63

- Turner RD** 1955 The family Pholadidae in the Western Atlantic and the Eastern Pacific. Part II - Martesiinae, Jouannetiinae and Xylophaginae. *Johnsonia* 3(34):65-160
- Waller TR** 1991 Evolutionary relationships among commercial scallops (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae). Pp 1-73 *In*: Shumway (ed) *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 21
- Walossek D** 1984 Taxonomie und Verbreitung von *Chlamys patagonica* (King & Broderip 1832) und Anmerkungen zu weiteren *Chlamys*-Arten von der Südspitze Süd-Amerikas (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae). *Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg (NF)* 27:207-276
- Zaffaroni JC** 1991 ("1989") *Eulimella bermudensis* (Dall & Bartsch, 1911) y *Gastrochaena hians* (Gmelin, 1791), primera cita para aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 7(56/57):123-128
- Zaffaroni JC** 2000 ("1998") Presencia de *Modiolus carvalhoi* (Mollusca, Pelecypoda) en aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(74/75):101-103



## Patrones geográficos de diversidad bentónica en el litoral rocoso de Uruguay

ALEJANDRO BRAZEIRO\*, ANA INÉS BORTHAGARAY  
& LUIS GIMÉNEZ

\*brazeiro@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Los hábitat rocosos representan un aspecto sobresaliente de la fisonomía costera uruguaya, dominada por arcos arenosos delimitados por promontorios rocosos. A pesar de su menor extensión, estos ambientes son más diversos, y probablemente más productivos, que las playas arenosas, aunque su ecología es pobremente conocida. En la costa uruguaya, la variación de salinidad asociada al sistema Río de la Plata-Océano Atlántico constituye el gradiente ecológico más evidente. En este artículo se analiza la variabilidad de la riqueza y composición de invertebrados intermareales de fondos duros a lo largo de la costa uruguaya, con el objetivo de identificar patrones de variación de gran escala ( $10^2$  km) asociados al gradiente salino. Además, se propone describir los diferentes patrones de distribución vertical a lo largo del gradiente fluvio-marino. En términos de resultados, los principales aspectos fueron: 1) la riqueza de especies (total y por grupo) aumentó desde la zona dulceacuícola hacia la marina, correlacionándose positiva y significativamente con la salinidad; 2) el máximo reemplazo de especies entre sitios se registró en la zona estuarina en torno a Montevideo, en asociación con bruscos cambios espaciales de salinidad; 3) mediante análisis de clasificación, se identificó claramente una biota intermareal dulceacuícola y otra marina, mientras que los sitios del ambiente estuarino presentaron baja similitud entre ellos; 4) dos tipos de patrones fueron observados: uno fluvial donde la mayoría de la fauna y flora se halla en piletas de marea o grietas y otro con tres zonas claramente identificables. Estos resultados se discuten en función de las principales hipótesis de diversidad bentónica en sistemas fluvio-marinos, al mismo tiempo que se analizan sus implicaciones en términos de conservación.

**Palabras clave:** Río de la Plata, sistema fluvio-marino, diversidad de especies, intermareal rocoso, reemplazo de especies

### ABSTRACT

Rocky shores represent a prominent feature of the Uruguayan coastal landscape, which is dominated by sandy beaches limited by rocky points. In spite of their smaller magnitude, rocky shores are more diverse and perhaps more productive than sandy shores. However, the ecology and biology of rocky habitats is poorly known. In the Uruguayan coast, the spatial variability in salinity associated to the Río de la Plata and Atlantic Ocean is the most important longshore ecological gradient. This article analyses the variability in species richness and composition of rocky shore invertebrates along the Uruguayan coast, in order to identify large-scale ( $10^2$  km) patterns of variation associated to the saline gradient. Also, the different vertical patterns of distribution observed along the fluvial-marine gradient are described. The main results are: 1) species richness increased from the freshwater to the marine zone and was positively correlated with salinity; 2) the maximum rate of species replacement among sites occurred in the estuarine zone of Montevideo and was associated to a high spatial variation of salinity; 3) by classification analysis, a fluvial and a marine community were clearly identified, while the estuarine sites presented low similarity among them; 4) two types of patterns were found: a fluvial one in which the fauna and flora were in tidal pools or crevices, and another one with three zones well identified. Results are discussed in terms of the main hypotheses explaining patterns of benthic species richness along the freshwater-estuarine-marine gradient and the implications for conservation of rocky habitats are analyzed.

**Key words:** Río de la Plata, fluvio-marine system, species diversity, rocky intertidal, species replacement

### INTRODUCCIÓN

#### Intermareal rocoso de Uruguay

Entre los ambientes costeros de Uruguay, las playas arenosas y puntas rocosas constituyen los ambientes dominantes. De hecho, la fisonomía típica de la costa es de arcos arenosos delimitados por promontorios rocosos. La distribución de hábitat rocosos a lo largo de la costa uruguaya es muy heterogénea. En el Río de la Plata interior el porcentaje de costa rocosa es muy baja, aumenta en Montevideo y vuelve a caer en la costa de Cane-

lones, mientras que en Maldonado y Rocha los promontorios rocosos vuelven a ser más frecuentes.

A pesar de su menor extensión, los ambientes rocosos de Uruguay son más ricos en especies, y probablemente más productivos, que las playas arenosas (Brazeiro 2000; Calliari *et al.* 2004). Sin embargo, el estado de conocimiento sobre la ecología de costas rocosas es francamente menor (Calliari *et al.* 2004). Entre los principales antecedentes, se destacan los estudios sobre patrones de zonación (Scarabino *et al.* 1975; Maytía & Scarabino

1979; Neirotti 1981; Batallés *et al.* 1985), taxonomía de algas (Coll 1979), composición y estructura de comunidades locales (e.g. Batallés 1983; Riestra *et al.* 1992; Riestra 1999) y biología pesquera del mejillón azul (*Mytilus edulis platensis*) (Arena *et al.* 1989).

El sistema litoral rocoso de la costa uruguaya alberga una biota muy diversa, integrada principalmente por varias especies de algas e invertebrados, los que son consumidos por varias aves y peces (Scarabino *et al.* 1975; Coll 1979; Maytía & Scarabino 1979; Riestra 1999). Dentro de la fauna bentónica de estos sistemas, y principalmente en el submareal, se encuentra el principal recurso malacológico del país, el mejillón azul, el cual sostiene una importante pesquería artesanal en el Dpto. de Maldonado (Arena *et al.* 1989). A pesar de ello, se han desarrollado muy pocos estudios sobre la ecología de estos hábitat.

#### El Río de la Plata en el sistema costero uruguayo

Sin lugar a dudas, el componente fisiográfico más significativo del sistema costero uruguayo es el Río de la Plata (RP). El RP drena la segunda cuenca más importante de América del Sur, siendo sus principales tributarios los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay (Framiñan & Brown 1996; Nagy *et al.* 1997). En su desembocadura en el Océano Atlántico, el RP conforma una planicie estuarial de características micromareales, localizado entre los 34°10'-36°10'S y 55°00'-58°10'W. Tiene una longitud de 200 km y un ancho máximo de 230 km en la boca, cubriendo una superficie de 38000 km<sup>2</sup>. Su caudal medio ha crecido en las últimas décadas, llegando a 24000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> a partir de la década de los 70 (Guerrero *et al.* 2004).

La descarga del RP en el Océano Atlántico constituye un sistema fluvio-marino, generando fuertes gradientes ambientales en términos de turbidez y salinidad. A partir de los trabajos de Framiñan & Brown (1996), Nagy *et al.* (1997), Brazeiro *et al.* (2003) y Guerrero *et al.* (2004), se pueden distinguir tres grandes zonas: 1) fluvial, localizada entre Carmelo y Punta Tigre (San José), coincidiendo su límite exterior con el frente de turbidez, con una salinidad inferior a 5 y elevada turbidez; 2) estuarina, localizada entre Punta Tigre y Punta del Este (Maldonado), coincidiendo el límite exterior con el frente salino de superficie, con una alta variabilidad espacial y temporal en salinidad (0.6-25) y turbidez; y 3) marina, localizada entre Punta del Este y el Arroyo Chuy (Rocha), con salinidades mayores a 25 y baja turbidez.

Este trabajo propone, profundizando el estudio de Maytía & Scarabino (1979), que este gradiente ambiental constituye uno de los principales factores estructuradores de las comunidades de invertebrados bentónicos que se desarrollan en costas rocosas de Uruguay.

#### Patrones de diversidad en sistemas fluvio-marinos

Existen numerosos estudios sobre la distribución de la diversidad bentónica en sistemas fluvio-marinos, pero sin lugar a dudas, uno de los más influyentes han sido

los trabajos clásicos de Remane (1934) y Remane & Schlieper (1971). El patrón sugerido por estos autores, conocido como el modelo de Remane, indica que la máxima riqueza de invertebrados bentónicos es alcanzada en los extremos marino y dulceacuícola, mientras que la zona estuarina (3-4) sería la más pobre en especies. Asimismo, este modelo propone la existencia de diferentes biotas a lo largo del gradiente fluvio-marino, incluyendo una biota endémica propia de la zona estuarina. Si bien este modelo es apoyado por numerosas investigaciones desarrolladas antes de la década de los 80 (Wolff 1983), recientemente ha resurgido el debate sobre la generalidad de la existencia de una biota estuarina, al mismo tiempo que aparece la variabilidad de la salinidad, más que los valores promedio, como mejor predictor de la diversidad bentónica (Attrill 2002; Attrill & Rundle 2002).

El objetivo central del presente trabajo es caracterizar la diversidad bentónica de puntas rocosas de Uruguay a lo largo del sistema fluvio-marino, Río de la Plata-Océano Atlántico, y evaluar su relación con la salinidad a nivel de riqueza y reemplazo de especies de los principales grupos bentónicos. Además, se propone describir los diferentes patrones de distribución vertical en función de los grupos dominantes observados a lo largo del gradiente fluvio-marino.

#### METODOLOGÍA

##### Diseño de muestreo

En función de la variabilidad ambiental generada por el gradiente fluvio-marino, la franja costera puede ser dividida en tres zonas: 1) fluvial, corresponde al Río de la Plata interior, y va desde Colonia a Montevideo; 2) estuarial, corresponde al Río de la Plata exterior, y va desde Montevideo a Punta del Este; 3) oceánica, corresponde a la costa atlántica, y va desde Punta del Este hasta el Chuy. En cada región fueron seleccionadas al azar tres puntas rocosas, de una extensión superior a los 100 m de perímetro (Tabla 1 y Fig. 1).

El estudio consistió en un único muestreo realizado durante la primavera de 2002 (octubre-noviembre). En cada sitio se colectaron un total de 30 muestras (cuadrante de 0.1 m<sup>2</sup>) distribuidas homogéneamente en tres transectos perpendiculares a la costa. En cada transecto, tres muestras fueron asignadas a la franja supralitoral, tres a la mesolitoral y cuatro a la infralitoral. Las franjas intermareales fueron identificadas en base a los organismos típicos, siguiendo el clásico esquema de zonación propuesto por Stephenson & Stephenson (1949). La franja supralitoral fue delimitada en base a la presencia de líquenes, la mesolitoral en base a los cirripedios y la infralitoral en base a los mitílidos. La zona infralitoral fue muestreada hasta 1.5 m de profundidad. En esta última zona se asignaron cuatro muestras por transecto debido a que usualmente es la más rica en especies. En todas las puntas rocosas muestreadas se trató de cubrir todas las posibles condiciones de exposición al oleaje y heterogeneidad física del sustrato.



Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo.

Tabla 1. Sitios de muestreo.

Zona	Punta rocosa	Dpto.	Extensión aproximada (m)	Rango de salinidad
Fluvial	1 Colonia del Sacramento	Colonia	1020	<2
	2 Punta del Rosario	Colonia	No determinado	<2
	3 Punta Espinillo	Montevideo	4700	<2
Estuarial	4 Punta Atlántida	Canelones	140	2-25
	5 Punta Colorada	Maldonado	1400	2-25
	6 Punta Ballena	Maldonado	3500	2-25
Oceánica	7 Punta José Ignacio	Maldonado	1260	>25
	8 La Pedrera	Rocha	800	>25
	9 Punta Santa Teresa	Rocha	260	>25

Todos los especímenes de cada cuadrante muestral fueron colectados con raspadores metálicos y espátulas. El material extraído fue fijado en formol al 8% y llevado al laboratorio para su análisis. Todos los individuos fueron identificados al nivel taxonómico más bajo posible; en muchos casos fueron identificados a nivel de especie. Para esto se utilizaron claves dicotómicas para poliquetos (Nonato & Amaral 1979), moluscos (Rios 1994) y anfípodos (Escofet 1973). La identificación de los crustáceos fue realizada con la colaboración de Msc. Ana Verdi (Sección Entomología, Facultad de Ciencias). Para la clasificación de las algas se utilizó la clave de Gabrielson *et al.* (2000). Dado que esta clave fue diseñada para el Hemisferio Norte, se verificó que los géneros encontrados estuvieran citados también para el Hemisferio Sur, en particular en la costa uruguaya (Coll & Oliveira 1999).

#### Análisis de datos

La relación entre la variación geográfica de riqueza de especies (total y por grupo) y la salinidad fue evaluada mediante análisis de correlación (Pearson).

Para el análisis del reemplazo de especies, o diversidad  $\beta$ , se calculó a lo largo del gradiente fluvio-marino la continuidad, ganancia y pérdida de especies entre localidades consecutivas. La continuidad ( $A_{i,i+1}$ ) entre las localidades  $i$  e  $i+1$ , siendo la localidad  $i$  la de características más fluviales y la  $i+1$  la más oceánica, se calculó como el número de especies comunes entre ambas localidades. Las especies ganadas ( $B_{i,i+1}$ ) a lo largo del gradiente, entre las localidades  $i$  e  $i+1$  se calculó como las especies exclusivas del sitio  $i+1$ . Las especies perdidas ( $C_{i,i+1}$ ) a lo largo del gradiente, entre las localidades  $i$  e  $i+1$  se calculó como las exclusivas del sitio  $i$ . Finalmente, se estimó la tasa de reemplazo de especies (Tr) en base al índice de Shmida & Wilson (1985), como  $Tr=(c+b)/2.5m$ , siendo Sm la riqueza de especies promedio del par de localidades considerado. Se analizó la relación entre Tr y la variación de salinidad entre localidades mediante correlación simple (Pearson). Asimismo, para analizar la variación de la composición de especies a lo largo del gradiente fluvio-marino, se realizó un análisis de clasificación de localidades (UPGMA) a partir de la matriz de similitud (Jaccard) calculada sobre la base de la matriz de presencia-ausencia de especies.

#### RESULTADOS

Se identificaron en total 67 especies, pertenecientes a ocho phyla (Annelida, Bryozoa, Cnidaria, Crustacea, Mollusca, Nemertea, Platyhelminthes y Uniramea) y dos divisiones de algas (Rodophyta y Chlorophyta) (Tabla 2). Crustáceos (20 especies) y moluscos (14) fueron los

grupos más diversos entre los invertebrados, seguidos por cnidarios, anélidos y Uniramea, todos representados por tres especies, mientras que los demás grupos identificados estuvieron representados exclusivamente por una especie. Entre las algas, el grupo dominante en términos de riqueza específica fue el de las rodofitas (12), seguido por las clorofitas (5). Se encontraron además cuatro especies de algas que no pudieron ser identificadas.

#### Patrón geográfico de riqueza de especies

La riqueza de especies tendió a crecer desde el Río de la Plata hacia la región oceánica atlántica (Fig. 2). En el Río de la Plata interior y medio (Colonia-Punta Espinillo) la riqueza osciló entre 8 y 13 especies, ocurriendo los menores valores en los extremos de la región (Fig. 2). En la zona estuarina (Atlántida-Punta Ballena) la riqueza varió entre 19 y 27, presentando una clara tendencia creciente en dirección E (Fig. 2). Dentro de la región oceánica la riqueza de especies fue poco variable, oscilando entre 31 y 33 especies (Fig. 2).

Los patrones geográficos de la riqueza de invertebrados y algas se ajustaron en general al patrón de la diversidad bentónica total, aunque en el caso de las algas no se advirtió el comportamiento asintótico en la región oceánica (Fig. 2).

La riqueza, tanto a nivel de número total de especies, invertebrados o algas, se correlacionó positiva y significativamente con la salinidad (total:  $r=0.97$ ,  $p<0.001$ , invertebrados:  $r=0.94$ ,  $p<0.001$ , algas:  $r=0.83$ ,  $p=0.005$ ). Los grupos por separado (moluscos, crustáceos, anélidos y otros) también se correlacionaron positivamente con la salinidad ( $p<0.05$ ).

#### Patrón geográfico de reemplazo de especies (diversidad $\beta$ )

La continuidad fue muy variable (rango: 1-25, media: 14.8 especies), siendo relativamente baja en la zona fluvial (<7 especies), especialmente en los alrededores de Punta Espinillo, y alta (>15 especies) en la zona estuarial y oceánica (Fig. 3a). En general, la ganancia de especies (rango: 5-17, media: 8.4 especies) a lo largo del gradiente fluvio-marino superó a la pérdida (rango 0-12, media: 5.4 especies), excepto en la transición de Punta del Rosario a Punta Espinillo (Fig. 3a).

La tasa de reemplazo de especies varió fuertemente a lo largo del gradiente fluvio-marino (rango: 0.1-0.9, media: 0.4), siendo muy alta entorno a Punta Espinillo (0.9) y relativamente baja en el resto de la costa (0.1-0.3) (Fig. 3b).

La tasa de recambio entre localidades a lo largo del gradiente fluvio-marino se correlacionó positivamente con la diferencia estandarizada de salinidad ( $r=0.91$ ,  $p<0.001$ ) (Fig. 4), la cual se calculó dividiendo la diferencia de salinidad entre los sitios considerados, por la salinidad promedio de los mismos. Los recambios más importantes se registraron entorno a la zona estuarina (sitios 2, 3 y 4), y decreció hacia las regiones marina y dulceacuícola.

Tabla 2. Lista de especies.

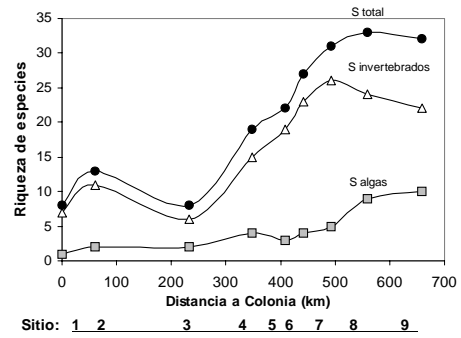
	Código	Grupo	Especie
Algas	1	Alga	Alga indet. 10
	2	Alga	Alga indet. 1
	3	Alga	Alga indet. 2
	4	Alga	Alga indet. 3
	5	Chlorophyta	<i>Codium</i> sp.
	6	Chlorophyta	<i>Enteromorpha</i> sp. 4
	7	Chlorophyta	<i>Enteromorpha</i> sp. 5
	8	Chlorophyta	<i>Enteromorpha</i> sp. 6
	9	Chlorophyta	<i>Ulva lactuca</i>
	10	Rhodophyta	Ceramiacea indet.
	11	Rhodophyta	<i>Ceramium</i> sp. 11
	12	Rhodophyta	<i>Ceramium</i> sp. 7
	13	Rhodophyta	<i>Corallina officinalis</i>
	14	Rhodophyta	<i>Cryptopleura</i> sp. 8
	15	Rhodophyta	<i>Polysiphonia</i> sp. 7
	16	Rhodophyta	<i>Pterocladella capillacea</i>
	17	Rhodophyta	Rhodophyta indet. 12
	18	Rhodophyta	Rhodophyta indet. 13
	19	Rhodophyta	Rhodophyta indet. 14
	20	Rhodophyta	Rhodophyta indet. 15
	21	Rhodophyta	Rhodophyta indet. 16
Invertebrados	22	Annelida	<i>Chaetacanthus</i> sp.
	23	Annelida	<i>Allitta succinea</i>
	24	Annelida	Syllidae indet.
	25	Bryozoa	<i>Membranipora</i> sp.
	26	Cnidaria	Anthozoa indet. 1
	27	Cnidaria	Anthozoa indet. 2
	28	Cnidaria	Anthozoa indet. 3
	29	Crustacea	<i>Amphibalanus improvisus</i>
	30	Crustacea	<i>Bathyporeia</i> sp.
	31	Crustacea	<i>Caprella</i> sp.
	32	Crustacea	<i>Corophium</i> sp.
	33	Crustacea	<i>Cymadusa filosa</i>
	34	Crustacea	<i>Cyrtograpsus angulatus</i>
	35	Crustacea	<i>Chthamalus bisinatus</i>
	36	Crustacea	Decapoda indet.
	37	Crustacea	<i>Hyale grandicornis</i>
	38	Crustacea	<i>Hyalella curbieispina</i>
	39	Crustacea	Iciidae indet.
	40	Crustacea	<i>Idothea baltica</i>
	41	Crustacea	<i>Ligia exotica</i>
	42	Crustacea	<i>Armases rubripes</i>
	43	Crustacea	<i>Pachycheles haigae</i>
	44	Crustacea	<i>Panopeus meridionalis</i>
	45	Crustacea	<i>Psephenine</i> sp.
	46	Crustacea	<i>Pseudosphaeroma platense</i>
	47	Crustacea	<i>Sinelobus stanfordi</i>
	48	Crustacea	Tanaidacea indet.
	49	Mollusca	<i>Pomella megastoma</i>
	50	Mollusca	Bivalvia indet.
	51	Mollusca	<i>Brachidontes darwinianus</i>
	52	Mollusca	<i>Brachidontes rodriguezii</i>
	53	Mollusca	<i>Lottia subrugosa</i>
	54	Mollusca	<i>Chilina fluminea</i>
	55	Mollusca	<i>Heleobia australis</i>
	56	Mollusca	<i>Heleobia piscium</i>
	57	Mollusca	Hydrobiidae sp.
	58	Mollusca	<i>Limnopena fortunei</i>
	59	Mollusca	<i>Echinolittorina lineolata</i>
	60	Mollusca	<i>Mytilus edulis platensis</i>
	61	Mollusca	<i>Perna perna</i>
	62	Mollusca	<i>Siphonaria lessona</i>
	63	Nemertea	Nemertea indet.
	64	Platyhelminthes	Polyclada indet.
	65	Uniramea	Baetidae indet.
	66	Uniramea	Coleoptera indet.
	67	Uniramea	Chironomidae indet.

**Patrón de zonación vertical**

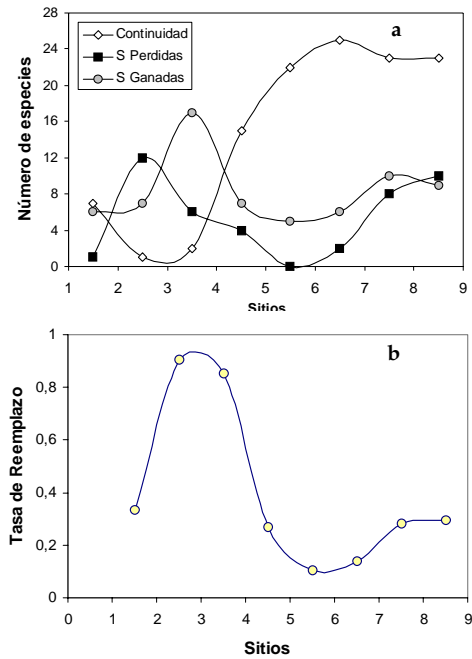
En los sitios más al W, Colonia, Rosario y Punta Espinillo, los organismos se encontraron principalmente en diferentes microhábitat protegidos como grietas, piscinas de marea o bajo piedras, observándose muy pocos individuos sobre la roca expuesta (Fig. 5a). Muy pocas especies de algas fueron registradas, aunque diferentes en los tres sitios, en muy baja densidad (si bien la cobertura algal no fue estimada). Entre los invertebrados, predominaron los organismos móviles, destacándose la presencia de gastrópodos en Colonia y Rosario como *Pomella megastoma*, *Chilina fluminea*, *Heleobia piscium* y *Heleobia australis*, así como de crustáceos en Punta Espinillo como *Cyrtograpsus angulatus* y *Armases rubripes* (especie exclusiva de este sitio). El mejillón *Limnoperna fortunei* fue la única especie sésil y además encontrada en los tres sitios conjuntamente.

En el resto de los sitios (Atlántida a Santa Teresa) se pudo observar un patrón de zonación vertical más claro, o al menos que permitió identificar cinturones o franjas de organismos (Fig. 5c y b). Además de ocupar los microhábitat antes mencionados como grietas o piscinas de marea, a partir de Atlántida se observa mayor cobertura de algas e invertebrados sobre la roca tanto en zonas protegidas como expuestas. Esto último se amplifica hacia los sitios del extremo más E del gradiente salino (La Pedrera y Santa Teresa). En general, en todos los sitios se encontraron más algas que invertebrados, y entre éstos más organismos móviles que sésiles. Si bien la composición y riqueza de especies cambió entre los sitios, en todos ellos se identificó un patrón de zonación general, caracterizado por la presencia de 3 zonas: alta o supralitoral, media o mesolitoral y baja o infralitoral. La zona alta, que presentó un alto porcentaje de sustrato expuesto, dominó el isópodo *Ligia exotica*. La zona media estuvo cubierta principalmente por balanos y lapas y mientras que la zona baja estuvo dominada por mejillones y algas. En las dos últimas zonas predominaron, al menos en número de especies, los invertebrados (móviles sobre sésiles) sobre las algas.

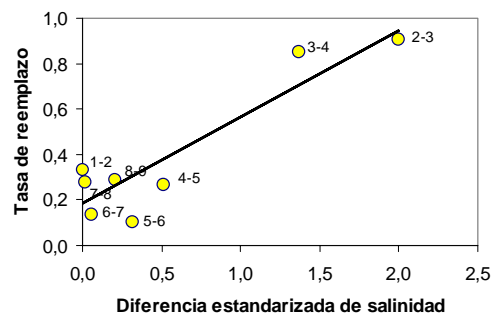
En Atlántida, la zona media estuvo dominada por el balano *Amphibalanus improvisus* y el alga *Enteromorpha* sp., y la zona baja por los mejillones *Brachidontes darwinianus* y *Brachidontes rodriguezii* y el poliqueto *Alitta succinea*. En Piriápolis la zona baja fue dominada por los mejillones *B. darwinianus*, *B. rodriguezii* y *M. edulis*, mientras que en Punta Ballena sólo se observan los dos últimos. En la zona media de estos dos sitios, además de *A. improvisus*, se observa en menor dominancia otro balano (*Chthamalus bisinuatus*). En los tres sitios los mejillones de la zona baja presentaron briozoarios y *A. improvisus* como epibiontes (Fig. 5b). A partir de José Ignacio se observó mayor riqueza de algas tanto en la zona baja como en la media. Además, en la zona media se observaron con mayor frecuencia lapas (*Siphonaria lessoni* y *Lottia subrugosa*) y el gasterópodo *Echinolittorina lineolata* en grietas, mientras que en la zona baja aparece otro mejillón *Perna perna* junto con *B.*



**Figura 2.** Variación geográfica de la riqueza de especies (S) bentónicas de puntas rocosas de 9 sitios de Uruguay, en función de la distancia a Colonia. Se presenta información de especies totales, invertebrados y algas. Sitios numerados como en la Tabla 1.



**Figura 3.** Reemplazo de especies desde la zona fluvial a la oceánica. (a) Continuidad, ganancia y pérdida de especies; (b) Tasa de reemplazo de especies, medida a través del índice de Shmida & Wilson (1985). Sitios numerados como en la Fig. 4.



**Figura 4.** Relación entre la tasa de reemplazo de especies entre pares de sitios y la diferencia estandarizada de salinidad, calculada sobre la base de la salinidad promedio de los sitios considerados. Se indica en cada punto los pares de sitios involucrados, numerados según Tabla 1.

*rodriguezii* y *M. edulis*. En La Pedrera y Santa Teresa, en la zona baja también aparecen dos especies de anémonas y el cangrejo *Pachycheles haigae* dentro del colchón de algas o de la matriz de mejillones (Fig. 5c).

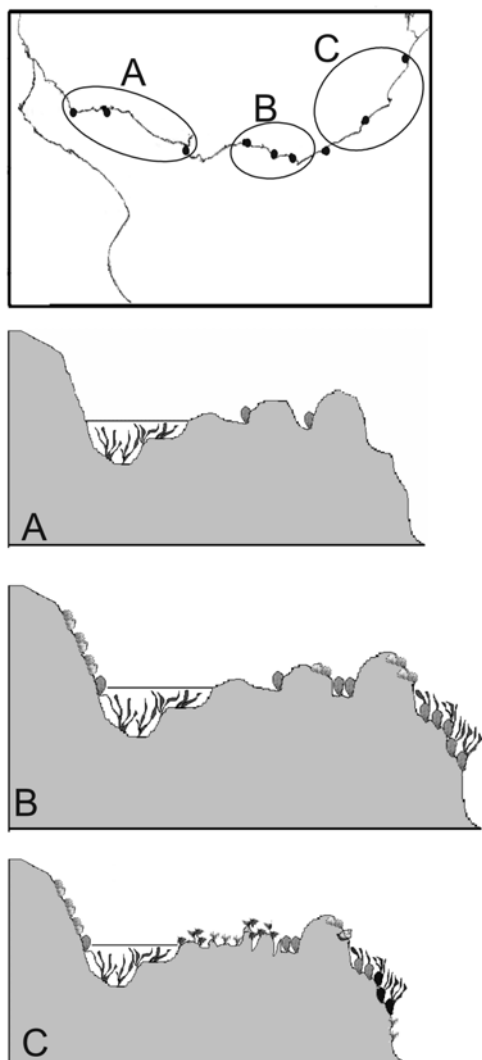


Figura 5. Patrón de distribución vertical.

#### Análisis de clasificación

El análisis de clasificación realizado sobre el total de especies separó, a un nivel de corte de 50% de similitud, tres grandes grupos: el primero compuesto por Colonia del Sacramento y Punta del Rosario, Punta Espinillo formando un segundo grupo y todos los otros sitios desde Atlántida a Santa Teresa conformando un tercer grupo (Fig. 6). A su vez, dentro del tercer grupo se conformaron 3 subgrupos: el 3a estuvo integrado únicamente por Atlántida, el 3b se conformó por Piriápolis, Punta Ballena y José Ignacio, mientras que los sitios más oceánicos de Sta. Teresa y La Pedrera se reunieron en el subgrupo 3c. El mismo patrón general surgió al realizar los análisis

independientemente sobre las matrices de moluscos y crustáceos, mientras que en el caso de las algas el primer grupo no se conformó.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis geográfico de la biota intermareal del litoral rocoso uruguayo, reveló que el gradiente fluvio-marino, generado por la descarga del Río de la Plata en el Océano Atlántico, juega un papel central en la estructuración de estas comunidades. Asociados al gradiente fluvio-marino, surgieron claros patrones de riqueza y composición específica.

#### Riqueza de especies

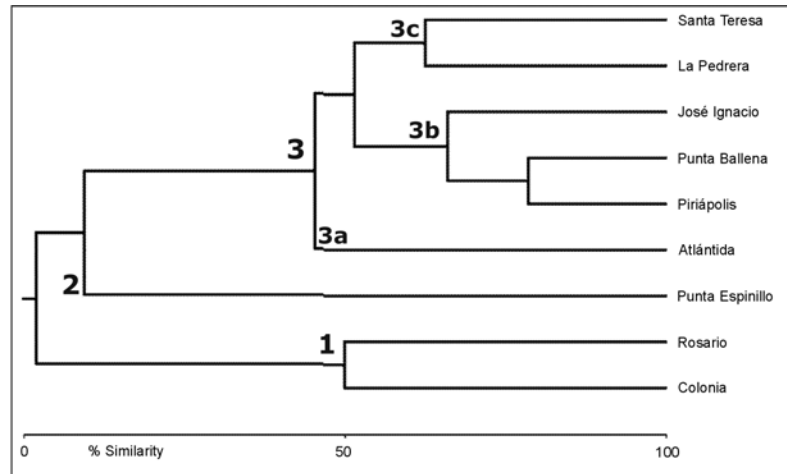
Contrariamente de lo esperado por el modelo clásico de Remane (Remane 1934; Remane & Schlieper 1971), la riqueza de especies en general, así como en la mayoría de los grupos, creció monotónicamente desde el sector dulceacuícola hacia el oceánico, correlacionándose positivamente con la salinidad. Este patrón creciente fue también registrado en estudios bentónicos realizados en la porción estuarino-oceánica del gradiente fluvio-marino (Maytía & Scarabino 1979). La confrontación del patrón observado en el intermareal uruguayo con el modelo de Remane deja dos aspectos por resolver: por un lado, la ausencia de un incremento de la riqueza de especies desde la región estuarina hacia la dulceacuícola, y por otro, la ausencia de una pequeña moda de especies exclusivas en la porción estuarina del gradiente (5-10) (excepto *A. rubripes*, que fue exclusivo de la porción estuarina).

La baja riqueza observada en la región dulceacuícola podría estar asociada a la importante reducción de costas rocosas. Por un lado, la disponibilidad de hábitat intermareal rocoso es relativamente alta en la zona oceánica (franja Piriápolis-La Coronilla), intermedia en la zona estuarina, concentrándose en Montevideo, y muy baja en la porción dulceacuícola del gradiente. Por otro lado, la acción del oleaje, que en gran medida determina la amplitud del intermareal (Raffaelli & Hawkins 1996), principalmente en costas micromareales (ver Framiñan & Brown 1996), también decrece en dirección al Río de la Plata. En tal sentido, el sector dulceacuícola dispone de escasos hábitat intermareales rocosos, los que además son más estrechos debido a la menor exposición al oleaje.

La alta diversidad de la zona oceánica puede además estar causada por la presencia de extensos bancos de mitílidos (*Brachidontes* spp., *M. e. platensis*), que generan sustrato secundario y microhábitat capaces de sustentar numerosas especies. En este sentido, se ha propuesto que estos moluscos podrían actuar como especies ingenieras (Penchaszadeh 1973; Riestra 1999; Broitman *et al.* 2001) (*sensu* Jones *et al.* 1994).

#### Reemplazo de especies

La dinámica de reemplazo de especies a lo largo del gradiente fluvio-marino fue en general alta, y en especial entorno a Punta Espinillo (Rosario y Atlántida), coincidiendo con el sector estuarino y de mayor variabilidad



**Figura 6.** Análisis de clasificación de sitios en función de la similitud (Jaccard) en la composición total de especies. Se indican los grupos (numeral) y subgrupos (numeral con literal) identificados.

salina. De hecho, la tasa de reemplazo de especies se correlacionó fuertemente con la diferencia estandarizada de salinidad entre sitios, indicando que esta variable ambiental juega un papel central en la dinámica geográfica de la diversidad intermareal en la costa uruguaya.

La agrupación de sitios a lo largo de la costa (análisis de cluster) también sugiere un fuerte efecto del gradiente salino en la composición de especies. Se identificó claramente una asociación de sitios dulceacuícolas, y otra de sitios marinos. Por su parte, la zona estuarina apareció representada en forma fragmentada por Punta Espinillo, que surgió como sitio muy diferente, y por Atlántida, que se escindió del grupo marino.

Estudios previos realizados por Maytía & Scarabino (1979) en el litoral rocoso de la costa atlántica y estuarina (Montevideo-Rocha) de Uruguay, reportaron resultados comparables con los obtenidos en el presente estudio. Estos autores distinguieron tres regiones: Montevideo, área ecotonal ubicada entre Atlántida y José Ignacio, y una región atlántica que incluyó localidades del Dpto. de Rocha. En el presente estudio, en la franja Montevideo-Rocha se distinguieron las mismas tres zonas, pero entre Montevideo y la zona ecotonal apareció Atlántida como localidad separada.

Diferentes patrones de distribución vertical fueron observados a lo largo del gradiente salino. Por un lado, un patrón más típico de sistemas dulceacuícolas, con bajo número de especies y poca cobertura de organismos en zonas más expuestas. La mayoría de la fauna y flora se halla en piletas de marea o en grietas. Por otro lado, un patrón más clásico de zonación de sistemas marinos con tres zonas claramente identificables: una zona alta con líquenes en algunos casos y el isópodo *L. exotica* en otros, una zona media dominada por balanos y lapas principalmente, y otra zona baja dominada por mejillones o algas, ambos grupos alternándose. Si bien la composición de especies varió a lo largo del gradiente, el patrón de zonación a partir de Atlántida se mantuvo, aumentando el número de algas en la zona inferior atlántica.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Podría decirse que ya se han dado los primeros pasos en el conocimiento ecológico del litoral rocoso uruguayo. La taxonomía, composición de especies y grandes patrones espaciales (zonación, gradiente fluvio-marino) son en líneas generales conocidos. Sin embargo, la dinámica y funcionamiento de estos ecosistemas es prácticamente desconocida. A excepción de los estudios de dinámica poblacional en *M. e. platensis*, y de la comunidad asociada en isla de Lobos y Gorriti, poco se conoce sobre los procesos ecológicos subyacentes a los patrones poblacionales y comunitarios. A nivel ecosistémico, aún no se han iniciado estudios. En este contexto, la ecología funcional surge como un tema prioritario, y en tal sentido, los estudios de mediano (1-5 años) y largo (> 10 años) plazo son claves para comenzar a avanzar en el entendimiento del papel que juegan, por ejemplo, el reclutamiento, competencia, depredación, disturbios físicos, configuración del paisaje y pesca, en la ecología del litoral rocoso uruguayo.

### IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Los resultados del presente trabajo tienen importantes implicaciones en términos de estrategias de conservación de la biodiversidad costera de Uruguay. Por un lado, la macrozonificación generada por el análisis de clasificación, en el cual surgieron claramente tres grandes regiones con diferentes biotas, sugiere que para proteger la biodiversidad de la región se deberían contemplar planes de conservación en cada una de ellas. Sin embargo, el análisis de reemplazo de especies sugiere que la biota estuarina estuvo en líneas generales incluida dentro de la marina, mientras que la dulceacuícola apareció como independiente. Este análisis indica que no existiría una biota estuarina propia, por lo cual la región estuarina tendría una menor prioridad de conservación con relación a las regiones dulceacuícola y marina.

En tal sentido, para la protección de la biota intermareal del litoral rocoso uruguayo, se recomienda una estrategia que priorice los sitios marinos y dulceacuícolas más diversos y representativos. Sin embargo, teniendo en cuenta la existencia de especies que concentran su población en la zona estuarina (e.g. *B. darwinianus*), serían necesarios más estudios, principalmente de mayor alcance temporal. Esto permitiría confirmar la ausencia de una biota estuarina en la costa uruguayana, apoyando o no la recomendación anterior.

Por otra parte, la conservación de la biota intermareal no puede realizarse en forma aislada, debiendo articularse con la de otras comunidades en un plan integrado para la conservación de la diversidad costera y acuática de Uruguay. En este sentido, la implementación de un sistema nacional de áreas acuáticas protegidas jugaría un rol central (ver Brazeiro & Defeo en este volumen).

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado en coordinación con el proyecto "Diversidad costera de peces e invertebrados" (dirección Dr. L. Giménez y Lic. J. Verocai), realizado en el marco del Convenio de Cooperación técnica entre la Facultad de Ciencias-Universidad de la República y el Proyecto FREPLATA PNUD/GEF RLA/99/G31.

#### REFERENCIAS

- Arena G Scarabino V Defeo O Barea L Masello A Layerle C Niggemeyer F Riestra G & G Mantero** 1989 Programa de investigación del mejillón *Mytilus edulis platensis* en las costas del Depto. de Maldonado, Uruguay. Primer Informe Semestral período febrero - agosto 1988. Proyecto URU/87/008. PNUD-INAPE. 110 pp (Inédito)
- Attrill M** 2002 A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology* 71:262-269
- Attrill M & S Rundle** 2002 Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. *Estuarine Coastal Shelf Science* 55:929-936
- Batalles ML** 1983 La comunidad del mejillón *Mytilus edulis platensis* de Punta el Chileno: distribución, composición y estructura de la población. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 73 pp (Inédita)
- Batalles LM García V & A Malek** 1985 Observaciones sobre la zonación en el litoral rocoso de la costa uruguayana. I. Reconocimiento de los niveles superiores del sistema litoral: Cabo Polonio (Depto. De Rocha, Uruguay). *Contribuciones del Departamento de Oceanografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 2(2):42-50. Montevideo
- Brazeiro A** 2000 Biodiversidad en hábitats costeros: playas y puntas rocosas de Uruguay. Pp 127-141 *In: Domínguez & Prieto* (eds) Perfil ambiental del Uruguay/2000. Nordan, Montevideo
- Brazeiro A Acha EM Mianzan HW Gómez M & V Fernández** 2003 Aquatic priority areas for the conservation and management of the ecological integrity of the Rio de la Plata and its Maritime Front. Technical Report PNUD Project/GEF RLA/99/G31, 81 pp (Inédito)
- Broitman BR Navarrete S Smith F & S Gaines** 2001 Geographic variation of southeastern Pacific intertidal communities. *Marine Ecology Progress Series* 224:21-34
- Calliari D Defeo O Cervetto G Gómez M Giménez L Scarabino F Brazeiro A & W Norbis** 2004 Marine life of Uruguay: critical update and priorities for future research. *Gayana* 67(2):341-370
- Coll J** 1979 Catálogo de Algas citadas para Uruguay. SOHMA-UNESCO, 133 pp. Montevideo
- Coll J & E Olivera** 1999 The benthic marine algae of Uruguay. *Botanica Marina* 42:129-135
- Escofet A** 1973 Los géneros de anfípodos más comunes de en el área de Mar del Plata. Clave para su reconocimiento. *Contribuciones del Instituto de Biología Marina* 239:30 pp
- Framiñan MB & OB Brown** 1996 Study of the Río de la Plata turbidity front. Part I: Spatial and temporal distribution. *Continental Shelf Research* 16:1259-1283
- Gabrielson PW Widdowson TB Lindstrom SC Hawkes MW & RF Scagel** 2000 Keys to the benthic marine algae and seagrasses of British Columbia, Southeast Alaska, Washington and Oregon. *Phycological Contribution* (5), Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver
- Guerrero R Piola A Molinari G & S Osiroff Jauregui** 2004 Análisis de datos oceanográficos históricos. Informe técnico. Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31 (Inédito)
- Jones CG Lawton JH & M Shachak** 1994 Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373-386
- Maytía S & V Scarabino** 1979 Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. Pp 149-160 *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur*. UNESCO, ORCYT
- Nagy G Martínez C Caffera RM Pedrosa Forbes GA Perdomo AC & J López** 1997 The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 *In: Wells & Daborn* (eds) The Río de la Plata, An environmental overview. Dalhousie University, Halifax
- Neirotti E** 1981 Estudio comparativo del supralitoral y mesolitoral rocoso en diferentes localidades del estuario del Río de la Plata. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5:347-370
- Nonato EF & ACZ Amaral** 1979 Anelideos poliquetas. Claves para familias y géneros. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 78 pp
- Penchaszadeh P** 1973 Ecología de la comunidad asociada al mejillón (*Brachidontes rodriguezii*) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina): el proceso de recolonización. *Physis* 32:51-64. Buenos Aires
- Remane A & C Schlieper** 1971 *Biology of brackish water*. John Wiley and Sons, Nueva York. 372 pp
- Remane A** 1934 Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger* (Suppl.) 7:34-74
- Riestra G** 1999 La comunidad macrobentónica asociada al Mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del departamento de Maldonado: variación espacio-temporal e incidencia del impacto pesquero. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 67 pp (Inédita)
- Riestra G Giménez JL & V Scarabino** 1992 Análisis de la comunidad macrobentónica infralitoral de fondo rocoso en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 11 (Sección A): 123-127. Montevideo
- Rios EC** 1994 *Seashells of Brazil*. 2ªed, Río Grande, FURG. 492 pp
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1975 Carta bionómica litoral del Departamento de Montevideo. I. Niveles superiores del sistema litoral. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4:117-129
- Shmida A & MV Wilson** 1985 Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12:1-20
- Stephenson TA & A Stephenson** 1949 The universal features of zonation between tidemarks on rocky coast. *Journal of Ecology* 38:289-305
- Wolff W** 1983 Estuarine benthos. Pp 151-183 *In: Ketchum* (ed) *Estuaries and enclosed seas*. *Ecosystems of the World* 26, Elsevier, Amsterdam



## Comunidades bentónicas estuarinas de la costa uruguaya

LUIS GIMÉNEZ

jluis@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Los hábitat estuarinos, determinados por el estuario del Río de la Plata y las desembocaduras de arroyos y lagunas costeras, se encuentran a lo largo de casi toda la costa uruguaya. Sin embargo, la estructura dinámica y funcionamiento de las comunidades bentónicas es muy poco conocida. Se conoce la composición específica de la macrofauna, circunscrita a un bajo número de especies, especialmente en las desembocaduras de arroyos y lagunas. En menor medida aún se conoce la estructura de la comunidad, que debe estudiarse en relación a la escala espacial. A la escala de la costa uruguaya, la composición específica en el Río de la Plata parece ser diferente a la de arroyos y lagunas. Además, las lagunas costeras presentan un mayor número de especies que los arroyos, probablemente debido a diferencias morfológicas entre ambos hábitat. Dentro de una laguna o arroyo, la zona de la desembocadura que atraviesa la playa, presenta un menor número de especies infaunales que la zona localizada detrás de la línea de dunas. En la parte litoral de las lagunas y arroyos existe una zona superior vegetada dominada por crustáceos decápodos y una zona inferior no vegetada dominada por poliquetos y moluscos. La escasa información sobre la dinámica de la comunidad bentónica sugiere patrones estacionales de abundancia asociados a ciclos de vida y fluctuaciones ambientales. No existe información sobre el funcionamiento de dicha comunidad. Las diferencias entre la zonas estuarinas uruguayas y el resto de la región sugieren que no es aconsejable extrapolar a la costa uruguaya los modelos de funcionamiento generados en otros sitios.

**Palabras clave:** estuario, *Heteromastus*, *Erodona*, *Amphibalanus*, *Chasmagnathus*

### ABSTRACT

Estuarine habitats, determined by Río de la Plata and the outflow of streams and coastal lagoons, are found along most of the Uruguayan coast. However, little is known about the structure, dynamics, and function of macrobenthic communities in these environments. The macrofaunal species composition is rather well known, especially for the mouth of streams and lagoons. The community structure is known to a lesser extent and should be considered in relation to the spatial scale. At the scale of the Uruguayan coast, the species composition of the Río de la Plata seems to be different from that found at the mouth of streams and lagoons. In addition, coastal lagoons display a higher number of species than streams, probably due to morphological differences between both habitats. Within a lagoon or stream, the zone of the outflow that crosses the beach shows a lower number of species than that located behind the dune line. In the littoral area of lagoons and streams there is an upper vegetated zone dominated by decapod crustaceans and a lower unvegetated sandy zone dominated by polychaetes and molluscs. The scarce information about benthic community dynamics suggests seasonal abundance fluctuations associated to life history and environmental variability. There is no information about how this community works. Differences between Uruguayan estuarine habitats and others in the region suggest that it may not be appropriate to extrapolate models developed in other sites to the Uruguayan coast.

**Key words:** estuary, *Heteromastus*, *Erodona*, *Amphibalanus*, *Chasmagnathus*

### INTRODUCCIÓN

Los ambientes estuarinos constituyen el hábitat más importante de la costa uruguaya, dos tercios de la cual está fuertemente influida por el estuario del Río de la Plata. En su último tercio, constituido por la costa oceánica, desembocan varios arroyos y lagunas costeras que constituyen ambientes estuarinos, aislados del Río de la Plata. Físico-químicamente, los estuarios son ambientes caracterizados por una importante variabilidad espacial temporal en la salinidad, temperatura y turbidez del agua, concentración de oxígeno en el sedimento, tipo de sedimento y oferta de alimento. En pocas palabras, el estuario es un gran mosaico espacio-temporal.

La principal causante de la baja diversidad y la alta abundancia de organismos bentónicos parece ser el patrón de salinidad. Una combinación entre los valores bajos de salinidad y la variabilidad temporal actúa como factor selectivo sobre los organismos (Day *et al.* 1989; Attrill 2002). Así, la comunidad de organismos estuarinos está restringida a relativamente pocas especies que en su mayor parte son eurihalinas: su rango de tolerancia a la salinidad es relativamente amplio. Dado que el número de organismos predadores es menor en los ambientes estuarinos que en los marinos, los organismos consumidores adquieren biomasa y abundancias considerables, en comparación con las comunidades marinas. También

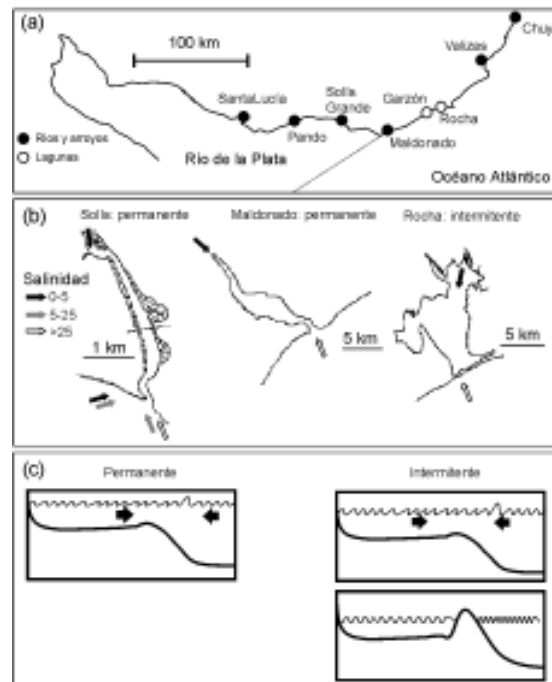
debido a la relativa baja presión de predación, los estuarios son usados como áreas de cría de juveniles de varias especies cuya fase adulta ocupa el ambiente marino (Day *et al.* 1989). Sin embargo, la heterogeneidad espacial en las características físico-químicas lleva a que exista una importante diversidad de comunidades.

A pesar de la importancia de los hábitat estuarinos en la costa uruguaya, se conoce relativamente poco de la biología, estructura y dinámica de la macrofauna bentónica. Aunque la composición específica de las comunidades macrobentónicas se conoce relativamente bien, se sabe muy poco de la fisiología e historia de vida de las especies. Una excepción a esta regla son los crustáceos decápodos, especialmente el cangrejo *Chasmagnathus granulatus*. La mayor parte de la información disponible sobre la estructura de la comunidad se basa en estudios puntuales o estacionales de los arroyos Solís y Valizas, y dos lagunas costeras. Más recientemente hemos comenzado a realizar un programa de trabajo sistemático destinado a generar una mejor comprensión de la biología de las especies y de la estructura y función de las comunidades. En este artículo se sintetiza la información obtenida en las pasadas décadas y la información reciente, de forma de determinar cuáles son las perspectivas de avance en el área.

#### HÁBITAT ESTUARINOS EN LA COSTA URUGUAYA

A una gran escala espacial existen dos tipos principales de hábitat estuarinos en la costa uruguaya (Fig. 1a). El primero es el estuario del Río de la Plata, el segundo está constituido por los desembocaduras de arroyos y lagunas costeras. Ambos se diferencian principalmente por su tamaño y profundidad. Mientras que el estuario del Río de la Plata alcanza una profundidad máxima de 25 m y tiene una extensión de 200 km, los estuarios y subestuarios en general no sobrepasan los 3 m de profundidad y su extensión es del orden de unos pocos kilómetros. El estuario del Río de la Plata está abierto al mar y en su boca tiene 230 km de ancho, mientras que en las desembocaduras mencionadas, la conexión al mar puede ser intermitente, a través de una boca angosta. Las características físico químicas y la dinámica del estuario del Río de la Plata se conocen mucho mejor que la de otros hábitat estuarinos y pueden encontrarse en Nagy *et al.* (1997) y Mianzán *et al.* (2001).

En las desembocaduras de arroyos y lagunas costeras es posible identificar tres tipos de "subhábitat" (Fig. 1b): 1) subestuarios (e.g. Río Santa Lucía, Arroyo Solís); 2) estuarios de desembocaduras de arroyos (e.g. arroyos Maldonado y Chuy); y 3) zonas estuarinas de las lagunas costeras (lagunas de Rocha, Garzón, José Ignacio). Los subestuarios desembocan en el estuario del Río de la Plata; por ende, están abiertos a másas de agua fluvial, salobre o marino. Los otros sitios están abiertos a la costa marina. Los estuarios de desembocaduras de arroyos están casi permanentemente abiertos al mar, pudiendo cerrarse en períodos de sequía, especialmente en verano. Sin embargo, en esos sitios existe un intercambio casi



**Figura 1.** Hábitat estuarinos de la costa uruguaya incluyendo (a) sitios nombrados en este trabajo; (b) tipos de hábitat estuarino de la costa incluyendo un subestuario, un estuario y una laguna costera: las flechas indican los tipos de masas de agua que reciben; (c) patrones de conexión con la costa abierta, ya sea del Río de la Plata o del Océano Atlántico: las flechas indican los intercambios de masas de agua.

permanente de material (Fig. 1c). Las lagunas presentan una conexión intermitente, que determina un estado de aislación del mar y otro donde ocurren intercambios de material (Fig. 1c). Las lagunas pueden cerrarse en cualquier época del año aunque este fenómeno tiende a ocurrir más frecuentemente en períodos de sequía. Morfológicamente, los arroyos presentan una forma de canal con una desembocadura cuya posición fluctúa a escala de décadas, mientras que las lagunas están constituidas por un cuerpo principal elíptico o circular conectado con canales o cuerpos elípticos menores (Fig. 1b).

#### LA MACROFAUNA BENTÓNICA

##### Biología e historia de vida

La macrofauna de los hábitat estuarinos de arroyos y lagunas costeras se reduce a un número bajo de especies (Tabla 1), no así la del estuario del Río de la Plata (ver Mianzán *et al.* 2001; Giberto *et al.* 2004 por una lista exhaustiva). La macrofauna del estuario del Río de la Plata se compone de más de 30 especies y está dominada por el molusco bivalvo depositívoro *Macrta isabelleana*, el gasterópodo predador *Buccinanops duartei* y el camarón *Artemesia longinaris*, aunque también hay otras especies en alta abundancia como el gasterópodo *Heleobia australis*. En los arroyos y lagunas costeras la macrofauna se compone de alrededor de 20 especies y la misma está dominada por tres especies de poliquetos, *Laeonereis acuta*, *Heteromastus similis* y *Nephtys fluviatilis*, y el bivalvo

**Tabla 1.** Principales especies de la macrofauna estuarina de la costa uruguaya, hábitat donde ha sido registrado (Su: supralitoral, I: intermareal, S: submareal), modo de desarrollo (D: directo, I: indirecto con larva pelágica) y modo alimentario (D: depositivo, S: suspensivo, O: omnívoro, P: predador).

Grupo	Hábitat	Desarrollo	Alimentación
<b>Poliquetos</b>			
<i>Heteromastus similis</i>	I-S		D
<i>Laonereis acuta</i>	I-S		O
<i>Nephtys fluviatilis</i>	I-S		P
<i>Alitta succinea</i>	I-S		P
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	I-S	I	S
<b>Moluscos bivalvos</b>			
<i>Erodona mactroides</i>	I-S	I	S
<i>Macra isabelleana</i>	S	I	D
<b>Moluscos gasterópodos</b>			
<i>Heleobia australis</i>	I-S		D
<i>Heleobia piscium</i>	S		D
<i>Buccinanops duartei</i>	S	D	P
<b>Crustáceos decápodos</b>			
<i>Chasmagnathus granulatus</i>	Su-I	I	O
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	S	I	O
<i>Armases rubripes</i>	Su-I	I	O
<i>Uca uruguayensis</i>	Su-I	I	O
<i>Callinectes sapidus</i>	S	I	P
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	S	I	
<i>Palaemonetes argentinus</i>	S	I	
<i>Artemesia longinaris</i>	S		
<b>Crustáceos peracáridos</b>			
<i>Kalliapseudes schubarti</i>	I-S	D	D
<i>Sinelobus stanfordi</i>	I-S	D	
<i>Dies fluminensis</i>	I-S	D	
<i>Pseudosphaeroma platense</i>	I-S	D	
<i>Jassa falcata</i>	I-S	D	
<b>Crustáceos cirripedios</b>			
<i>Amphibalanus improvisus</i>	I-S	I	S

*Erodona mactroides*. En arroyos y lagunas se encuentran, en menor abundancia, el tanaidáceo *Kalliapseudes schubarti* y el bivalvo *Tagelus plebeius*. La epifauna está dominada por el gasterópodo *Heleobia australis* y los crustáceos *Cyrtograpsus angulatus*, *Callinectes sapidus* y *Farfantepenaeus paulensis*. En la zona supralitoral vegetada, el cangrejo *C. granulatus* domina en biomasa y abundancia. También existen especies de sustrato duro: la más común es *Amphibalanus improvisus*, pero también pueden encontrarse mejillones del género *Brachidontes* y algas del género *Enteromorpha*.

El conocimiento de la biología de la mayoría de las especies registradas en estos ambientes es escaso. El modo de desarrollo en los invertebrados es en general fijo: se conocen muy pocas especies con dos modos de desarrollo. Los hábitos alimentarios son en general más variables y por lo tanto no es correcto clasificar a cada especie en un solo tipo alimentario. *Laonereis acuta* es un poliqueto detritívoro que puede alcanzar ca. 25 cm de largo, y que realiza tubos verticales en el sedimento. *Heteromastus similis* alcanza sólo unos pocos centímetros de largo y es un detritívoro cavador móvil que presuntamente se reproduce en primavera y verano; su modo de desarrollo

no se conoce (Ieno & Elías 1995). *Nephtys fluviatilis* es un poliqueto errante considerado predador que alcanza ca. 5 cm de largo. *Ficopomatus enigmaticus* es un poliqueto exótico que forma arrecifes sobre sustratos duros; ha sido citado para el Arroyo Solís (Bier 1985) y el Arroyo Valizas (Nion 1979). *Erodona mactroides* es una almeja excavadora superficial, presuntamente suspensiva, pero es probable que sea capaz de desarrollar comportamiento detritívoro. *Heleobia australis* es un caracol epibentónico detritívoro que se reproduce principalmente en primavera y verano (De Francesco & Isla 2001). Todos los crustáceos peracáridos presentan un desarrollo directo, y es probable que todos ellos sean detritívoros. Aparentemente, el misidáceo *Neomysis americana* presta un ciclo de actividad circadiano, con migraciones hacia la columna de agua durante la noche, permaneciendo durante el día sobre el fondo o enterrado (Calliari *et al.* 2001; obs. pers.). El balano *A. improvisus* es una especie suspensiva con larva pelágica; en los hábitat naturales se desarrolla sobre valvas de *E. mactroides*, troncos de árboles y sobre fondos compactos.

Se conoce mucho más sobre la historia de vida de los cangrejos estuarinos y de los camarones (Fig. 2). *Chasmagnathus granulatus* es la especie mejor conocida. Presenta una estrategia de exportación de larvas (Anger *et al.* 1994; Anger 2001). Los adultos habitan los estuarios y las hembras acarrear alrededor de 10000 embriones durante la primavera y el verano (Giménez 2003). El desarrollo embrionario dura aproximadamente un mes y es altamente sincronizado: la totalidad de las larvas de una puesta son liberadas durante la noche, en primavera y verano. El desarrollo larval es flexible: ocurre por una vía corta de cuatro zoeas y una megalopa, o por una vía larga de cinco zoeas (Boschi 1967; Pestana & Ostrensky 1995). El desarrollo por la vía larga es más frecuente en larvas provenientes de huevos con menor biomasa (Giménez & Torres 2002), bajo condiciones de estrés salino (Giménez & Anger 2003) o alimentario (Ostrensky *et al.* 1997). Las larvas son planctónicas omnívoras (Ostrensky *et al.* 1997); al menos la zoea I está bien adaptada a sobrevivir en situaciones de disponibilidad de alimento parcheado (Giménez 2002; Giménez & Anger 2005). Las zoeas I abandonan los estuarios y se desarrollan en mar abierto; la megalopa retorna al estuario donde se metamorfosea en un primer estadio juvenil. El proceso de metamorfosis puede ser retardado en ausencia de estímulos químicos relacionados con el hábitat parental (Gebauer *et al.* 1998). Los juveniles invaden el hábitat parental: inicialmente utilizan las cuevas de los adultos como refugio y luego realizan cuevas propias. El tamaño inicial de los juveniles está relacionado con las condiciones experimentadas durante la vida larval: los juveniles metamorfoseados de larvas desarrolladas a través de la vía larga son de mayor tamaño y biomasa, y presentan una mayor tolerancia a la ausencia de alimento que si provienen de la vía corta (Giménez *et al.* 2004). Además, el retraso en la metamorfosis conduce a juveniles de tamaño y biomasa reducido si se los compara con indivi-

duos que no sufrieron retraso (Gebauer *et al.* 1999). Así, *C. granulatus* es un ejemplo de una especie con caracteres plásticos que producen efectos retardados en la historia de vida, fisiología y finalmente en la sobrevivencia (Giménez 2004), ya que cambios en caracteres en una fase de desarrollo co-determinan los caracteres de la siguiente fase y estos últimos afectan la esperanza de vida.

*Cyrtograpsus angulatus*, *C. sapidus* y *F. paulensis* también presentan una estrategia de exportación (Fig. 2). En *C. angulatus*, la misma es similar a la descrita para *C. granulatus* (Anger 2001). Para *C. sapidus* no ha habido estudios en la región sobre la historia de vida; la información proveniente del Hemisferio Norte hace suponer que las hembras ovígeras abandonan el estuario y liberan las larvas en mar abierto (Anger 2001). El desarrollo larval ocurre por 7-8 zoeas y una megalopa. La megalopa retorna al estuario donde se metamorfosea en un primer estadio juvenil. Como en *C. granulatus*, el proceso de metamorfosis es retrasado en ausencia de estímulos relacionados con el hábitat parental. Los juveniles y adultos deben permanecer en las lagunas y arroyos, probablemente en enterrados o refugiados en zonas vegetadas. El camarón *F. paulensis* se reproduce en mar abierto y la mayor parte de la fase larval parece ocurrir también allí; los estadios finales larvales (denominados postlarvas) entran al estuario; los juveniles crecen allí por 4-5 meses, o a veces hasta 10 meses, para llegar a adultos y migrar hacia el mar (D'Incao 1991). Al contrario de las especies nombradas anteriormente, el camarón *Palaemonetes argentinus* presenta una estrategia de retención donde los estadios larvales se desarrollan en agua de baja salinidad o en agua dulce (Charmantier & Anger 1999).

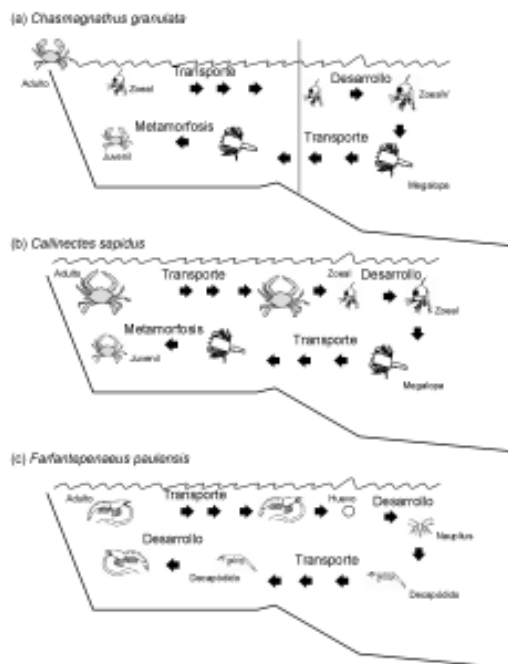


Figura 2. Tres ejemplos de migraciones ontogénicas consistentes en estrategias de exportación de fases de desarrollo en crustáceos estuarinos de la costa uruguaya.

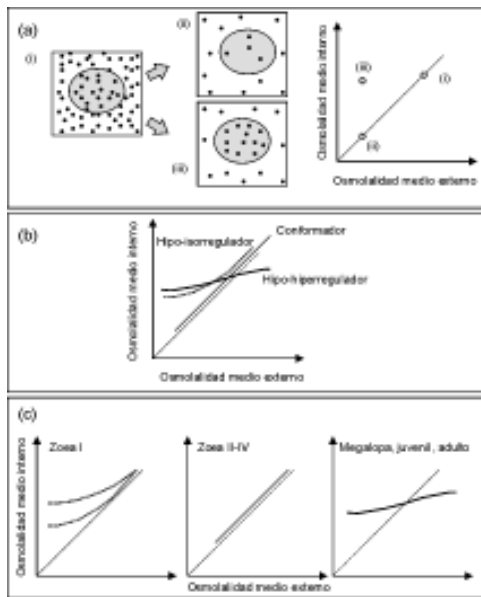
Existe otro grupo de especies que ocurren en la costa del Río de la Plata y que se encuentran en los estuarios. La más importante es *A. improvisus*, que habita en la zona intermareal y submareal rocosa, ya sea sobre las rocas o como organismo epizoico sobre los mejillones. *Amphibalanus improvisus* coloniza las lagunas y los arroyos probablemente como consecuencia del transporte de larvas desde la costa abierta. Es probable que las poblaciones de las lagunas y arroyos contribuyan al caudal de larvas en la costa uruguaya. Esta especie tiene un rango de tolerancia muy amplio, desde agua dulce a agua de mar (Fyhn 1976). *Amphibalanus improvisus* es además hermafrodita suficiente con autofertilización facultativa (Furman & Yule 1990): esta habilidad podría serle ventajosa en los arroyos y lagunas debido a que le permitiría mantener poblaciones aisladas y con un bajo número de individuos.

#### Adaptaciones fisiológicas al medio estuarino: *Chasmagnathus granulatus* como modelo

El hábitat estuarino es altamente variable, y por lo tanto los organismos deben tolerar varios tipos de estrés, principalmente salino y por hipoxia o anoxia. Para las especies de la costa uruguaya se conoce principalmente las adaptaciones al estrés osmótico.

La mayor parte de los invertebrados estuarinos son de origen marino y por lo tanto presentan en sus fluidos internos una concentración de osmolitos (osmolalidad) cercana a la del agua de mar (Fig. 3a). El estrés osmótico en un estuario supone disminución de la osmolalidad en el medio interno, que tiende a equilibrarse con el medio externo. Los especies estuarinas han desarrollado varias estrategias para solucionar el problema de la disminución en la osmolalidad interna. Las mismas ocurren en prácticamente todos los niveles de organización, desde un nivel bioquímico (regulación de la actividad de enzimas de transporte o del nivel de aminoácidos), hasta orgánico (desarrollo de estructuras de regulación del medio interno o de aislamiento con el medio externo), y se hallan relacionadas entre sí. Una revisión de los mecanismos de adaptación al estrés osmótico ha sido escrita recientemente por Torres (2000) para los crustáceos.

Los estuarios son habitados principalmente por especies osmorreguladoras, capaces de regular la osmolalidad de su medio interno (Fig. 3a). Existen varios grados de osmorregulación, y se pueden definir patrones de hiperregulación si la osmolalidad interna es mayor a la del medio, o de hiporregulación si es menor. Usualmente, los patrones están combinados (Fig. 3b). Entre los osmorreguladores pueden encontrarse los fuertes y débiles; usualmente las más fuertes son especies eurihalinas, es decir soportan un amplio rango de salinidades, mientras que los reguladores débiles tienden a ser estenohalinos, tolerando rangos más estrechos de salinidad. Muy pocas especies osmoconformadoras, cuya osmolalidad tiende a ser similar a la del medio externo, ocupan el medio estuarino (Fig. 3a, b); en general son especies extremadamente estenohalinas.



**Figura 3.** Osmorregulación y osmoconformación. a) Posibles efectos de la reducción en la osmolalidad externa partiendo de una condición marina, *i*, a una condición estuarina en un osmoconformador, *ii*, y en un osmorregulador, *iii*. b) patrones generales de capacidad osmótica. c) patrones de ontogenia en la osmorregulación es *Chasmagnathus granulatus* (modificado de Charmentier *et al.* 2002).

En este sentido, la especie mejor conocida es *C. granulatus*. El primer estudio sobre la capacidad osmorregulatoria en *C. granulatus* fue desarrollado por un grupo de científicos uruguayos (Mañe-Garzón *et al.* 1974). Los adultos de este cangrejo son hiper-hiposmorreguladores, es decir que regulan a altas y bajas salinidades; además, presentan la capacidad de aclimatación a diferentes condiciones osmóticas (Cervino *et al.* 1996). Como es además un osmorregulador fuerte, está muy bien adaptado a vivir en un amplio rango de salinidades. Experimentos de laboratorio muestran que el desarrollo embrionario ocurre al menos entre 12 y 32 de salinidad (Bas & Spivak 2000; Giménez & Anger 2001), pero los patrones de distribución de la especie sugieren que el rango debe ser más amplio (Giménez 2003). La capacidad de osmorregulación en *C. granulatus* no se restringe a la fase adulta sino que se manifiesta inicialmente al menos en la zoea I, el primer estadio larval (Charmentier *et al.* 2002). La zoea I de *C. granulatus* es eurihalina y su grado de eurihalinidad es plástico (Fig. 3c): se incrementa si el desarrollo embrionario ocurre en agua salobre en comparación con agua de mar (Giménez & Anger 2003). Posteriormente, la capacidad osmorregulatoria se reduce considerablemente en los estadios larvales siguientes (zoea II a IV) para reaparecer en la megalopa y potenciarse en los estuarios juveniles (Fig. 3c). Consecuentemente, los estadios de zoea II a zoea IV o V tienden a ser estenohalinos, mientras que la megalopa es eurihalina.

Los estudios en *C. granulatus* han mostrado como en una especie estuarina los patrones de ontogenia de la osmorregulación y de aclimatación coinciden con la estrategia de historia de vida. La zoea I se libera en los

hábitat estuarinos y es hiper-reguladora, las zoeas II a V son osmoconformadoras; las megalopas, que colonizan los hábitat estuarinos y los estadios bentónicos, son osmorreguladores. La capacidad de osmorregular no sólo permite la sobrevivencia sino que lleva a amortiguar los efectos del estrés osmótico sobre el crecimiento (Torres *et al.* 2002). La capacidad de aclimatación tiene un valor adaptativo si se considera que los hábitat estuarinos donde ocurre *C. granulatus* varían espacial y temporalmente en sus condiciones osmóticas: a pesar de esas variaciones dicha capacidad permitiría un mayor grado de conexión entre subpoblaciones (Giménez 2003). La capacidad osmorreguladora y las adaptaciones al medio semiterrestre le han permitido a *C. granulatus* convertirse en una de las especies claves en la estructuración de las comunidades estuarinas en la costa argentina y es muy probable que juegue un papel similar en la costa uruguaya: este tema será discutido en la siguiente sección.

## COMUNIDADES BENTÓNICAS ESTUARINAS

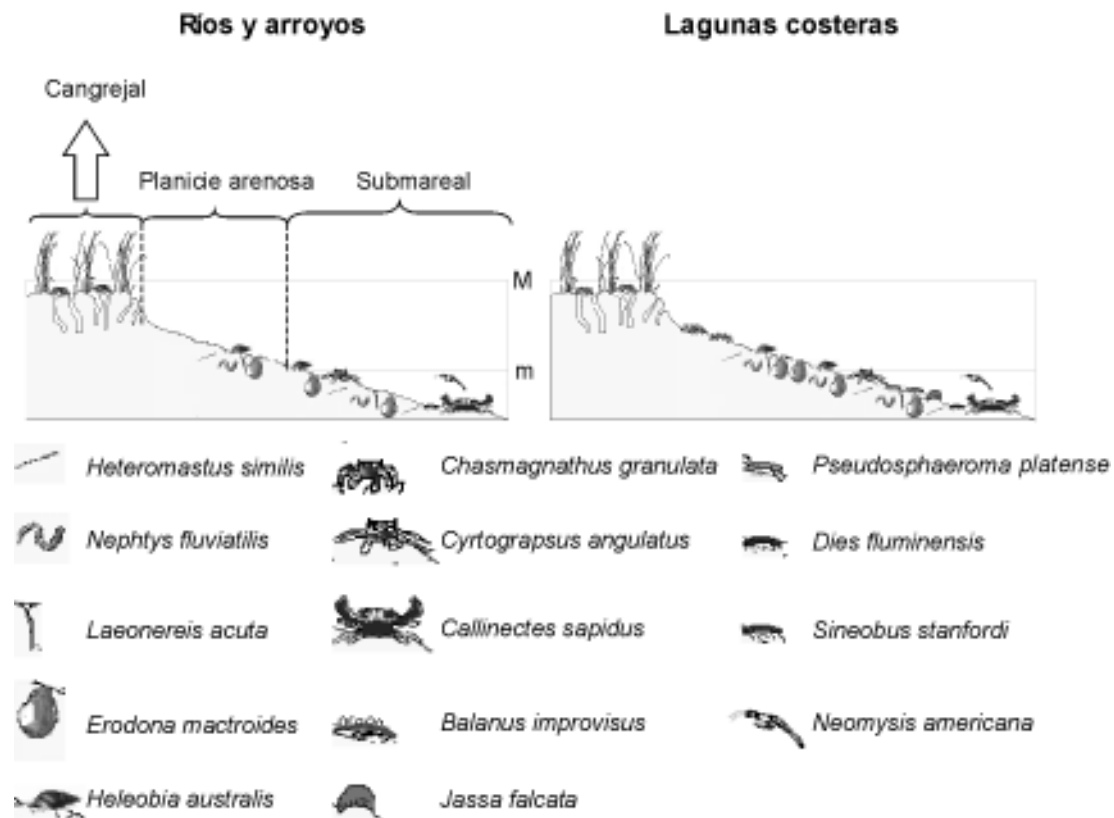
### Patrones de estructura y distribución

Las comunidades estuarinas en la costa uruguaya se caracterizan, de acuerdo a los patrones generales, por un bajo número de especies y alta dominancia.

La información disponible y las diferencias en los métodos de muestreo permite sólo una comparación general entre la composición y dominancia de la fauna del estuario del Río de la Plata con la encontrada en las zonas estuarinas de arroyos y lagunas. Aparentemente, existen diferencias en la composición y dominancia de las especies: en el Río de la Plata la especie más abundante parece ser *M. isabelleana*, mientras que *E. mactroides* es el bivalvo más abundante en las zonas estuarinas de arroyos y lagunas. El gasterópodo predador *B. duartei* no es encontrado en estas últimas.

Muy recientemente hemos obtenido información sobre el patrón regional de distribución de la macrofauna bentónica estuarina de las desembocaduras de los arroyos y las lagunas a lo largo de la costa uruguaya (Giménez *et al.* 2005). Sin embargo, esa información está restringida a la zona intermareal no vegetada. Aparentemente, el límite W de distribución de las especies estuarinas se encuentra en el Río Santa Lucía y sus inmediaciones. En esta región de la costa existe una mezcla de especies dulceacuícolas (e.g. el bivalvo *Corbicula fluminea*) y estuarinas (*E. mactroides*). El Río Santa Lucía parece ser también el límite W de la distribución de *C. granulatus* (Giménez 2003). Hacia el E desaparecen las especies dulceacuícolas pero no existen grandes cambios en la composición específica de las especies estuarinas, ni un proceso de sustitución de especies.

En las lagunas costeras ocurre un mayor número de especies y abundancia que en los arroyos (Fig. 4); aún no es posible determinar qué factor causa ese patrón. La morfología de las lagunas, con sus lagunas secundarias, canales o piletas ovaladas, determina que su línea costera sea muy irregular: estas estructuras generan heterogeneidad espacial a escalas de entre cientos de metros a



**Figura 4.** Diferencias entre arroyos y lagunas costeras en la abundancia y riqueza de especies a través de la zona intermareal y sublitoral. Símbolos: M nivel máximo de agua; m: nivel mínimo de agua.

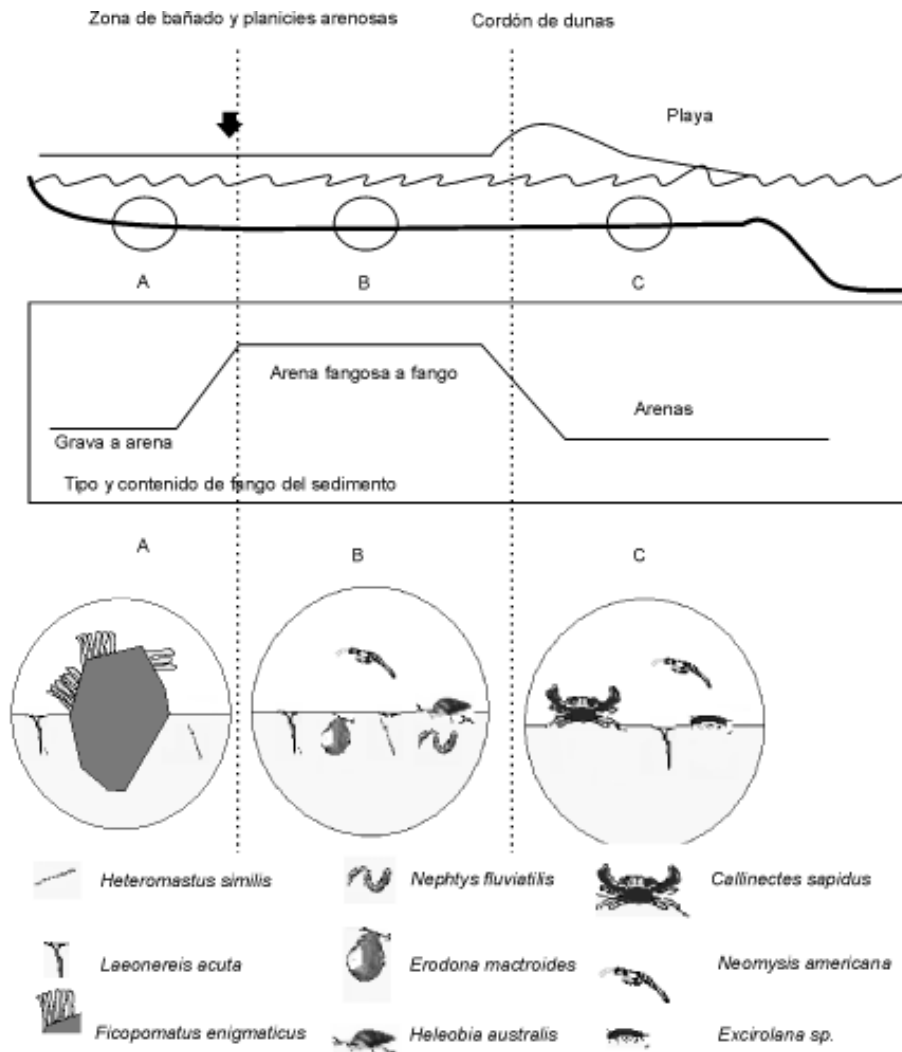
kilómetros. Las flechas de arena formadas entre las lagunas secundarias o piletas ovaladas (e.g. Laguna de Rocha, canal de la barra vieja) determinan una considerable heterogeneidad de hábitat a una escala espacial de decenas de metros. Por el contrario, los arroyos presentan en su curso inferior una forma de canal; el único grado de heterogeneidad debe estar dado por la curvatura del canal principal o la existencia de cañadas. La variedad de tipos de sedimento de las lagunas, mayor que la existente en el curso inferior de la mayoría de los arroyos costeros, contribuye a incrementar la heterogeneidad de hábitat. En resumen, las lagunas parecen ser hábitat más heterogéneos que los arroyos, a varias escalas espaciales. La heterogeneidad de hábitat debe incrementar la diversidad de nichos y afectar la comunidad a través de influencias sobre otros procesos, e.g. la erosión durante la descarga de agua dulce hacia el mar. La erosión del fondo constituye una fuente de disturbio para la comunidad bentónica, ya que resuspende sedimento y organismos, transportándolos hacia fuera del estuario. Las irregularidades morfológicas presentes en las lagunas, pero no en los arroyos, posiblemente generen zonas protegidas al proceso de erosión.

Existe aún muy poca información sobre la zonación a lo largo de la zona estuarina de los arroyos y lagunas costeras de Uruguay. La información existente proviene

del Arroyo Solís (Bier 1985; Muniz & Venturini 2001; Giménez, datos no publicados), la Laguna de Rocha (Giménez *et al.* 2006) y el sistema Valizas-Castillos (Jorcín 1999), y es esquematizada en la figura 5. Aparentemente existen dos áreas principales: 1) la zona de la desembocadura y 2) la zona interna. La zona de la desembocadura se ubica entre la línea de dunas y la apertura al mar: está caracterizada por una alta dinámica, el fondo está compuesto de arenas y es usualmente compacto. A escala de décadas, la zona externa cambia su posición a lo largo de la costa, probablemente debido a cambios de largo plazo en los regímenes de viento y corrientes costeras. Esta zona aparece habitada por pocas especies en baja abundancia; usualmente se encuentran especies de isópodos de playa más que especies estuarinas.

La zona interna se ubica detrás de la línea de dunas, es menos dinámica que la externa, está caracterizada por varios tipos de sedimento, desde fango a arena y es donde se encuentra la gran mayoría de las poblaciones bentónicas estuarinas. Más allá del primer kilómetro desde la costa, el sedimento de los arroyos puede hacerse más grueso, y ser dominado por gravas y cantos rodados. En esta zona las especies no se distribuyen al azar sino que se encuentran en forma de agregaciones o parches.

El patrón de zonación a través de las zonas estuarinas define tres hábitat principales (Fig. 5): 1) supralitoral



**Figura 5.** Esquema hipotético de zonación a lo largo de un arroyo o laguna costera. La zona A es opcional y puede estar ocupada por poliquetos sobre los cantos rodados; la zona B está ocupada por las especies estuarinas de fondos blandos; la zona C está dominada por especies móviles.

vegetado, dominado por sedimento fangoso; 2) intermareal usualmente no vegetado y arenoso; y 3) submareal no vegetado o cubierto estacionalmente por pasto marino, cuyo sedimento varía desde arena a fango. Una excepción a este patrón ocurre en el Río Santa Lucía, donde la zona vegetada cubre prácticamente toda la zona intermareal. La zona supralitoral vegetada constituye el hábitat de cangrejal porque está dominada por crustáceos decápodos grápsidos (*C. granulatus* y *Armases rubripes*) y ocapódidos (el cangrejo violinista *Uca uruguayensis*). La zona intermareal no vegetada es ocupada parcialmente por *C. granulatus* y *U. uruguayensis*, por poliquetos y moluscos en baja abundancia y por *A. improvisus* en sitios de sustratos consolidados. La zona submareal está ocupada por la mayor parte de las especies citadas en la Tabla 1. Hasta el momento no se ha encontrado en las planicies arenosas un patrón de zonación claro caracterizado por una sustitución de es-

pecies (Dimitriadis *et al.* 2003), como en las playas expuestas (ver Giménez & Yannicelli en este volumen). En el Arroyo Solís Chico *C. granulatus* y *U. uruguayensis*, que forman cuevas en las planicies no vegetadas, son sustituidos por *C. angulatus* en la zona submareal. En las lagunas costeras y en algunos arroyos *A. improvisus* forma un cinturón muy claro de 1-2 m de ancho en la zona intermareal, donde se depositan valvas de *E. mactroides*. El patrón más claro es el incremento en la abundancia total y número de especies desde la zona intermareal a la submareal (Dimitriadis *et al.* 2003).

Existe muy poca información sobre la dinámica de las comunidades. Un estudio en el Arroyo Pando (Passadore *et al.* en prensa) y en las lagunas costeras (Cardezo 1989; Jorcín 1999) sugiere cierto grado de estacionalidad en el número de especies, con un máximo entre primavera y otoño, y mínimos en invierno.

### **Funcionamiento de la comunidad: rol de las especies bentónicas en el ecosistema estuarial**

No existe aún información sobre el funcionamiento de la comunidad bentónica para la costa uruguaya. La mayor parte de la información de la región proviene de la zona intermareal de la Laguna de Mar Chiquita en Argentina. En esa laguna, *C. granulatus* aparece como una especie clave, afectando tanto la vegetación como a la macroinfauna (Bortolus & Iribarne 1999; Botto & Iribarne 1999; 2000). *Chasmagnathus granulatus* construye tubos hasta medio metro de profundidad. Esa actividad afecta el intercambio de material y nutrientes entre el sedimento y la columna de agua; las cuevas constituyen trampas de sedimento, meiofauna y estadios larvales. La actividad predatoria de esta especie es también importante. En la zona submareal, *C. angulatus* y *C. sapidus* deben jugar un papel importante como predadores y perturbadores del sedimento.

La mayor parte de la materia orgánica que entra en el sistema bentónico proviene de la descarga fluvial, aunque la fuente marina no debe ignorarse. El reciclado de material desde el fondo debe ser muy alto durante los períodos de tormenta y debe ser influido por la actividad de la macrofauna. El análisis del contenido estomacal de peces muestra que al menos debe existir una considerable transferencia de energía entre la epifauna y el necton. Tampoco se conoce el papel del intercambio entre las zonas estuarinas y el océano abierto. El hecho que varias especies de crustáceos y peces realicen migraciones ontogénicas asegura un intercambio de biomasa entre ambos sistemas. Las aves costeras deben contribuir a una transferencia de materia y energía entre la infauna y el resto del ecosistema estuarino o a una transferencia a una mayor escala espacial; sin embargo, este proceso aún no ha sido cuantificado.

### **PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

A pesar de constituir una considerable porción de los hábitat costeros, las comunidades bentónicas estuariales, así también como otras comunidades acuáticas, han sido muy poco estudiadas y se está aún muy lejos de comprender su funcionamiento (Calliari *et al.* 2003).

Es necesario recabar información en prácticamente todos los niveles de organización. A nivel fisiológico y de historia de vida se conoce la biología de tres especies, todas ellas crustáceos, y la mayor parte de ese conocimiento no se basa en estudios realizados en la costa uruguaya. En el caso de los crustáceos es aún necesario desarrollar investigación ecológica sobre el destino de las larvas fuera del estuario. A nivel de poblaciones y comunidades no se ha estudiado aún la dinámica a lo largo del año con una resolución mayor a la estacional. No existen estudios experimentales de procesos ecológicos a nivel de comunidades. A nivel de ecosistemas existe un sólo estudio realizado en la Laguna de Rocha (Arocena 2000). La meiofauna, su composición específica, la estructura y

dinámica de la comunidad y su relación con la macrofauna, constituye una gran caja negra en éste y en otros ambientes costeros.

La información regional, especialmente la relacionada con los procesos poblacionales y ecológicos, tiene una aplicación limitada para la costa uruguaya, debido a diferencias entre hábitat estuarinos. Tomemos la Lagoa dos Patos y la Laguna de Mar Chiquita, de donde proviene la mayor parte de la información regional. Ambas lagunas están permanentemente en contacto con el mar, al contrario de las lagunas costeras de Uruguay. Existe una considerable diferencia en las dimensiones de la primera respecto de las otras. En la Laguna de Mar Chiquita se ha estudiado el proceso de asentamiento y reclutamiento en *C. granulatus* y *C. angulatus*. En ambos casos, el reclutamiento es regulado por factores pos-asentamiento (Spivak *et al.* 2001). Sin embargo, en las lagunas costeras uruguayas podría existir tal limitación debido a la naturaleza intermitente de su conexión con el mar. Una limitación podría darse además en el Río Santa Lucía, debido a que la sobrevivencia de las larvas es muy baja si la salinidad es baja (<5).

En Mar Chiquita, arrecifes del poliqueto *F. enigmaticus* forman estructuras circulares de hasta 2 m de diámetro que cubren al menos una gran porción de la laguna (Schwindt 2001). Esos arrecifes facilitan el asentamiento y reclutamiento de megalopas de *C. angulatus* y tiene un efecto negativo sobre los poliquetos. Tal sistema de arrecifes no existe en ningún sitio de la costa estuarina uruguaya. En ningún otro sitio de la región se ha estudiado la ecología de las comunidades en desembocaduras de arroyos o ríos; sin embargo, nuestros análisis de la estructura de la comunidad bentónica sugieren diferencias en los procesos ecológicos.

A nivel ecosistémico, aún no sabemos cómo se relacionan las comunidades estuarinas con el ecosistema marino. Es probable que los estuarios contribuyan a enriquecer los ecosistemas marinos costeros, al menos durante la descarga de agua salobre, presuntamente rica en nutrientes, y a través de la formación de frentes salinos, que contribuyen a formar parches de fitoplancton. Además, la costa uruguaya es un sitio ideal para estudiar variaciones en los procesos ecológicos debidos al gradiente salino de escala amplia generado por el Río de la Plata.

### **IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO**

Lo expuesto en la sección anterior resalta la necesidad de desarrollar investigación en la costa estuarina uruguaya. La misma es además imprescindible a la luz de la gran expansión turística y urbanística de los últimos años y de las necesidades de las comunidades locales que usan y dependen de los servicios que prestan esos ecosistemas.

Las prioridades de conservación están relacionadas con el uso industrial y turístico de las zonas estuarinas. En los arroyos y lagunas se descargan residuos indus-



triales y urbanos que contribuyen a la contaminación. El relleno de las zonas litorales con fines de construcción de casas de veraneo u otras construcciones supone un disturbio significativo en la zona litoral. Dado que las fases iniciales de desarrollo de varias especies de peces y crustáceos de interés comercial se desarrollan en los hábitat estuarinos, el deterioro de los mismos podría facilitar un colapso de una población, debido a una limitación en el reclutamiento. Ambos tipos de perturbaciones humanas deben ser limitadas en la medida de lo posible. Esa limitación permitirá hacer un uso de esos hábitat evitando su deterioro. Para optimizar el uso de esos hábitat es necesario realizar una evaluación del efecto de las perturbaciones, al menos sobre la comunidad bentónica. Esa evaluación debe estar asociada con aquellas destinadas a conocer la variación espacial y la dinámica de la estructura de la comunidad.

De lo anterior se desprende que el deterioro no supone solamente un cambio estético en la costa, sino que crea problemas de salud, relacionados con la contaminación del agua y del alimento, y problemas relacionados a las pesquerías. Dos ejemplos extremos de deterioro en la costa uruguaya pueden claramente encontrarse en la Bahía de Montevideo y en el Arroyo Carrasco, donde se requerirá un esfuerzo muy grande para recuperarlos. Ese esfuerzo es imprescindible para mejorar la calidad del ecosistema estuarino y a través de ella para mejorar la calidad de vida humana. Seguramente, a principios del siglo XX ambos sitios deben haber sido similares a cualquier arroyo o laguna ubicada en la costa E de Uruguay. El estado de las lagunas costeras y arroyos en el E no es tan dramático, al menos en comparación con la Bahía de Montevideo. Sin embargo, la elección del futuro grado de deterioro de estas lagunas costeras y arroyos está en manos de los actores locales y nacionales. Obviamente, es mucho más fácil corregir un error potencial del futuro que corregir un error real del pasado.

#### AGRADECIMIENTOS

Este manuscrito fue producto de la discusión con un gran grupo de estudiantes y colegas de la Facultad de Ciencias (Uruguay) y de la Estación Marina de Helgoland (Alemania). En particular quiero agradecer a K. Anger, A. Borthagaray, A. Carranza, C. Dimitriadis, M. Rodríguez y G. Torres y A. Verdi por la inmensa colaboración en estos últimos tres años. Agradezco también a la CSIC/UdelaR y PEDECIBA de la Facultad de Ciencias (Uruguay), al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) y a la Fundación Alexander von Humboldt (Alemania) por el apoyo financiero.

#### REFERENCIAS

- Anger K** 2001 The biology of decapod crustacean larvae. *Crustacean issues* 14. Swets & Zeitlinger, Lisse
- Anger K Spivak E Bas C Ismael D & T Luppi** 1994 Hatching rhythms and dispersion of decapod crustacean larvae in a brackish coastal lagoon in Argentina. *Helgoländer Meeresunters* 48:445-466
- Arocena R** 2000 Efectos de la eutrofización en el zoobentos de un sistema lacunar costero (L. Rocha, Uruguay) estudiados mediante mesocosmos. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata). 135 pp. (Inédita)
- Attril M** 2002 A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology* 71:262-269
- Bas C & E Spivak** 2000 Effect of salinity on embryos of two southwestern Atlantic estuarine grapsid crab species cultured *in vitro*. *Journal of Crustacean Biology* 20:647-656
- Bier R** 1985 Estudio de la macrofauna bentónica del curso inferior del arroyo Solís Grande (Canelones-Maldonado, Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. i-v+140 pp (Inédita)
- Boschi E Scelzo M & B Goldstein** 1967 Desarrollo larval de dos especies de crustáceos decápodos en el laboratorio. *Pachycheles haigae* Rodrigues Da Costa (Porcellanidae) y *Chasmagnathus granulata* Dana (Grapsidae). *Boletín del Instituto de Biología Marina* 6:1-100. Mar del Plata
- Bortolus A & O Iribarne** 1999 Effects of the SW Atlantic burrowing crab *Chasmagnathus granulata* on a *Spartina* salt marsh. *Marine Ecology Progress Series* 178:79-88
- Botto F & O Iribarne** 1999 Effect of the burrowing crab *Chasmagnathus granulata* (Dana) on the benthic community of a SW Atlantic coastal lagoon. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 241: 263-284
- Botto F & O Iribarne** 2000 Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 51:141-151
- Day J Hall C Kemp W & A Yañez-Arancibia** 1989 Estuarine ecology. Wiley, New York
- Calliari D Cervetto G Bastreri D & M Gómez** 2001 Short-term variability in abundance and vertical distribution of the opossum shrimp *Neomysis americana* in the Solís Grande river estuary, Uruguay. *Atlántica* 23:187-200. Rio Grande
- Calliari D Defeo O Cervetto G Gómez M Giménez L Scarabino F Brazeiro A & W Norbis** 2003 Marine Life of Uruguay: critical update and priorities for future research. *Gayana* 67:341-370
- Cardezo M** 1989 Caracterización de la fauna macrobentónica de la laguna de Rocha (Uruguay). Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. (Inédita)
- Cervino C Luquet C Haut G & E Rodríguez** 1996 Salinity preferences of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 after long-term acclimation to different salinities. *Atlántica* 18:69-75. Rio Grande
- Charmantier G & K Anger** 1999 Ontogeny of osmoregulation in the palaemonid shrimp *Palaemonetes argentinus* (Crustacea: Decapoda) *Marine Ecology Progress Series* 181:125-129
- Charmantier G Giménez L Charmantier-Daures M & K Anger** 2002 Ontogeny of osmoregulation, physiological plasticity, and larval export strategy in the grapsid crab *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda). *Marine Ecology Progress Series* 229:185-194
- De Francesco C & I Isla** 2001 Gasterópodos bioindicadores de salinidad en Mar Chiquita. In: Iribarne (ed) Reserva de Biósfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas. Editorial Martín, Mar del Plata.
- D'Incao F** 1991 Pesca e biología de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos. *Atlántica* 13:159-169. Rio Grande

- Dimitriadis C Borthagaray A Carranza A Rodríguez M & L Giménez** 2003 Distribución de la macrofauna bentónica en planicies areno-fangosas del sur de la Laguna de Rocha. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VIII Jornadas de Zoología del Uruguay, Primer Encuentro Uruguayo de Ecología del Uruguay):
- Fyhn HJ** 1976 Holoouryhalinity and its mechanisms in a cirriped crustacean, *Balanus improvisus*. Comparative Biochemistry and Physiology 53A:19-30
- Furman E & A Yule** 1990 Self-fertilisation in *Balanus improvisus* Darwin. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 144:235-239
- Gebauer P Walter I & K Anger** 1998 Effects of substratum and conspecific adults on the metamorphosis of *Chasmagnathus granulata* (Dana) (Decapoda, Grapsidae) megalopae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 223:185-198
- Gebauer P Paschke K & K Anger** 1999 Costs of delayed metamorphosis: reduced growth and survival in early juveniles of an estuarine grapsid crab, *Chasmagnathus granulata*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 238:271-281
- Giberto D Bremec C Acha E & H Mianzan** 2004 Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Río de la Plata estuary and adjacent shelf waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science 61:1-13
- Giménez L** 2002 Effects of prehatching salinity and initial larval biomass on survival and duration of development in the zoea 1 of the estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, under nutritional stress. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 270:93-110
- Giménez L** 2003 Potential effects of physiological plastic responses to salinity on population networks of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata*. Helgoland Marine Research 56:265-273
- Giménez L** 2004 Marine community ecology: the importance of trait-mediated effects propagating through complex life cycles. Marine Ecology Progress Series 283:303-310
- Giménez L & K Anger** 2001 Relationships among salinity, egg size, embryonic development, and larval biomass in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 260:241-257
- Giménez L & K Anger** 2003 Larval performance in an estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, is a consequence of both larval and embryonic experience. Marine Ecology Progress Series 249:251-264
- Giménez L & K Anger** 2005 Effects of temporary food limitation on survival and development of brachyuran crab larvae. Journal of Plankton Research 27:485-494
- Giménez L & G Torres** 2002 Larval growth in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata*: the importance of salinity experienced during embryonic development, and the initial larval biomass. Marine Biology 141:877-885
- Giménez L Anger K & G Torres** 2004 Linking life history traits in successive phases of a complex life cycle: effects of larval biomass on early juvenile development in an estuarine crab *Chasmagnathus granulata*. Oikos 104:570-580
- Giménez L Borthagaray A Rodríguez M Brazeiro A & C Dimitriadis** 2005 Scale-dependent patterns of macroinfaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. Helgoland Marine Research 59:224-236
- Giménez L Dimitriadis C Carranza A Borthagaray A & M Rodríguez** 2006 Unravelling the complex structure of a benthic community: a multiscale-multianalytical approach to an estuarine sandflat. Estuarine, Coastal and Shelf Science 68:462-472
- Ieno E & R Elías** 1995 *Heteromastus similis* Southern, 1921 (Polychaeta: Capitellidae) in Mar Chiquita brackish coastal lagoon, Argentina. Nerítica 9:23-32
- Jorcín A** 1999 Temporal and spatial variability in the macrozoobenthic community along a salinity gradient in the Castillos Lagoon (Uruguay). Archiv für Hydrobiologie 146:369-384
- Mañé-Garzón F Dei-Cas E Holcman-Spector B & J Leymonie** 1974 Estudio sobre la biología del cangrejo de estuario *Chasmagnathus granulata* Dana 1851 (I). Osmorregulación frente a cambios de salinidad. Physis (Sección A) 33:163-171. Buenos Aires
- Mianzan H Lasta C Acha E Guerrero R Macchi G & C Bremec** 2001 The Río de la Plata Estuary, Argentina-Uruguay. Pp 185-204 In: Seeliger & Kjerve (eds) Coastal Ecosystems of Latin America. Springer, Berlín
- Muniz P & N Venturini** 2001 Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande stream estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). Brazilian Journal of Biology 61:409-420
- Nagy G Martínez C Caffera R Pedrosa G Forbes E Perdomo A & L López** 1997 The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 In: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, An environmental overview. An EcoPlata Project Report. Dalhousie University, Halifax
- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lagunar litoral oceánico. Pp 225-235 In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (9-12 de mayo de 1978). Unesco, Montevideo
- Ostrensky A D Pestana & U Sternheim** 1997 Effects of different diets on the larval development and ammonia excretion rates of the crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, under laboratory conditions. Ciência e Cultura (Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science) 49:205-210
- Passadore C Giménez L & A Acuña** en prensa. Composition and intra-annual variation of the macroinfauna in the estuarine zone of the Pando Stream (Uruguay). Brazilian Journal of Biology
- Pestana D & A Ostrensky** 1995 Occurrence of an alternative pathway in the larval development of the crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 under laboratory conditions. Hydrobiologia 306:33-40
- Schwindt E** 2001 Impacto de un poliqueto exótico y formador de arrecifes. Pp 109-113 In: Iribarne (ed) Reserva de la Biosfera Mar Chiquita: características físicas y ecológicas. Editorial Martín, Mar del Plata
- Spivak E Luppi T & C Bas** 2001 Cangrejos y camarones: las relaciones organismos-ambientes en las distintas fases del ciclo de vida. Pp 129-151 In: Iribarne (ed) Reserva de biosfera Mar Chiquita: características físicas, biológicas y ecológicas. Editorial Martín, Mar del Plata
- Torres G** 2000 Rol de la Na<sup>+</sup>- K<sup>+</sup>- ATPasa en las osmorregulación en crustáceos. Trabajo de Licenciatura en Bioquímica, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo (Inédito)
- Torres G Giménez L & K Anger** 2002 Effects of reduced salinity on the biochemical composition (lipid, protein) of zoea I decapod crustacean larvae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 277:43-60

## Asociaciones de moluscos bentónicos cuaternarios en la costa uruguaya: implicancias paleoecológicas

SERGIO MARTÍNEZ\* & ALEJANDRA ROJAS

\*smart@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La costa del bajo Río Uruguay, Río de la Plata y costa atlántica uruguaya estuvo, en los últimos cientos de miles de años, inundada por lo menos en dos ocasiones por el avance del nivel del mar. Las comunidades bentónicas desarrolladas en este tiempo son el antecedente inmediato de las actuales. En ambas ocasiones el mar era más cálido que el actual, desplazándose el frente salino hacia el W y NW. Este frente penetró más en la primera de las transgresiones (ca. 125000 años), que en la más reciente (ca. 6500 y 2000 años). Las asociaciones fósiles de ambos períodos contienen moluscos que viven aún hoy en día, pero en algunos casos se verifica la presencia de especies que no llegan actualmente a Uruguay, teniendo su límite austral de distribución en diferentes puntos de Brasil. El estudio de estas asociaciones cuaternarias, si bien iniciado desde los tiempos de los naturalistas del siglo XIX, presenta aún muy interesantes perspectivas en cuanto al incremento de su conocimiento y posibilidades de utilizar el mismo para realizar predicciones respecto al Cambio Global.

**Palabras clave:** Gastropoda, Bivalvia, Río de la Plata, Pleistoceno, Holoceno

### INTRODUCCIÓN

Las comunidades bentónicas actuales del Río de la Plata y costa atlántica uruguaya tienen sus antecedentes inmediatos en aquellas que vivieron durante el llamado Cuaternario (considerado desde hace ca. 1800000 años), es decir desde el comienzo del Pleistoceno<sup>1</sup>, las que han dejado registros en los depósitos generados por las oscilaciones positivas del nivel del mar (ver síntesis en Veroslavsky *et al.* 2004). De aquellas comunidades cuaternarias nos han quedado solamente algunos componentes, fundamentalmente valvas de moluscos, las que en contrapartida se encuentran en forma abundante.

También se hallan, aunque más esporádicamente, restos de crustáceos (decápodos y balanomorfo), equinoideos, briozoarios, corales, peces e icnofósiles (trazas de actividad de organismos). Dentro de los microfósiles se han reportado foraminíferos, ostrácodos, diatomeas y palinomorfo. En este artículo nos limitaremos a la información brindada por los bivalvos y

### ABSTRACT

During the last hundreds of thousands of years, the coast of Uruguay (Uruguay river, Río de la Plata, Atlantic coast) was flooded at least in two occasions because of sea level rise. Present benthic communities have their immediate antecedent in those developed over this time. In both events the sea was warmer than present and the salinity front was displaced towards the W and NW. The salinity front penetrated further during the first of these transgressions (ca. 125000 years ago), than during the most recent one (ca. 6500 to 2000 years ago). The fossil associations of both periods contain molluscs that are alive today, but there are some species that are not living presently in Uruguayan waters and whose southern range limit of distribution is located in Brazilian localities. The study of these associations, despite beginning with the observations of XIX century naturalists, still presents interesting perspectives in terms of increasing its knowledge and possibilities of its use in predicting Global Change.

**Key words:** Gastropoda, Bivalvia, Río de la Plata, Pleistocene, Holocene

gasterópodos, los grupos más frecuentes y estudiados.

Los referidos fósiles se encuentran dentro de unidades sedimentarias, las que no necesariamente los contienen en toda su extensión, y dado que el interés de este artículo son las asociaciones, restringiremos las referencias más puramente geológicas, circunscribiéndonos a los afloramientos que contienen moluscos.

Los depósitos fosilíferos que indican oscilaciones positivas del nivel del mar durante el Cuaternario en Uruguay se encuentran a escasos kilómetros (generalmente menos de una decena) de la costa actual, exceptuando los que se formaron por la penetración del mar en la boca de los grandes ríos (como el Santa Lucía), o los ubicados en las cercanías de la Laguna Merín (marcando en este caso una paleocosta de dirección groseramente N-S). Se los puede observar en perforaciones y afloramientos, pero dado que se trata de modos muy diferentes de recuperación de la información, para esta reseña nos limitaremos a las asociaciones muestreadas en afloramientos. Los

<sup>1</sup> Clásicamente, el Pleistoceno y el Holoceno (que comienza hace ca. 11000 años) se agrupaban en el Cuaternario. Actualmente, este nombre es solamente informal, integrando aquellos el Neógeno junto con el Mioceno y Plioceno (ver International Commission on Stratigraphy 2004).

mismos se pueden seguir en forma bastante continua desde los alrededores de Fray Bentos hasta la ya mencionada área de la Laguna Merín (Fig. 1). Su potencia es usualmente modesta (de centimétrica a no más de 5-6 m) y presentan una granulometría muy variable, desde pelitas a areniscas conglomerádicas. Se los encuentra a una altura máxima sobre el nivel del mar de 12-13 m (los casos extremos probablemente elevados por tectónica reciente), pero lo más común es que no sobrepasen 5 m.

ciones que tienen miles de años, situándonos en una escala diferente a la que utilizan aquellos que investigan asociaciones actuales. Salvo en casos muy excepcionales, no podemos asegurar la contemporaneidad estricta de los restos que encontramos, tal como sucede en un muestreo de organismos vivos. La mayoría de las asociaciones fósiles tiene algún grado de mezcla de diferentes generaciones que vivieron en el lugar o en sus cercanías. Afortunadamente, esta situación es diagnosticable,



Figura 1. Localidades cuaternarias con concentraciones de moluscos estudiadas. Aquellas señaladas con círculo negro y letra cursiva corresponden al Pleistoceno, y las indicadas por estrellas y letra regular al Holoceno.

Las unidades litoestratigráficas involucradas son la Formación Chuy y la Formación Villa Soriano (también llamada Formación Vizcaíno, "querandinense", "platense"), aunque por problemas de definición algunos de los depósitos aquí tratados son muy difíciles de adscribir a una u otra (ver Martínez & Ubilla 2004). Por lo tanto, y aprovechando que en los últimos años se han realizado dataciones radiocarbónicas que han permitido acotar en forma bastante precisa su edad, haremos referencia a las asociaciones según su antigüedad, lo que además resulta más conveniente para seguir temporalmente los cambios que han tenido.

d'Orbigny (1842a; 1842b) y Darwin (1846) representan las primeras publicaciones donde se mencionan moluscos del Cuaternario de Uruguay. Sin embargo, también es cierto que Dámaso Antonio Larrañaga realizó los primeros apuntes sobre el tema, escritos alrededor de 1819, aunque debido al tiempo histórico que le tocó vivir, no fueron publicados hasta 1894. Desde ese entonces, se han sucedido una buena cantidad de publicaciones, por lo que es imposible mencionar a todas; algunas se irán citando a lo largo del texto, aquí simplemente señalemos que los principales estudios anteriores de índole paleoecológico/paleoambiental con protagonismo de moluscos son los de Sprechmann (1978), Martínez (1988; 1990), Piñeiro *et al.* (1992) y Martínez *et al.* (2001).

Las inferencias realizadas deben entenderse dentro del marco temporal que implica el trabajar con asocia-

y en el caso específico de los moluscos aquí tratados, para los parámetros paleontológicos, la mezcla temporal es despreciable. De todos modos, las consideraciones aquí efectuadas se refieren a lapsos de al menos cientos de años, es decir son tendencias a "largo plazo" desde nuestra humana perspectiva, pero instantáneas desde el punto de vista geopaleontológico. La pérdida de precisión para quien se interese en fenómenos que suceden en tiempos muy reducidos se compensa con la supresión de mucho "ruido" de corto plazo en la información, permaneciendo en el registro aquellas señales más firmes.

#### ASOCIACIONES DEL PLEISTOCENO

Hasta el momento, se han reconocido tres localidades con asociaciones bentónicas pleistocenas: Nueva Palmira, La Coronilla y Zagarzazú (Fig. 1). Las dos primeras fueron estudiadas por Martínez *et al.* (2001) y la tercera por Rojas (2004a). Las edades radiocarbónicas obtenidas sobre bivalvos (Tabla 1) se encuentran entre aproximadamente 30000 y 35000 años, lo que de por sí estaría ubicando a los moluscos en el Pleistoceno. Sin embargo, dichos valores están en el límite de resolución del método, por lo que deben ser entonces consideradas como edades mínimas, y el establecimiento de su antigüedad más probable debe surgir con el complemento de otros datos. Por ejemplo, de acuerdo a su composición específica y la temperatura que indican las asociaciones, pueden ubicarse con razonabilidad en un intervalo alre-

Tabla 1. Edades radiocarbónicas para las localidades pleistocenas.

Localidad	Especie	años 14 C
N. Palmira	<i>Mactra isabelleana</i>	31000 ± 1200
N. Palmira	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	34600 ± 2000
La Coronilla 1	<i>Ostreola equestris</i>	29500 ± 600
La Coronilla 2	<i>M. isabelleana</i>	35500 ± 1900
Zagarzazú	<i>Tagelus plebeius</i> (posición de vida)	35500 ± 1900

dedor de los 125000 años, es decir en el subpiso isotópico 5e (último interglacial), momento en que se registraron temperaturas superiores a las actuales.

La asociación de Nueva Palmira contiene unas 16 especies de moluscos, y representa una acumulación producto de varios microeventos amalgamados, generados en un ambiente proximal influenciado por olas. Las conchillas sufrieron poco transporte. Además de los moluscos se encuentran placas de balanos, quelas de crustáceos y endolitos (en las conchillas).

En La Coronilla se encuentran 22 especies de moluscos, en fangolitas expuestas ocasionalmente en la plataforma de abrasión de la playa del mismo nombre. Los sedimentos y restos fósiles fueron acumulados en un ambiente de baja energía (bahía, "lagoon"?).

El depósito de Zagarzazú se ubica sobre la playa y está integrado predominantemente por arena fina conteniendo unas 28 especies de moluscos. La asociación se dispone en niveles de acumulación aunque hay elementos en posición de vida. La buena preservación de los restos indica que fueron depositados en las cercanías de su lugar de vida. Además de los moluscos se hallan restos de peces, crustáceos, e icnofósiles.

Respecto a la salinidad, las tres localidades están dominadas por especies marinas (Fig. 2). En La Coronilla, una pequeña capa compuesta únicamente por el bivalvo *Mactra isabelleana*, probablemente represente un episodio de baja salinidad. Es importante resaltar entonces que para el Pleistoceno Tardío, localidades tan occidentales como Nueva Palmira y Zagarzazú, presentaban una salinidad de características al menos polihalinas, aunque son fuertes las indicaciones de que podrían ser inclusive euhalinas. Más aún, la significativa ausencia del bivalvo *Erodona mactroides*, especie típica del estuario, marca que éste se encontraba indudablemente más hacia el W, en territorio argentino (probablemente sean contemporáneas las localidades de Entre Ríos mencionadas por Guida & González (1984; ver Martínez & del Río 2005).

En cuanto a la temperatura (Fig. 3), existieron durante el Pleistoceno más especies de tipo eutropical-paratropical (*sensu* Petuch 1988) que en el presente. Algunas de ellas, como *Chrysallida gemmulosa*, *Laevicardium* sp., *Limaria* sp. (La Coronilla), *Nioche subrostrata* (Nueva Palmira y La Coronilla), *Anomalocardia brasiliana* (las tres localidades), *Macoma constricta* (Zagarzazú) y *Littoraria flava* (Zagarzazú) no están presentes hoy en aguas uruguayas, teniendo su límite austral de distribución más al N (de acuerdo a listas de las especies vivientes de Uruguay y Brasil: Ríos 1994 y Scarabino 2003; 2004, así como a Scarabino & Zaffaroni 2004). En otras palabras, la temperatura era mayor que la actual. La última vez que se produjo un fenómeno similar a nivel global fue durante el último período interglacial (subpiso isotópico 5e, hace unos 125000 años, ver Fig. 4), con una temperatura anual media de 2 °C mayor que en presente (Zubakov & Borzenkova 1990; Murray-Wallace & Belperio 1991),

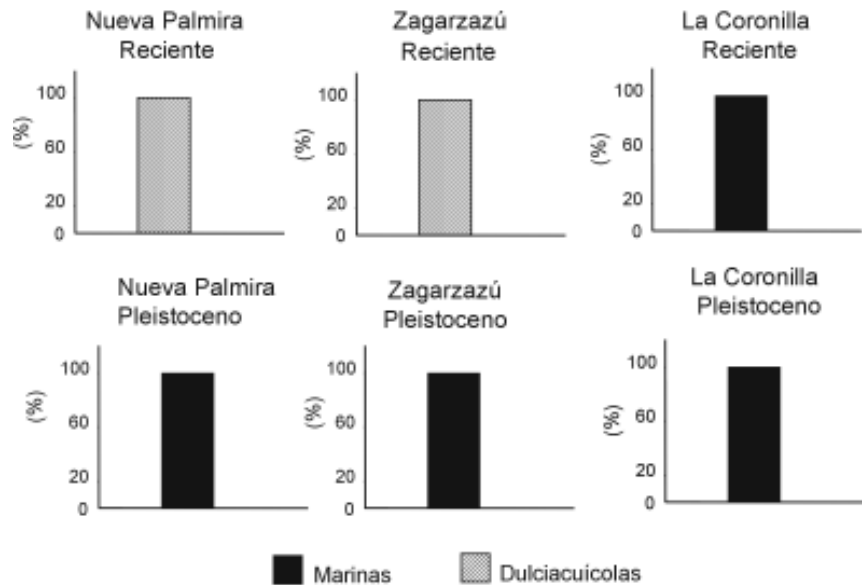


Figura 2. Rangos de tolerancia a la salinidad de las asociaciones de moluscos de las tres localidades del Pleistoceno, y actuales para Uruguay.

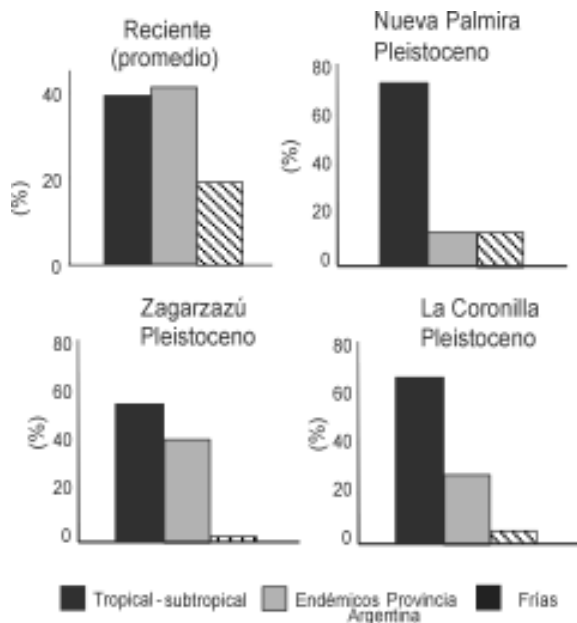


Figura 3. Rangos de tolerancia térmica de las asociaciones de moluscos de las tres localidades del Pleistoceno, y actuales para Uruguay (en el área de Nueva Palmira y Zagarzazú actualmente viven únicamente moluscos de agua dulce y por lo tanto no es comparable).

### ASOCIACIONES DEL HOLOCENO

Luego de las referidas asociaciones del Pleistoceno Tardío, no se encuentran registros hasta hace unos ca. 9800 años (Rojas 2002), una edad para la cual hay muy pocos fechados en América del Sur y que merece ser dejada en suspenso por el momento. Lo sigue un hiato menor en comparación con el anterior, pero significativo a la escala del Holoceno, ya que los próximos depósitos hallados tienen una edad de ca. 6500 años. A partir de allí se encuentran registros casi continuos, lo que no descarta oscilaciones negativas del nivel del mar, pero indica que en todo caso no duraron demasiado. La datación más moderna de la que se dispone es de ca. 1800 años. El conjunto se observa en la Tabla 2, donde figuran las edades  $^{14}\text{C}$  y las edades calculadas en años calendario.

Dado que a diferencia de lo observado para el caso del Pleistoceno, existen para el Holoceno muchas localidades, nos referiremos a estos depósitos en general, señalando excepcionalmente algún caso particular. La mayor parte de esta sección se encuentra desarrollada en Martínez *et al.* (en prensa).

### Composición y tafonomía

Las asociaciones de moluscos del Holoceno de Uruguay pueden ser divididas en dos grandes grupos:

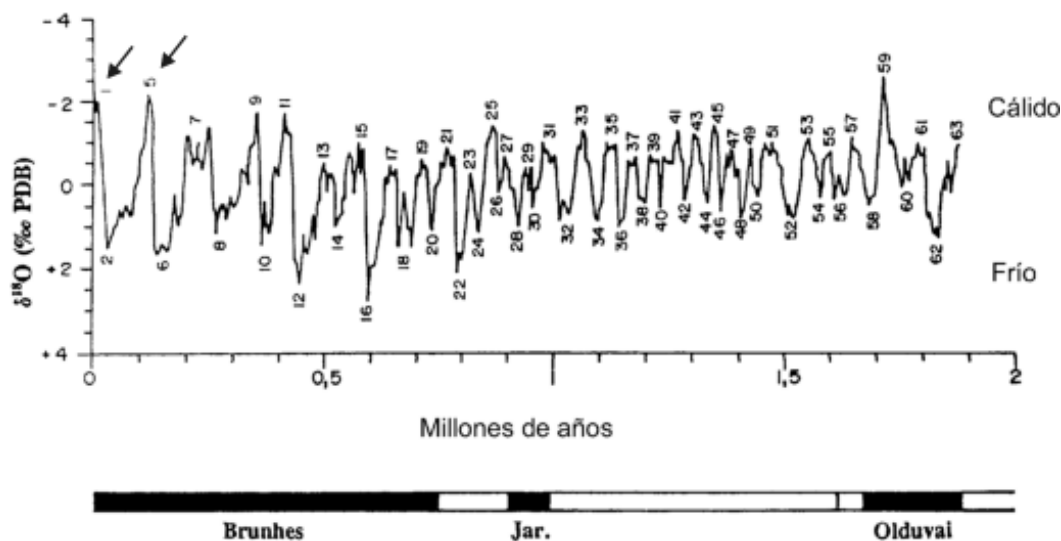


Figura 4. Pisos isotópicos (basados en la relación  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Modificado de Vera Torres (1994).

existiendo quienes aumentan esta diferencia a 4-5 °C (Krantz *et al.* 1987). Es probable que tal situación se vincule también a una mayor incidencia de la Corriente del Brasil en ese tiempo en el área considerada.

En relación con la profundidad, los moluscos hallados son característicos de la zona litoral, en especial las zonas meso e infralitoral.

En lo que respecta al sustrato, la mayoría de los moluscos registrados corresponden a sustratos blandos.

- 1) aquellas depositadas en ambientes de alta energía y
- 2) las depositadas en ambientes de baja energía.

Las primeras fueron acumuladas fundamentalmente en sedimentos arenosos (cordones litorales y depósitos de playa), y evidencian retrabajo en grado variable. De acuerdo con la clasificación de Kidwell (1986) se trata de asociaciones parautoctonas, es decir, sus integrantes no fueron enterrados en su lugar de vida, pero tampoco muy lejos de su hábitat original, por lo que pueden ser

**Tabla 2.** Edades <sup>14</sup>C y años calendario antes del presente (1950 por convención) calculadas de acuerdo a Stuiver & Reimer (1993).

Localidad	Especie	Años14C AP	95.4 % (2s) edad cal (AP)
Tabaré	<i>Erodona mactroides</i>	4930+/-70	4866 - 5321
Las Cañas	<i>E. mactroides</i>	4550+/-60	4445 - 4816
V. Soriano 1	<i>E. mactroides</i>	5530+/-80	5598 - 5996
V. Soriano 2	<i>E. mactroides</i>	5840+/-70	5946 - 6313
Sauce NP	<i>E. mactroides</i>	9830+/-90	10201 - 10826
Carmelo	<i>E. mactroides</i>	3710+/-60	3351 - 3696
P. Pereira 1	<i>E. mactroides</i>	3590+/-60	3209 - 3565
P. Pereira 2	<i>E. mactroides</i>	3300+/-60	2830 - 3235
La Caballada	<i>Macra isabelleana</i>	6020+/-85	6163 - 6580
Arazatí	<i>Ostreola equestris</i>	6260+/-90	6388 - 6849
Playa Pascual	<i>M. isabelleana</i>	5870+/-90	5953 - 6393
La Floresta	<i>M. isabelleana</i>	4790+/-80	4772 - 5258
Punta Rasa	<i>Tegula patagonica</i>	2490+/-70	1858 - 2276
Chuy	<i>M. isabelleana</i>	5070+/-70	5073 - 5541
San Luis	<i>E. mactroides</i>	5150+/-80	5279 - 5577
Saglia A	<i>E. mactroides</i>	3530+/-50	3148 - 3468
Saglia B 1	<i>E. mactroides</i>	4800+/-70	4798 - 5241
Saglia B 2	<i>E. mactroides</i>	4460+/-70	4312 - 4786
Los Rodríguez	<i>E. mactroides</i>	4000+/-70	3673 - 4124

utilizadas con razonable confianza en el análisis paleoecológico.

Las segundas se encuentran en pelitas, generalmente oscuras, depositadas en "lagos" o algún ambiente restringido similar, y contiene algunas especies de bivalvos en posición de vida (*Tagelus plebeius*, *Macra* spp. más frecuentemente) o algo desplazadas pero con las valvas aún cerradas. También se encuentran elementos con las valvas sueltas, por lo que no podemos decir en forma terminante que toda la asociación es autóctona, aunque a los efectos prácticos podría considerarse como tal.

Respecto a las diferencias taxonómicas entre los dos tipos de asociaciones citadas más arriba, son inexistentes a menores. Las diferencias mayores se dan fundamentalmente en cuanto a diversidad, aspecto muy ligado a la salinidad, con excepción de la localidad de Punta Rasa, la única que contiene en forma significativa representantes de especies que habitan en fondos duros.

#### Condiciones de temperatura, salinidad y sustrato

A los efectos de evaluar la salinidad, las asociaciones se han analizado tomando en cuenta los rangos de tolerancia de las especies halladas, clasificándolas en marinas y estuarinas. Aquellas habitualmente catalogadas como marinas eurihalinas debido a su capacidad de penetrar hasta cierto punto en el estuario, fueron integra-

das a las marinas, ya que la condición de eurihalina es una potencialidad. Esta es aquilatable en el registro fósil fundamentalmente cuando se toma en cuenta la frecuencia relativa de ejemplares, metodología que también tiene sus condicionantes en depósitos no estrictamente autóctonos, por lo que no la hemos considerado por el momento. En cambio, las especies estuarinas propiamente dichas (como *E. mactroides*) solamente viven en agua salobre, por lo que su presencia o ausencia tiene una significación importante. De acuerdo a la interpretación (Fig. 5a, 5b), se denota que el frente estuarino estuvo desplazado durante el Holoceno unos 300 km al NW respecto al presente (dado su dinamismo, los límites tienen una significación indicativa).

En cuanto a la temperatura, igual que para el caso del Pleistoceno, para evaluar este parámetro ambiental, hemos tenido en cuenta la presencia de especies que no están registradas en el presente en la fauna uruguaya, y la representación porcentual de las preferencias térmicas de todas las especies halladas, de acuerdo con su rango geográfico actual.

Las especies encontradas en los yacimientos holocenos, y que no están hoy representadas en Uruguay son: *Anomalocardia brasiliana*, *Marshallora nigrocincta*, *Nioche subrostrata*, *Bulla striata* y *Miralda* sp., con límites S de distribución que no llegan a Uruguay. Indican la presencia de aguas más cálidas que las actuales para el rango de edades considerado, ya que no se han encontrado otros parámetros que puedan explicar su ausencia actual en la costa uruguaya (e.g. sustrato, modo de alimentación, salinidad, edad) (Rojas 2004b). De acuerdo a los porcentajes de preferencia térmica se infiere la presencia de un número sustancialmente mayor de especies de origen cálido y la casi ausencia de aquellas con origen en aguas frías (Fig. 6). Queda claro entonces que se registran también en el Holoceno temperaturas mayores a la actual, aunque por el momento no podamos precisar su magnitud.

Respecto al sustrato, la gran mayoría de los moluscos hallados en los depósitos holocenos vivían en sustratos blandos, aunque en ciertas localidades existe un mayor porcentaje de especies características de sustratos duros, como en Punta Rasa.

#### "Un caso perdido": Montevideo

Desde las primeras referencias a depósitos cuaternarios marinos y estuarinos de la costa uruguaya se menciona la paleomalacofauna hallada en Montevideo (e.g. d'Orbigny 1842; Larrañaga 1894; Ihering 1907; Frenguelli 1930; de Mata 1947). Los sitios más citados son los alrededores del Cerro, Punta Carretas, Buceo y Arenales de Carrasco. La urbanización ha avanzado sobre estos depósitos, pero a veces aparecen algunas evidencias asociadas a excavaciones de especial significación, las que lamentablemente sólo se han detectado hasta el momento demasiado modificadas. La excepción a esto son algunas canteras de arena de la zona de Carrasco

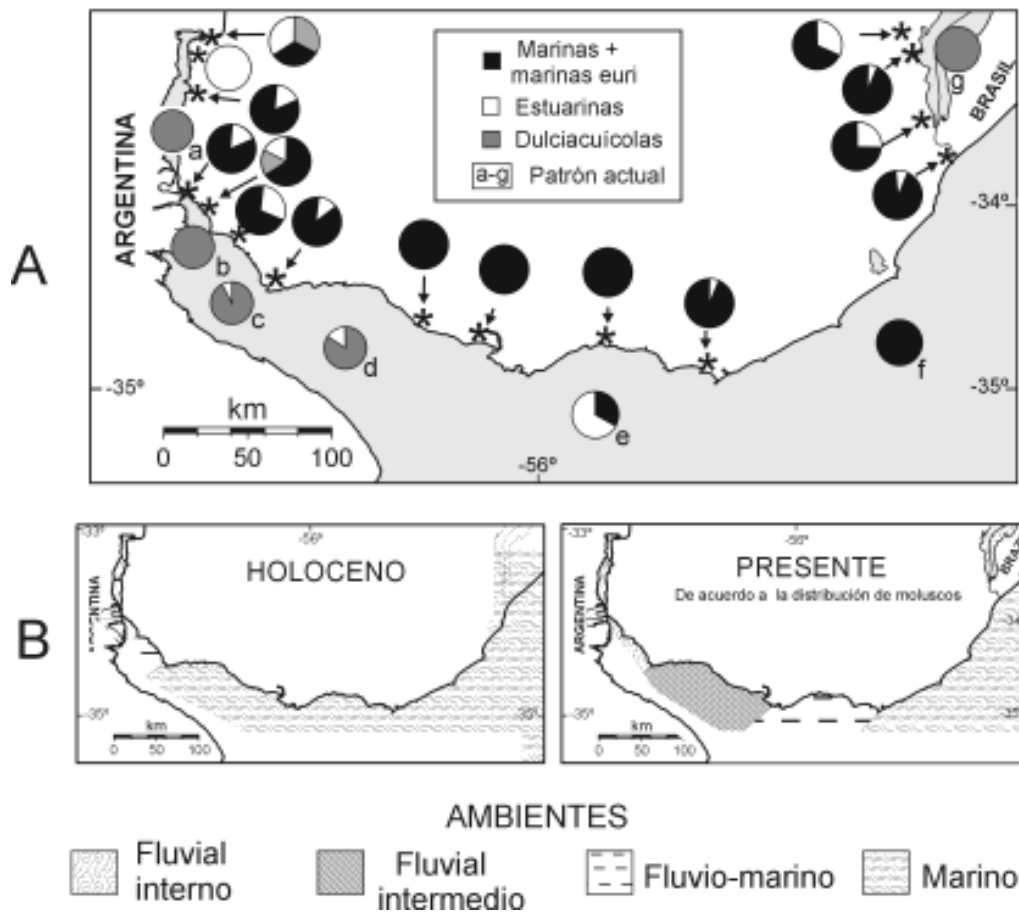


Figura 5. A) Rangos de tolerancia a la salinidad de las asociaciones de moluscos de las localidades del Holoceno, y actuales para Uruguay. B) Interpretación paleoambiental de las mismas. Los límites tienen una significación indicativa, dado su dinamismo.

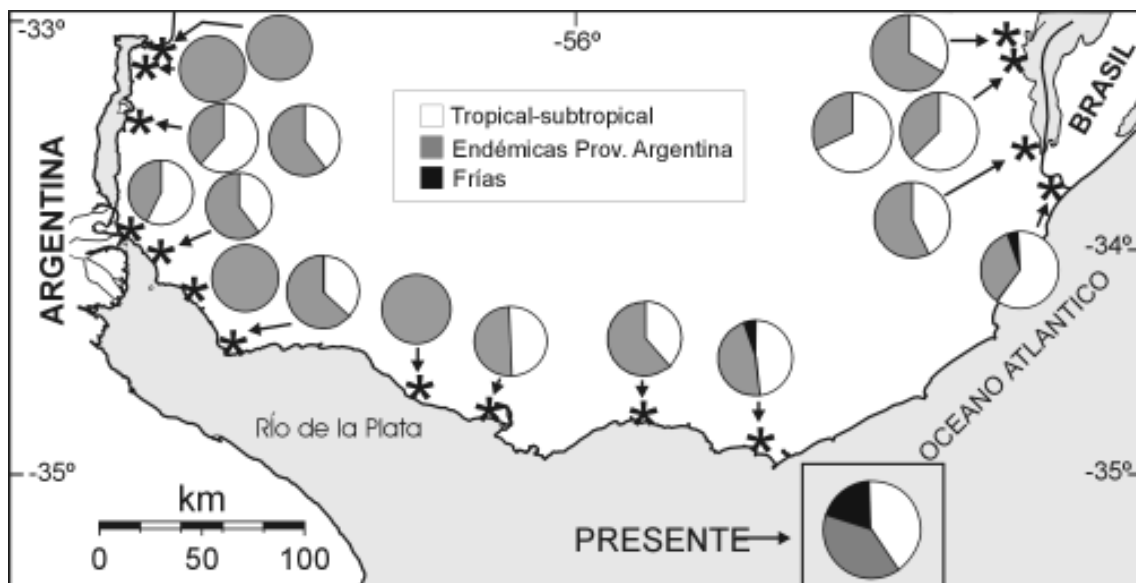


Figura 6. Rangos de tolerancia térmica de las asociaciones de moluscos de las localidades del Holoceno, y actuales para Uruguay.



(Dpto. de Canelones), donde en base a estudios aún incompletos, a los pocos restos recuperados y a la bibliografía, se puede afirmar que en tiempos de esta ingresión cuaternaria (que muy probablemente corresponda a la holocena), la composición de estas asociaciones malacológicas encaja perfectamente en el esquema desarrollado más arriba. Esto significa un mar de aguas más cálidas y con una salinidad "normal marina" y una malacofauna que además refleja fielmente la existencia de las puntas rocosas tan características de la zona costera de Montevideo.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El conocimiento de las asociaciones de moluscos cuaternarios, si bien iniciado desde el siglo XIX, dista aún de estar agotado. Tanto desde el punto de vista del número de afloramientos relevados (nótese por ejemplo en la figura 1 el "hueco" entre Punta Rasa y La Coronilla), como de la intensidad de este relevamiento, queda mucho trabajo por realizar, lo que implica, entre otras cosas, asegurar la protección de afloramientos estratégicos.

La utilización de técnicas aún no aplicadas, como por ejemplo la de isótopos de oxígeno, carbono, u otro tipo de dataciones, brindarán nuevas respuestas y muy probablemente abran nuevas interrogantes.

La profundización en el estudio de los moluscos actuales, por otra parte, redundará constantemente en un aumento del poder de resolución de los trabajos sobre los cuaternarios. Un conocimiento afinado de éstos brinda una perspectiva paleoecológica y paleoclimática pasible de ser utilizada en futuros estudios sobre el Cambio Global. Aún no intentadas en Uruguay, las previsiones sobre cambios físicos o biológicos vinculados al calentamiento global y aumento del nivel del mar, pueden tener un importante fundamento en lo sucedido en el pasado reciente, de lo que se deduce la importancia de las paleoasociaciones aquí descritas.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Como se ha referido, los yacimientos se encuentran en la zona costera, la que está especialmente expuesta a fenómenos destructivos, como la erosión (natural o provocada) o la urbanización. El registro geopaleontológico es parte del patrimonio nacional y ya se encuentra comprendido en la legislación, por lo que la instrumentación de su protección es posible en lo inmediato, tal como se realiza en varias partes del mundo, incluyendo su racional utilización con fines educativos y recreativos (el tema es tratado más ampliamente en Martínez & Veroslavsky, en prensa). El caso (negativo) de Montevideo es paradigmático, inclusive de lo económico y sencillo de las posibles acciones que se pueden tomar para exponer nuevamente estos ricos testimonios (e.g. excavado superficial y de reducidas dimensiones areales en puntos seleccionados de algunos parques públicos).

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos reconocer muy especialmente los financiamientos otorgados por CONICYT (S. M.) y CSIC (A. R.), fundamentales para alcanzar un conocimiento más cabal y profundo de las asociaciones de moluscos del Cuaternario marino de Uruguay.

A los editores de este libro, y en especial a Fabrizio Scarabino, nuestro agradecimiento por la invitación, y por las oportunas sugerencias.

#### REFERENCIAS

- Darwin C** 1846 Geological observations on South America, being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of capt. Fitzroy RN during the years 1832-1836. Smith, Elder & Co., London. 279 pp
- de Mata O** 1947 La formación holocena en el Departamento de Montevideo (República Oriental del Uruguay). Imprenta Nacional, Montevideo. 37 pp
- d'Orbigny A** 1842a Voyage dans l'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivie, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826-1833. 3(3) Géologie. P. Bertrand, Paris. 260 pp
- d'Orbigny A** 1842b Voyage dans l'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivie, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826-1833. 3(4) Paléontologie. P. Bertrand, Paris. 189 pp
- Frenguelli J** 1930 Apuntes de Geología uruguaya. Instituto de Geología y Perforaciones, Boletín (11):1-47. Montevideo
- Guida NG & MA González** 1984 Evidencias paleoestuarías en el sudeste de Entre Ríos, su evolución con niveles marinos relativamente elevados del Pleistoceno Superior y Holoceno. 9º Congreso Geológico Argentino (Bariloche, 5-9 de noviembre de 1984), Actas 3:577-594
- Ihering H von** 1907 Les mollusques fossiles du Tertiaire et du Crétacé Supérieur de l'Argentine. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 7 (3 Série):i-xiii+1-611
- International Commission on Stratigraphy** 2004 International Stratigraphic Chart. 1 p.
- Kidwell SM** 1986 Models for fossil concentrations: paleobiologic implications. Paleobiology 12:6-24
- Krantz DE Williams DF & DS Jones** 1987 Ecological and paleoenvironmental information using stable isotope profiles from living and fossil molluscs. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 58:249-266
- Larrañaga DA** 1894 Memoria geológica sobre la formación del Río de la Plata, deducida de sus conchas fósiles. Anales del Museo Nacional de Montevideo 1:3-12
- Martínez S** 1988 Moluscos fósiles holocenos de la margen occidental de la Laguna Merín (Formación Villa Soriano, Uruguay). Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 6(51):409-418
- Martínez S** 1990 Taphonomy and Paleocology of Holocene mollusks from the western margin of the Merin Lagoon (Villa Soriano Fm., Uruguay). Quaternary of South America & Antarctic Peninsula 7:121-135
- Martínez S & CJ del Río** 2005 Las ingresiones marinas del Neógeno en el sur de Entre Ríos (Argentina) y litoral Oeste de Uruguay según su contenido malacológico. Pp 13-26 *In*: Aceñolaza (ed) Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. Miscelánea 14. Tucumán

- Martínez S & M Ubilla** 2004 El Cuaternario de Uruguay. Pp 195-228. In: Veroslavsky Ubilla & Martínez (eds) Cuencas sedimentarias de Uruguay. Cenozoico. EUDECI, Montevideo
- Martínez S & G Veroslavsky** (en prensa). Geodiversidad: el olvidado patrimonio geológico, paleontológico y geomorfológico del Uruguay. GeoUruguay
- Martínez S Rojas A Ubilla M Verde M Perea D & G Piñeiro** (en prensa) Shell-beds from the marine Holocene of Uruguay: geochronology and signals for paleoenvironmental reconstruction. Ameghiniana 43(2)
- Martínez S Ubilla M Verde M Perea D Rojas A Guérez R & G Piñeiro** 2001 Paleocology and Geochronology of Uruguayan coastal marine Pleistocene deposits. Quaternary Research 55:246-254
- Murray-Wallace CV & AP Belperio** 1991 The last Interglacial Shoreline in Australia – A Review. Quaternary Science Reviews 10:441-461
- Petuch EJ** 1988 Neogene history of tropical american mollusks. Coastal Education & Research Foundation, Charlottesville. i-vi+217 pp
- Piñeiro G Scarabino F & M Verde** 1992 Una nueva localidad fosilífera del Holoceno marino de Uruguay, (Punta Rasa, Depto. de Maldonado). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7(2a época):61-62
- Rios EC** 1994 Seashells of Brazil. Editora Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande. 368 pp
- Rojas A** 2002 Tafonomía y cronología de nuevos depósitos fosilíferos del Holoceno marino de Uruguay. II Jornadas Uruguayas del Cenozoico (Montevideo, 11-13 de diciembre de 2002), Actas:80-82
- Rojas A** 2004a La asociación de moluscos fósiles de Zagarzazú, Pleistoceno Tardío, Uruguay. Actas IV Congreso Uruguayo de Geología, CDROM contribución (26):3 pp. Montevideo
- Rojas A** 2004b Moluscos de aguas cálidas en el Cuaternario marino de Uruguay. III Encuentro de Jóvenes Biólogos. PEDECIBA-Biología:27-28. Montevideo
- Rock-Color Chart Committee** 1980 Rock-Color Chart. Huyskes-Enschede, The Netherlands
- Scarabino F** 2003 Lista sistemática de los Bivalvia marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(80-81):229–259
- Scarabino F** 2004 Lista sistemática de los Gastropoda marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8 (84-85/86-87):305-346
- Scarabino F & JC Zaffaroni** 2004 Estatus faunístico de veinte especies de moluscos citadas para aguas uruguayas. Comunicaciones Zoológicas, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología 13(202):1-15
- Sprechmann P** 1978 The paleoecology and paleogeography of the Uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. Zitteliana 4:3-72
- Stuiver M & PJ Reimer** 1993 Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. Radiocarbon 35:215-230
- Vera Torres J** 1994 Estratigrafía. Principios y métodos. Editorial Rueda, Madrid. 80 pp
- Veroslavsky G Ubilla M & S Martínez** (eds) 2004 Cuencas sedimentarias del Uruguay. Geología, Paleontología y Recursos Naturales. Cenozoico. EUDECI. Montevideo. 447 pp
- Zubakov V & I Borzenkova** 1990 Global palaeoclimate of the Late Cenozoic. Elsevier, New York. 456 pp

## Los recursos pesqueros de la costa de Uruguay: ambiente, biología y gestión

WALTER NORBIS\*, LAURA PAESCH & OSCAR GALLI

\*norbis@dinara.gub.uy



### RESUMEN

En este trabajo se realizó una revisión temática considerando tres grandes componentes de la fauna íctica del sistema costero uruguayo: 1) el componente físico-biológico (principales características de la biología de las especies y del ambiente); 2) el componente pesquero (las características de las flotas artesanal e industrial); y 3) el componente de gestión (marco legal vinculado a la regulación y explotación de los recursos). Se analizó la distribución, disponibilidad y biología de las principales especies costeras objeto de explotación pesquera, tratando de realizar una evaluación de lo conocido y de los vacíos de información, discriminando por grandes grupos (condrictios y osteictios), enfatizando en la evolución de la captura de las principales especies desembarcadas. Para esto se tuvo en cuenta los trabajos publicados sobre pesca artesanal y pesca industrial. Sobre la base de la información precedente y considerando las normas existentes que se refieren a la explotación de los recursos, se efectuó una evaluación de los aspectos más relevantes vinculados a la conservación y al manejo. Un control más estricto sobre la regulación de los artes de pesca (tamaño de malla), talla mínima de desembarque y áreas de prohibición de arrastre que pueden actuar como áreas protegidas temporales, podrían contribuir a una gestión más eficiente de las pesquerías. La pesca afecta un conjunto de especies y las más abundantes han sido plenamente explotadas. Por lo tanto, la gestión de los recursos debería tender a no incrementar la capacidad de pesca y a promover la pesca responsable, considerando los intereses de los pescadores, de manera participativa.

**Palabras clave:** peces, biología pesquera, pesca industrial, pesca artesanal, gestión

### ABSTRACT

This paper is a thematic revision considering three main components of the ictio-fauna of the Uruguayan coastal system: 1) the physical-biological component (main biological and environmental species characteristics); 2) the fishery component (the characteristics of the artisanal and industrial fleets); and 3) the management component (legal framework linked to the regulation and exploitation of resources). The distribution, availability and biology of the main coastal species under exploitation were analyzed, attempting to perform an evaluation of the information gaps, divided into large groups (chondrichthyes and osteichthyes), while focusing on the catch evolution of the main species. Published papers dealing with both artisanal and industrial fisheries were considered. The most relevant conservation and management aspects were evaluated based on the preceding information and the policies regulating resource exploitation. A stricter control on the regulation of fishing gear (mesh size), minimum catch size and areas prohibiting bottom trawling that could act as temporary protected areas, could contribute to a more efficient management of the fisheries. Fishing affects a group of species and the most abundant have been fully exploited. Therefore, resource management should tend to not increase fishing capacity and to promote responsible fishing, taking into consideration the fisherfolks interests, in a participatory manner.

**Key words:** fishes, fisheries biology, artisanal fishery, industrial fishery, management

### MORFOLOGÍA COSTERA Y DINÁMICA FLUVIOMARINA

La costa uruguaya entre Colonia y Rocha cambia de orientación a lo largo de su extensión (de NW a SE desde Colonia a Montevideo; de W a E desde Montevideo a Punta del Este; de E a NE desde Punta del Este a La Paloma; de N a NE desde La Paloma al Chuy). El cambio de orientación, la influencia de los ríos Paraná y Uruguay y la morfología del Río de la Plata, hacen que la costa presente características singulares. Los grandes ríos Paraná y Uruguay presentan dos regímenes de caudales estacionales diferentes (verano-otoño para el Río Paraná e invierno - primavera para el Río Uruguay). El resto de los aportes fluviales en la costa uruguaya, si bien pue-

den tener importancia local, se consideran casi despreciables (MTO-PNUD-UNESCO 1980; Ayup 1986). De acuerdo a la dinámica fluviomarina, las costas del Río de la Plata se pueden subdividir en tres sectores: 1) el sector interior, desde la desembocadura de los ríos Uruguay y Paraná hasta Colonia; 2) el sector intermedio, desde Colonia hasta Punta Espinillo; y 3) el sector exterior, desde Punta Espinillo hasta Punta del Este (Ottman & Urien 1965; Urien 1967; Boschi 1988). A partir de Punta del Este la orientación de la costa cambia y la influencia marina es mayor. También la batimetría y morfología de la costa condiciona su dinámica, destacándose la presencia de los bancos Ortiz e Inglés que actúan encauzando la descarga fluvial y la presencia del canal Norte y del

canal Oriental, que actúan como rutas de descarga fluvial (López-Laborde 1997). El canal Oriental es una depresión alargada que se extiende con rumbo E-W hasta las proximidades de Punta del Este, donde cambia su dirección hacia el NE, aumenta su profundidad y toma el nombre de "Pozo de Fango". Los sedimentos predominantes en los fondos de los sectores interior e intermedio son arcillas y limos, mientras que en la mayor parte del Río de la Plata exterior y plataforma costera predominan arenas (López-Laborde 1997). A su vez, la zona costera del Río de la Plata intermedio y exterior es más profunda que la costa Argentina, por lo que la salinidad proveniente del mar abierto penetra como una cuña bordeando la costa y produce una estratificación más neta de las aguas (Guerrero *et al.* 1997; Nagy *et al.* 1997). Esta penetración se ve favorecida por los vientos del SE y NE (Balay 1961; Ottman & Urien 1965; Urien 1967; Nagy *et al.* 1987; 1997). La corriente de derrame (agua más dulce que sale al exterior) sigue un curso casi paralelo a la costa uruguaya, y es favorecida por vientos del NW (Urien 1967) y puede llegar hasta la costa de La Paloma (Poplawsky 1983). La acción de los vientos sobre el Río de la Plata y en toda el área costera es muy importante, ya que modifica y enmascara la acción de la marea astronómica (también influenciada por la profundidad), las corrientes de derrame, la salinidad y condiciona el tipo de ola (Balay 1961; Urien 1967; MTOP-PNUD-UNESCO 1980; Nagy *et al.* 1987; 1997; Ayup 1986).

#### EL COMPONENTE ICTIOFAUNÍSTICO

Al menos unas 360 especies de peces permanentes u ocasionales se encuentran presentes en el área (Fig. 1) (Cousseau *et al.* 1998). Cousseau (1985) clasificó los peces del Río de la Plata según las preferencias ambientales en dulceacuícolas (siete especies), eurihalinos (58 especies) y estenohalinos (19 especies). Nion (1997), sobre la base de revisión bibliográfica y resultados de campañas de investigación, clasificó los peces del Río de la Plata por su origen en dulceacuícolas (174 especies), marinos (53 especies) y visitantes marinos (42 especies). El Río de

la Plata interior e intermedio, con fuerte influencia dulceacuícola, recibe el aporte de los componentes ictiofaunísticos de la Provincia Parano-Platense (Región Neotropical de América del Sur), dominando básicamente dos ordenes (Characiformes y Siluriformes) (López 2001; Nion *et al.* 2002). Para estos sectores han sido citadas más de 150 especies (Di Persia & Neiff 1985; Nion *et al.* 2002). El sábalo (*Prochilodus lineatus*) constituye la especie de mayor biomasa del sistema y junto con la boga (*Leporinus obtusidens*) y los silúridos como el patí (*Luciopimelodus pati*), el bagre amarillo (*Pimelodus clarias*), el armado (*Pterodoras granulosus*) y el surubí (*Pseudoplatystoma* spp.), los principales recursos pesqueros (CARP 1990). Estas especies son capturadas por pesquerías artesanales en las costas de Colonia y San José utilizando enmalle y palangre (MTSS 1988; Crossa *et al.* 1991; Arena *et al.* 2000). Una especie exótica, la carpa común (*Cyprinus carpio*) (MacDonagh 1945; Amestoy & Fabiano 1998) presenta importantes valores de biomasa (Fabiano *et al.* 1992; Fabiano 1998). El sector interior e intermedio es una importante área de alimentación para muchas especies dulceacuícolas migradoras (Bonetto *et al.* 1981; Espinach *et al.* 1986).

La ictiofauna presente en el área costera comprendida entre el Río de la Plata exterior y las costas oceánicas está compuesta por especies que integran las provincias Magallánica (subantártica) y Argentina (subtropical) del Atlántico Sur (López 1963; 1964; Menni 1983; Menni & López 1984). Abella *et al.* (1979) analizaron la distribución latitudinal y batimétrica de los principales grupos de peces bentónicos (condrictios y osteictios), incluyendo 80 géneros con más de 140 especies y destacaron para la zona costera (34° a 37° S y hasta 40 m de profundidad), la dominancia de los sciénidos, principalmente de tres especies: la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*), típicamente eurihalina, la pescadilla de calada (*Cynoscion guatucupa*), más oceánica, y el pargo blanco (*Umbrina canosai*), con importantes concentraciones en torno al pozo de fango. Los peces de la familia Sciaenidae (corvina blanca, pescadilla de calada y pescadilla de red *Macrondon*

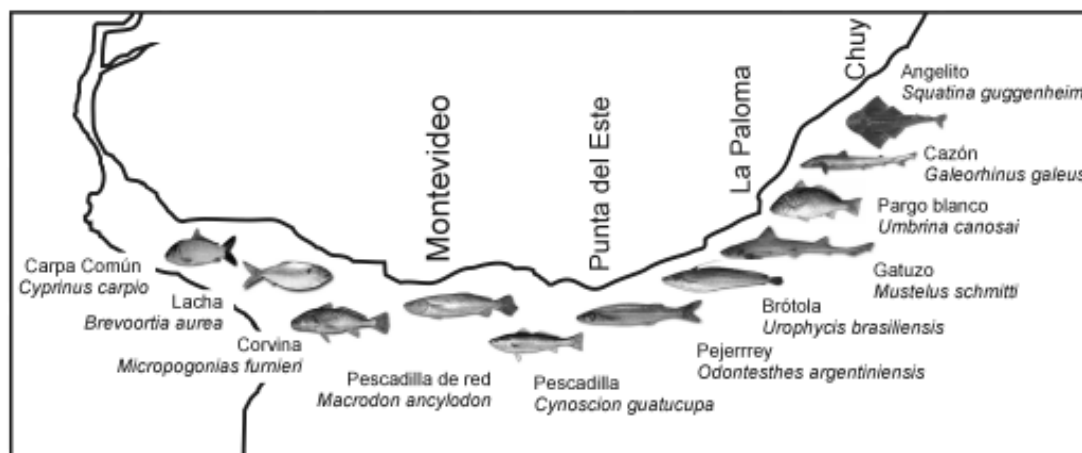


Figura 1. Distribución, nombre común y específico de los principales recursos icticos objetos de pesca en la costa uruguaya.

*ancylodon*), son dominantes en el sector exterior y el pargo blanco en el sector oceánico hasta las profundidades de 50–60 m; se conocen aspectos sobre estructura y distribución espacial de sus poblaciones (Ehrhardt *et al.* 1977a; 1979; Cotrina 1986; Cordo 1986a; 1986b; Cousseau *et al.* 1986; Giordano 1988). Las principales especies costeras (corvina blanca, pescadilla de calada y de red, brótola y lacha) desovan desde octubre a marzo y los estudios histológicos han revelado que son desovantes parciales con maduración grupo sincrónica (Cassia 1986; Vizziano & Berois 1990; Macchi & Christiansen 1992; Macchi *et al.* 1996; Pravía *et al.* 1995; Acuña *et al.* 1992; 1997; Acuña *et al.* 2000; Viana *et al.* 2000), en general condicionada por la variabilidad del ambiente y la presencia y dinámica del frente salino (Machi 1997; Acha *et al.* 1999; Acha & Macchi 2000; Acuña & Viana 2001; Vizziano 2001; Vizziano *et al.* 2001). Existen estimaciones de la talla de primera madurez para la corvina, la pescadilla de calada y de red y el pargo blanco (Haimovici 1982; Arena & Hertl 1983; Norbis & Pagano 1985; Cordo 1986a; 1986b; Cousseau *et al.* 1986; Pin *et al.* 2001). Aspectos de la reproducción de dos especies de lenguados han sido estudiados por Macchi & Díaz de Astarloa (1996) y Mellito *et al.* (1995). Diversos puntos de la costa uruguaya constituyen áreas de cría para diversas especies (Nion 1985; Nion *et al.* 1986; Acuña *et al.* 1997; Martínez & Reta 2001). Las asociaciones de peces en la costera y sus relaciones con la profundidad, temperatura y salinidad han sido analizadas por Díaz de Astarloa *et al.* (1999) y Jaureguizar *et al.* (2003; 2004). Los análisis sobre la ecología trófica de las especies costeras son escasos (Haimovici 1982; Puig 1986; Goldstein 1986; 1988; Goberna 1987; Leta 1987b; Paesch 2000; Masello *et al.* 2001), al igual que los estudios sobre determinación de edad y crecimiento (Pin 1982; Cotrina & Lasta 1986; Leta 1987a; Verocai 1989; 2004; Cotrina 1998). También los recursos pelágicos como la anchoita (*Engraulis anchoita*), el surel (*Trachurus lathami*), la caballa (*Scomber japonicus*) y la anchoa de banco (*Pomatomus saltatrix*) son abundantes en el frente oceánico del Río de la Plata exterior y región costera oceánica (Brandhorst *et al.* 1971a; 1971b; Ehrhardt *et al.* 1977b; Nion & Ríos 1991; Alheit *et al.* 1991).

Los condriictios o peces cartilaginosos presentan una amplia distribución en el Río de la Plata y su frente oceánico (Meneses 1999; Menni & Gosztonyi 1982; Menni & López 1984; Menni *et al.* 1986; Paesch 1995; 1999; Paesch & Meneses 1999; Paesch & Domingo 2003). Muchas especies son abundantes en la zona costera, utilizando este ambiente como área de alumbramiento, cría y alimentación. De las 92 especies de condriictios citadas para el Río de la Plata y su frente oceánico, alrededor de 30 demersales ocurren en el área costera en forma permanente o semipermanente (aproximadamente 10 especies de tiburones, 11 de rayas, dos de torpedo, dos de chuchos y dos de guitarra) (Meneses & Paesch 2003). Los tiburones gatuso (*Mustelus schmitti*), cazón (*Galeorhinus galeus*) y los angelitos (*Squatina guggenheim*, *S. occulta*), son típi-

cos de la zona costera y son capturados por la flotas artesanal y comercial. Del gatuso se conoce la estructura de la población, la reproducción y la alimentación (Menni 1981; 1986; Menni *et al.* 1986; Cousseau 1986; Gascue 1989; Puig 1987; Capitoli *et al.* 1995; Massa 1998), del cazón la biología reproductiva (Menni 1981; Brick Peres & Vooren 1991; Lucifora *et al.* 2004) y de los angelitos aspectos taxonómicos (Vooren & Da Silva 1991; Milessi *et al.* 2001), de alimentación (Vogler *et al.* 2003) y dinámica de la población (Vieira 1996). Menni & Stehmann (2000) realizaron una revisión sobre la distribución y biología de peces batoideos (rayas, chuchos, torpedos y guitarras) de Argentina, Brasil y Uruguay. La alimentación y la reproducción de la raya *Sympterygia bonapartii* es conocida (Barrera & Maranta 1996; Mabragaña *et al.* 2002; Oddone & Velazco 2004), mientras que de las restantes especies solo existen unos pocos estudios sobre aspectos reproductivos (Oddone *et al.* 2004a; 2004b).

#### LA PESCA COMERCIAL: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FLOTA Y EVOLUCIÓN DE LAS CAPTURAS

La modalidad operativa de la flota costera puede ser de dos tipos: 1) un barco que opera con redes de arrastre de fondo con portones y 2) el arrastre en pareja, dos buques que arrastran una red en común y la captura es almacenada en ambas bodegas (Arena 1990; Arena & Gamarra 2000; Rey 2001). La pesca costera es dirigida y sus especies objetivo son la corvina y la pescadilla. El tamaño actual de la flota costera es de 33 embarcaciones con esloras que varían entre 19 y 31 m, toneladas de registro bruto (TRB) entre 85 y 287 caballos de fuerza (Hp) y entre 290 y 700 Hp (DINARA 2003). En general, la capacidad de pesca de las embarcaciones ha aumentado como consecuencia de los adelantos tecnológicos de localización y el empleo de las telecomunicaciones. El principal puerto de desembarque es Montevideo, seguido de La Paloma y Piriápolis. Debido a que las principales características biológicas (crecimiento, longevidad, reproducción, ciclo de vida) de los condriictios y de los osteictios son marcadamente diferentes, el análisis temporal de los desembarques anuales se realizó considerando ambos grupos por separado. Para esto se utilizaron los datos publicados por la DINARA (2003) durante el período 1990-2001. Esta información considera el total de especies desembarcadas por la flota artesanal e industrial que opera en el Río de la Plata y la región costera oceánica.

#### Condriictios

El interés por su captura y desembarque se ha incrementado debido a la demanda del mercado extranjero, al elevado precio de algunas especies y a que varias especies de teleósteos han sido declaradas plenamente explotadas (MGAP-INAPE 1997). Las especies demersales capturadas por la flota costera son el gatuso (*M. schmitti*), los angelitos (*S. guggenheim* y *S. occulta*), el trompa de cristal o cazón (*G. galeus*), las rayas (*S. bonapartii*, *Atlantoraja castelanui*, *A. cyclophora*, *R. agazzisi*)

y la guitarra (*Rhinobatos horkelii*). En la pesca de arrastre costera, los tiburones, los peces gallo, las rayas, los chuchos y las guitarras se obtienen como captura incidental o fauna acompañante de las especies objetivo (Paesch & Domingo 2003). También han existido varias pesquerías artesanales orientadas a la captura de tiburones (De Buen 1950; Arena *et al.* 1974; Nion 1985; 1999; Marín & Puig 1987), principalmente de trompa de cristal, gatuso y sarda (*Carcharias taurus*), mientras que otras que operan desde las costas de Montevideo y Canelones capturan cazón y gatuso de manera incidental (Norbis & Verocai 2002b). Los tiburones pelágicos que se capturan como especies asociadas en las pesquerías de arrastre son los martillos (*Sphyrna lewini* y *S. zygaena*) y los marrones (*Carcharhinus* spp.) (Paesch & Domingo 2003). En las estadísticas de desembarque (Tabla 1), las especies de condriictios demersales son discriminadas como angelitos, cazones-tiburones, gatusos, galludos, gallos, rayas, chuchos y guitarras. Los mayores registros de desembarques de angelitos, cazones-tiburones y gatusos corresponden a la flota costera. La captura total de condriictios osciló entre 788 y 1350 ton durante el periodo 1990-2001 y más de 95% son tiburones (Tabla 1). Esta forma de registrar las capturas en los desembarques no permite conocer el estado de explotación de cada especie, dado que muchas no son identificadas o se agrupan varias especies con un mismo nombre genérico (Paesch & Domingo 2003). En particular, los desembarques de rayas, al no estar discriminadas por especies, exhiben patrones estables en la evolución temporal de las capturas que enmascaran la variabilidad al nivel de especie (Dulvy *et al.* 2000) y esto puede producir que aquellas más vulnerables desaparezcan del sistema (Holden 1977; Taniuchi 1990). Dado que los condriictios son obtenidos generalmente como captura incidental o fauna acompañante,

es imposible obtener estadísticas pesqueras confiables debido al desconocimiento de los descartes y al problema en la identificación de las especies (Cahmi *et al.* 1998).

### Osteictios

La evolución de los desembarques de los peces pelágicos (aquellos que habitan generalmente la columna de agua pero pueden estar contra el fondo), mostró durante el periodo de estudio una variación entre 521 y 1415 ton (con valores máximos para los años 1994 y 1998) y representaron entre 1.3 y 3.2% del total de los desembarques anuales (Tabla 2). Las principales especies desembarcadas fueron la palometa (*Parona signata*), la lacha (*Brevoortia aurea*), la lisa (*Mugil* sp.) y la anchoa (*Pomatomus saltatrix*). La evolución temporal de los desembarques de peces demersales (asociados al fondo) presentó una tendencia ascendente entre los años 1990 (24953 ton) y 1995 (48043 ton), descendió entre los años 1996 y 1999 (con el mínimo en 1999) (27725 ton) y aumentó a valores mayores a 40000 ton en 1999 y 2001 (Tabla 2). Los desembarques estuvieron constituidos por 15 especies (o grupos cuando un ítem incluye más de una especie) que representaron entre 97 y 99% del total de las capturas. La corvina blanca, especie objetivo de la pesquería, representó entre 50 y 73% y la pescadilla de calada representó entre 19 y 34% del total de las capturas. La corvina blanca y la pescadilla de calada son para Uruguay, dos de las especies de mayor importancia económica (Nion 1985; Arena 1990; Pin & Defeo 2000; Arena & Gamarra 2000; Arena & Rey 2003). Del resto de las especies que conforman los desembarques, sólo el pargo blanco y la pescadilla de red superaron las 1000 ton. El sábalo y el patí son especies capturadas por las pesquerías artesanales que operan en el Río de la Plata interior e

Tabla 1. Evolución de las capturas de condriictios durante el período 1990-2001 (DINARA 2003)

SELACIOS	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Angelito	17.0	89.4	87.9	40.6	22.8	15.0	36.0	196.1	290.2	244.7	243.0	222.8
Cazón - tiburón	665.7	576.0	431.6	554.8	537.4	771.3	795.7	749.3	561.7	530.2	127.8	189.7
Galludo	7.9	1.0	26.5	0.0	3.5	35.1	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Gatuso	256.6	199.2	285.8	249.4	207.5	101.0	86.8	124.7	183.4	47.4	940.7	847.2
<b>Subtotal</b>	<b>947.2</b>	<b>865.6</b>	<b>831.8</b>	<b>844.8</b>	<b>771.2</b>	<b>922.4</b>	<b>918.4</b>	<b>1076.4</b>	<b>1035.3</b>	<b>822.3</b>	<b>1311.6</b>	<b>1259.7</b>
<b>BATOIDEOS</b>												
Rayas	1.6	0.0	0.0	0.0	17.5	73.5	2.2	6.7	0.8	13.0	5.2	73.7
Chuchos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Guitarra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.9	2.7
<b>Subtotal</b>	<b>1.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>17.5</b>	<b>126.0</b>	<b>2.2</b>	<b>6.7</b>	<b>0.9</b>	<b>13.0</b>	<b>9.1</b>	<b>76.4</b>
Gallo	10.3	0.1	0.8	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	8.3	30.2	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>959.1</b>	<b>865.8</b>	<b>832.6</b>	<b>845.3</b>	<b>788.7</b>	<b>1048.7</b>	<b>920.6</b>	<b>1083.1</b>	<b>1036.2</b>	<b>843.6</b>	<b>1350.9</b>	<b>1336.1</b>

Tabla 2. Evolución de las capturas de osteictios durante el período 1990-2001 (DINARA, 2003)

PELÁGICA	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Palometa	221.4	368	377.4	491	663.6	390.8	439.1	431.2	464.8	360	360	601,2
Lacha	204.9	127.2	49.4	116.3	482.7	129.9	83.8	10.7	414.8	85.6	66,2	6
Lisa	136	87.7	91.6	156	205.7	100	345.7	213.9	272.3	57.1	194,4	190
Anchoa	8	4.2	8.8	12.7	63.1	55.8	11.3	10.7	83.5	18.3	47,6	77
<b>Subtotal</b>	<b>570.3</b>	<b>587.1</b>	<b>527.2</b>	<b>776</b>	<b>1415.1</b>	<b>676.5</b>	<b>879.9</b>	<b>666.5</b>	<b>1235.4</b>	<b>521</b>	<b>668,2</b>	<b>874,2</b>
<b>DEMERSAL</b>												
Corvina	17488.4	26509.8	28271.3	25804.3	29012.4	29513.1	25745.3	23743.5	22253.4	14649.8	24145,6	26023,4
Pescadilla	5665.4	7574.5	8786.2	6961.8	10322.7	13417.1	12653.9	15186.3	15285.7	8480.6	13440,1	10726,3
Pargo blanco	1270.6	1048.1	1209.6	902.6	1576	1708,1	1210	547.1	1111.8	1400.8	1070,9	1406,9
Corvina negra	45.5	229.4	281.5	272.6	220.4	574	171.6	82.6	678	100	343,7	325,6
Besugo	29.7	128.1	58.3	20.8	19.2	12	1.5	11.5	4	14.3	27,4	7,3
Sábalo	75.7	343.8	177.8	323.8	628.1	540.2	189	1623.4	897.8	1255.4	1264,2	34,1
Lenguado	105.2	203.1	123.8	99	113	130.2	483.3	501.5	496	412.8	255,9	305,1
Pescadilla de red	117.5	206.1	163.1	402	1082	1519.3	1742.8	1394.7	2354.2	802.4	1122,5	1444,1
Mochuelo	73.7	93.1	101.5	111	169	119.5	17.7	15.1	24	78.2	51,2	40,2
Sargo	9.7	2.4	13.6	14	16.9	22.1	3.2	8.7	18	4.1	35,8	22,7
Patí	12.7	5.2	3.2	26.3	11.3	1.9	7	9	10.1	18	22,5	16,3
Brótola	58.7	161.4	261.1	357.4	280.2	363.1	223.1	272.4	343.5	280.6	235	156,4
Congrio	0.5	3	0.4	0.3	4.2	117.9	18.2	1.3	204	222.9	4,8	2,4
Pejerrey	0.1	1.6	2.5	2.5	7.3	2	7.6	2.7	4.2	1	2,6	0
Burriqueta	0	0.7	1.8	3	3	2.3	5	13.6	6.5	3.9	3,7	3
<b>Subtotal</b>	<b>24953.4</b>	<b>36510.3</b>	<b>39455.7</b>	<b>35301.4</b>	<b>43465.7</b>	<b>48042.8</b>	<b>42479.2</b>	<b>43413.4</b>	<b>43691.2</b>	<b>27724.8</b>	<b>42025,9</b>	<b>40513,8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>25523.7</b>	<b>37097.4</b>	<b>39982.9</b>	<b>36077.4</b>	<b>44880.8</b>	<b>48719.3</b>	<b>43359.1</b>	<b>44079.9</b>	<b>44926.6</b>	<b>28245.8</b>	<b>42694,1</b>	<b>41388</b>

intermedio. La captura de lenguados (Spinetti 2000), registradas en las estadísticas de pesca incluyen al menos tres especies (*Paralichthys orbignyanus*, *P. patagonicus* y *P. isosceles*) que ocurren en las costas del S de Brasil, Uruguay y Argentina (Haimovici *et al.* 1996; Díaz de Astarloa & Munroe 1998; Nion 1997). La flota costera tiene como especie objetivo a la corvina, pero en otoño e invierno su distribución espacial se superpone con la pescadilla de calada, la que muchas veces pasa a ser la especie objetivo. La tendencia de una pesquería dirigida a una sola especie a capturar otras especies también al mismo tiempo se conoce como interacción tecnológica (Pope 1980). Este autor demostró que los viajes dirigidos a corvina tienen 30% del efecto dirigido a pescadilla y los viajes dirigidos a pescadilla tienen 22% del efecto dirigido a corvina. El análisis de los desembarques mostró que la pesca dirigida de la flota costera captura y desembarca otras especies (al menos 18) que co-ocurren con las especies objetivo en el área de pesca, y podría considerarse por lo tanto como multiespecífica. Esto se debe a la poca selectividad de la red de arrastre utilizada por la flota y pone de manifiesto, sin tener en cuenta el pescado descartado a bordo, que la actividad de pesca

dirigida incide sobre un conjunto de especies que co-habitan dentro del área de operación de la flota.

#### PESCA ARTESANAL

La flota artesanal en Uruguay consta de aproximadamente 600 embarcaciones (Arena *et al.* 2000; DINARA 2003) y desde el año 1975 mantiene en general las características de TRB y potencia, modalidad de pesca y tipo de artes (MTSS 1988; Crossa *et al.* 1991; INAPE 1998). El pescador artesanal se define como todo pescador que desarrolla actividades de pesca comercial en pequeña escala mediante el empleo de embarcaciones menores a 10 TRB (MGAP-INAPE 1997). La captura total a nivel nacional ha sido estimada entre 3090 y 4216 ton (INAPE 1998; DINARA 2003), aunque otros estudios la han estimado en 9000 ton (MTSS 1988). Para los años 2000 y 2001, las capturas relevadas para los puertos de desembarque comprendidos entre Colonia y Chuy representaron 66 y 90% del total nacional, respectivamente (DINARA 2003). La corvina representó entre 35 y 47% del total nacional y otras especies costeras como pescadillas de calada y de red, brótola, burriqueta, palometa, lacha y gatuso, menos de 7% (DINARA 2003).

La modalidad de pesca al palangre (bagres, corvina, pescadilla de calada, burriqueta, gatuso, brótola) o al enmalle (sábalo, boga, corvina, pescadillas de calada y red, palometa, lacha) permite comercializar o utilizar todo lo capturado y es selectiva respecto de la talla, ya que el tamaño de anzuelo o apertura de malla, captura para algunos recursos como la corvina, individuos por encima de la talla de primera madurez (Norbis *et al.* 1992a; Norbis & Verocai 2002a).

Las pesquerías artesanales se han analizado considerando las características de la flota, su operación y sus limitaciones (Ferrada 1985; Astori & Buxedas 1986; MTSS 1988; Crossa *et al.* 1991; Norbis *et al.* 1992a; 1992b; Arena *et al.* 2000). En general, el mayor esfuerzo y las mayores capturas están relacionados a la mayor disponibilidad de los recursos en el área inmediata de pesca y esto ocurre en diferentes sectores de la costa con cierta estacionalidad (IMM-UAPE 1986; Marín & Puig 1987; MTSS 1988; Crossa *et al.* 1991; Villamarín 1992; Norbis *et al.* 1992b; Norbis 1995; Nion 1999; Acuña *et al.* 2001; Norbis & Verocai 2002b; Cabanne *et al.* 2003). La variación espacio-temporal de las capturas es consecuencia de las migraciones tróficas o reproductivas de los peces que habitan el Río de la Plata y la región costera oceánica, lo que condiciona la actividad de la pesca artesanal de una manera constante y sostenida (Norbis 1995; Norbis & Verocai 2002b) y provocan la migración y dispersión de los pescadores a lo largo de la costa durante un ciclo anual (Hernández & Rossi 2001). La dinámica del viento que actúa sobre el Río de la Plata relacionado al pasaje de frentes del sector S es otro de los factores condicionantes de la actividad de pesca (Norbis 1995; Norbis *et al.* 2002).

#### **NORMATIVA VIGENTE**

El decreto 149/97 (MGAP-INAPE 1997) reúne un conjunto de normas jurídicas dirigidas a la gestión de los recursos pesqueros sobre los que opera la flota costera uruguaya. Para ejercer actividades de pesca o caza acuática con fines comerciales o científicos, las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, requieren de un permiso. También existen resoluciones de la Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP) y de la Comisión Técnico Mixta del Frente Marítimo (CTMFM). De acuerdo al Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, los volúmenes de captura por especie dentro de la zona común de pesca se distribuirán entre ambos países en forma equitativa, evaluada sobre la base de criterios científicos y económicos y la CTMFM fijará los volúmenes de captura por especie y los distribuirá entre las partes. A su vez, tales volúmenes de captura deberán ser ajustados en forma periódica, ante posibles cambios en el estado de los recursos. La flota pesquera está dividida en categorías y la pesca industrial es realizada por buques con permiso de pesca comercial mayores de 10 TRB. Los buques de categoría B (pesca costera) tienen como especies objetivo la corvina, la pescadilla y su fauna acompañante. La corvina y la pescadilla han sido declaradas especies plenamente explotadas, al igual que los lengua-

dos, los angelitos y el cazón (decreto 319/998) y la pesquería se considera cerrada. Los barcos operan con artes de puertas de fondo o en pareja, con redes que poseen una luz de malla estirada no menor a 100 mm entre nudos opuestos y están autorizados a utilizar sobrecopto únicamente sobre el copo del arte, con una luz de malla no menor a 300 mm.

No se pueden realizar operaciones de arrastre en la franja de siete millas náuticas entre los meridianos Colonia e Isla de Flores, y de cinco millas náuticas hasta el límite lateral marítimo con Brasil (Art. 39). Cualquier buque con eslora mayor a 22 m no puede operar al W de la línea imaginaria que une a Punta Brava (Uruguay) con Punta Piedras (Argentina). Aquellos buques superiores a los 30 m de eslora no pueden realizar operaciones de arrastre dentro del límite exterior del mar territorial de 12 millas de las partes, el límite exterior del Río de la Plata y las líneas rectas trazadas entre los puntos 34°22'S-52°22' W; 35°51'S-53°41' W; 39°00'S-58°04' W y 39°14'S-58°35' W (Resolución 7/97 de CTMFM). Tampoco los buques categoría B pueden operar en zonas de veda establecidas en el marco de la CTMFM, para proteger concentraciones de juveniles. Con relación a las tallas, no se admite el desembarque de corvinas y pescadillas menores a 32 y 27 cm de longitud total, respectivamente, aunque existe una tolerancia de 5% sobre el total desembarcado para cada especie en cada viaje. Todos los barcos de la categoría B tienen la obligación de entregar el parte de pesca antes de las 24 horas posteriores al término de cada viaje, y éste tiene carácter de declaración jurada. Toda infracción es considerada falta grave y se da cuenta a la Prefectura Nacional Naval. Los buques categoría C están dirigidos a la captura de especies consideradas no tradicionales y deben desembarcar menos de un 10% de corvina y pescadilla respecto al desembarque total en ese viaje (Art.16).

En redes de arrastre de cualquier tipo, la luz de malla mínima se establecerá en el permiso de pesca respectivo de acuerdo a la pesquería (art. 40). En este sentido han sido autorizadas redes de arrastre de baja apertura vertical (lenguados y caracoles), redes de marco fijo (caracoles), palangres de fondo (peces cartilaginosos), líneas verticales (meros) y nasas (besugo). Para los barcos categoría C rigen los mismos artículos previstos para la categoría B sobre las zonas vedadas al arrastre y tienen la obligación de entregar parte de pesca dentro de los 15 días subsiguientes al término de cada viaje. Se prohíben las actividades de pesca mediante redes de deriva, trasmallos, uso de explosivos, sustancias tóxicas y sistemas de apaleo. La pesca deportiva se puede ejercer libremente, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones vigentes.

#### **LA GESTIÓN PESQUERA**

Los componentes de gestión vigentes están dirigidos a la regulación del esfuerzo (categorías de la flota y especies declaradas plenamente explotadas), regulación de artes de pesca (tamaño de malla), talla mínima de des-



embarque para algunas especies, áreas de prohibición de arrastre y áreas de veda de protección de juveniles de carácter estacional.

La evaluación de los recursos es compartida con Argentina, ha sido monoespecífica y sobre grupos ("stocks") considerados unitarios. Las experiencias de pesca de lenguado con redes de baja apertura vertical (Arena *et al.* 1993) y un análisis de los buques categoría C que operaron con redes de arrastre de fondo de baja apertura vertical (cuyas especies objetivo eran el lenguado y el caracol) demostró que realizaban capturas importantes de corvina y pescadilla, especies declaradas plenamente explotadas (Rey 2001). Un análisis de la pesquería del lenguado (*P. patagonicus*) fue realizado por Fabiano *et al.* (2000). Por otra parte, el efecto de la explotación de peces en aguas adyacentes a la zona de estudio (Haimovici 1998) afecta de manera impredecible fracciones de poblaciones de distintas especies con diferentes disponibilidades espacio-temporales en aguas costeras uruguayas y de la zona común de pesca, como consecuencia de la migración.

El Código de Conducta de la FAO para la Pesca Responsable incluye entre sus principios generales la conservación de los ecosistemas acuáticos y la protección de los recursos vivos y sus ambientes, así como de las áreas costeras y el respeto de la diversidad biológica. El mantenimiento de la biodiversidad y la estructura del ecosistema es una de las principales razones para regular la pesca de los peces cartilaginosos y óseos, ya que probablemente muchas de estas especies al ser depredadores apicales juegan un rol importante en la estructura y funcionamiento de las comunidades marinas. El aumento en los desembarques anuales y la reducción de la abundancia de muchas de las especies de condriictios y osteictios en el área (Vooren *et al.* 1990; Vooren 1997; DINARA 2003; Nión 1999; Paesch 1999; Arena & Rey 2003; Massa & Hozbor 2003; Villwock de Miranda & Vooren 2003) requiere implementar las medidas de protección y manejo.

Las medidas de gestión actuales casi no consideran a los peces cartilaginosos. Estos presentan en general madurez sexual tardía, producción de pocas crías, ciclos reproductivos de 1 a 3 años, tasa de crecimiento lenta y larga vida. Estas características de historia de vida los hace altamente vulnerables a la sobreexplotación pesquera, al presentar un reemplazo potencial lento y una tasa baja de incremento poblacional. A diferencia de los peces óseos, el reclutamiento de los condriictios a la población adulta está estrechamente vinculado al número de individuos maduros (Holden 1974), por lo que necesitan muchos años para reconstruir sus poblaciones una vez que han sido diezgadas (Holden 1974; Hoening & Gruber 1990; Pratt & Cassey 1990; Stone *et al.* 1998; Cahmi *et al.* 1998; Walker & Hislop 1998). Particularmente, los rasgos de historia de vida de los condriictios costeros de mayor tamaño son más lentos (Cahmi *et al.* 1998; Smith *et al.* 1998; Stevens *et al.* 2000; Frisk *et al.* 2001; Dulvy & Reynolds 2002). Además de una mayor vulnerabilidad a la explotación pesquera, se suma el rá-

pido crecimiento de las pesquerías en su mayor parte no reguladas (Anderson 1990; Taniuchi 1990; Bonfil 1994), los altos niveles de mortalidad como pesca incidental y la degradación de áreas de cría costeras y estuarinas provocadas por el desarrollo de las ciudades y asentamientos humanos sobre los espacios costeros.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La mayoría de las especies que sustentan las pesquerías costeras del Uruguay tienen una amplia distribución geográfica que alcanza mas allá de la jurisdicción de las aguas de Uruguay y la zona común de pesca compartida con Argentina. Muchas de ellas son además migratorias. Para muchas de las especies presentes en el área existe la necesidad de realizar estudios en biología básica que permitan profundizar y actualizar el conocimiento sobre la demografía, dinámica de las poblaciones e interacciones entre especies. La pesca dirigida afecta un conjunto de especies, por lo tanto surge la necesidad del enfoque multiespecífico teniendo en cuenta las interacciones tecnológicas y biológicas y se hace necesario mejorar los sistemas de control en las pesquerías y la calidad y discriminación por especies en las estadísticas pesqueras.

El pronóstico y el control de los efectos de la pesca se debería basar en la investigación científica, fortaleciendo y profundizando aspectos relativos a los estudios sobre el conocimiento de la biología de las poblaciones y sus interacciones con el medio. Las dificultades para mantener un sistema de medición y de información actualizada sobre las características del ecosistema, de gran variabilidad natural y afectado por componentes que actúan a diversas escalas temporales y espaciales (e.g. el Cambio Climático), pueden afectar la comprensión de fenómenos relativos a la distribución, disponibilidad y dinámica de las poblaciones objeto de explotación. Así, se hace necesario establecer puntos de referencia apropiados e indicadores de sustentabilidad que respondan a determinados elementos clave y de especial interés del ecosistema. Los indicadores de sustentabilidad deben basarse en los mejores datos científicos disponibles.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Considerando que la pesca es dirigida, afecta un conjunto de especies, y si se tiene en cuenta que las especies más abundantes han sido declaradas plenamente explotadas, la gestión de los recursos pesqueros debería tender a no incrementar la capacidad de pesca y promover la pesca responsable considerando los intereses de los pescadores de manera participativa. Con el objetivo de reducir los descartes se deberían fomentar los estudios y desarrollo de tecnologías o modalidades de pesca más apropiadas, de acuerdo a las características biológicas de las especies que habitan el sistema. Asimismo, es necesario proteger aquellas especies más vulnerables teniendo en cuenta su ciclo biológico y preservar los hábitat críticos (áreas de reproducción y de cría) y promover la

investigación sobre la ecología trófica para comprender las posibles respuestas del sistema a la explotación de los recursos pesqueros. Las áreas de prohibición del arrastre podrían actuar como Areas Protegidas, en la medida que se ejecuten de manera adecuada los mecanismos de control.

De acuerdo a las características del ambiente, a que la pesca dirigida afecta a un conjunto de especies y a que éstas poseen estrategias de vida acorde con la variabilidad ambiental, la ordenación de la pesca debería realizarse con un enfoque ecosistémico y deberá tener en cuenta: a) la dinámica, la complejidad y la variabilidad natural del ecosistema costero donde se realiza la explotación, que es en parte la causa de la incertidumbre que rodea aspectos de la gestión pesquera; b) estudiar las fuentes y la magnitud de los efectos humanos sobre los sistemas circundantes (pesca, contaminación y degradación del ambiente); y c) incorporar consideraciones relativas al ecosistema en problemas de gestión pesquera.

## REFERENCIAS

- Abella A Arena G Nion H & C Ríos** 1979 Peces bentónicos del Río de la Plata y de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. Pp 291-324 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO-ORCYT
- Acha EM & GJ Macchi** 2000 Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98:227-235
- Acha E Mianzan H Lasta C & R Guerrero** 1999 Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) in the Río de la Plata, Argentine. *Marine Freshwater Research* 50:57-65
- Acuña A & F Viana** 2001 Ciclo reproductivo y características ambientales del área de desove de la pescadilla de red (*Macrondon ancylodon*) y la pescadilla de calada (*Cynoscion guatucupa*) en la costa uruguaya. Pp 71-84 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Acuña A Verocai J & Márquez S** 1992 Aspectos biológicos de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) durante dos zafras en una pesquería artesanal al Oeste de Montevideo. *Revista de Biología Marina* 27(1):113-132. Valparaíso
- Acuña A Viana FD Vizziano & E Danulat** 2000 Reproductive cycle of female Brazilian cosling, *Urophycis brasiliensis* (Kaup, 1858) caught off the Uruguayan coast. *Journal of Applied Ichthyology* 16:48-55
- Acuña A Arena G Berois N Mantero G Masello A Nion H Retta S & M Rodríguez** 1997 The croaker (*Micropogonias furnieri*): biological cycle and fisheries in the Río de la Plata and its oceanic front. Pp 185-222 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, An environmental overview. An ECOPLATA Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Alheit J De Ciechomsky J Djurfeldt L Ebel C Ehrlich Md Elgue Jc Mantero G Matsuura Y Mianzan H Nellen W Odebrecht C Ramirez F Sanchez R Schaffer G & Md Viñas** 1991 SARP studies on Southwest Atlantic anchovy, *Engraulis anchoita*, off Argentina, Uruguay and Brazil. *ICES, CM/L* (46):30 pp
- Amestoy F & G Fabiano** 1998 Aquatic species introduced in Uruguay. *Verhandlungen International Vereinigung Limnologie* 26(5):2170-2173
- Anderson E D** 1990 Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. Pp 473-484 *In*: Pratt Gruber & Taniuchi (eds) Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Technical Report (90)
- Arena G** 1990 Evaluación de la captura máxima sostenible de la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) presente en el área operativa de la flota uruguaya, mediante modelos de producción excedente. *Frente Marítimo* 7:25-35. Montevideo
- Arena G & M Gamarra** 2000 Captura máxima sostenible de pescadilla. Pp 67-89 *In*: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Arena G & E Hertl** 1983 Aspectos referentes al ciclo reproductor de la corvina blanca (*Micropogon opercularis*) de la sub área platense. Una primera evaluación de las informaciones disponibles desde 1976 a 1979. Instituto Nacional de Pesca Informe Técnico (36):26 pp. Montevideo
- Arena G & M Rey** 2000 Captura máxima sostenible de la corvina (*Micropogonias furnieri*) explotada en el Río de la Plata y la Zona Común de Pesca. Pp 7-30 *In*: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Arena G & M Rey** 2003 Captura máxima sostenible de la corvina (*Micropogonias furnieri*) explotada en el Río de la Plata y la Zona Común de Pesca (período 1986-2002). *DINATA*, 39 pp
- Arena G García C & C Silvera** 1974 La pesquería del tiburón con palangre desde el puerto de La Paloma. *CARPAS/6/74 Informe Técnico* (11):16 pp
- Arena G Malan C & J Josa** 2000 Estructura y actividad pesquera de la flota artesanal uruguaya que opera en el Río de la Plata Nueva Palmira-Punta del Este. Pp 554-613 *In*: Diagnóstico ambiental y sociodemográfico de la zona costera del Río de la Plata. Apoyo a la gestión integrada de la zona costera uruguaya del Río de la Plata. EcoPlata, Montevideo
- Arena G Barea L Beathyate G Marín Y Barreiro C Barreiro D & J Chocca** 1993 Experiencias de pesca de lenguado (*Paralichthys* spp.) con redes gemelas de baja apertura vertical. Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico (42):93 pp. Montevideo
- Astori D & M Buxedas** 1986 La pesca en el Uruguay. Balance y Perspectivas. CIEDUR-Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo. 208 pp
- Ayup R** 1986 Aspectos de dinámica sedimentar no Río de la Plata Exterior e plataforma interna adyacente. Tesis de Maestría, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 226 pp (Inédita)
- Balay M** 1961 El Río de la Plata entre la atmósfera y el Mar. *Boletín del Servicio de Hidrografía Naval* H641:153 pp. Buenos Aires
- Barrera Oro E & A Maranta** 1996 Régimen alimentario estacional de *Sympterygia bonapartei*, Muller y Henle 1841 (Pisces, Rajidae), en Mar del Plata. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 9:33-53. São Luis
- Bonetto A Canon M & D Roldan** 1981 Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el Río Paraná. *Ecosur* 8(16):29-40
- Bonfil R** 1994 Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* 341:119 pp
- Boschi E** 1988 El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (Universidad Nacional Autónoma de México)* 15(2):159-182
- Brandhorst W Castello JP Perez Habiaga R & Bh Roa** 1971a Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. III. Abundancia relativa entre

- las latitudes 34°40' S y 42°10' S en relación a las condiciones ambientales en mayo - junio de 1970. Instituto Biología Marina, Serie Contribuciones 182:39 pp. Mar del Plata
- Brandhorst W Castello JP Perez Habiaga R & Bh Roa** 1971b Evaluación de los recursos de anchoita (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. V. Abundancia relativa entre las latitudes 34°30' S y 44°10' S en relación a las condiciones ambientales en agosto - setiembre de 1970. Instituto Biología Marina, Serie Contribuciones 183:39 pp. Mar del Plata
- Brick Peres M & CM Vooren** 1991 Sexual development, reproductive cycle, and fecundity of the school shark *Galeorhinus galeus* off southern Brazil. Fishery Bulletin 89:655-667
- Cabanne C Norbis W & J Verocai** 2003 Análisis de la pesquería artesanal en las costas atlánticas del Uruguay. II Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:33
- Cahmi M Fowler S Musick J Brautigam A & S Fordham** 1998 Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission 20:1-39
- Capitoli RR Rufino ML & CM Vooren** 1995 Alimentação do tubarão *Mustelus schmitti* Springer na plataforma costeira del estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Atlântica 17:109-122. Rio Grande
- CARP (Comisión Administradora del Río de la Plata)** 1990 Relevamiento de los recursos pesqueros del Río de la Plata Superior. Editorial Opción, Buenos Aires. 124 pp
- Cassia M** 1986 Reproducción y fecundidad de la pescadilla de red (*Cynoscion striatus*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):191-203. Montevideo
- Cordo H** 1986a Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. III. La pescadilla de red (*Cynoscion striatus*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):15-27. Montevideo
- Cordo H** 1986b Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. III. La pescadilla real (*Macrodon ancylodon*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):47-52. Montevideo
- Cotrina C** 1986 Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. II. La corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):8-14. Montevideo
- Cotrina C** 1998 Estudio sobre el borde de los otolitos sagitta de corvina (*Micropogonias furnieri*). Frente Marítimo 17:39-42. Montevideo
- Cotrina C & C Lasta** 1986 Estudio preliminar de la determinación de edad en la corvina (*Micropogonias furnieri*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):311-318. Montevideo
- Cousseau B** 1985 Los peces del Río de la Plata y su frente marítimo. Pp 515-534 In: Yañez-Arancibia (ed) Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: hacia una integración de ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma México.
- Cousseau MB** 1986 Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. VI. El gatuso (*Mustelus schmitti*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):60-65. Montevideo
- Cousseau MB Cortina C Cordo H & G Burgos** 1986 Análisis de datos biológicos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla de red (*Cynoscion striatus*) obtenidos en dos campañas del año 1983. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):319-332. Montevideo
- Cousseau M B Nión H Denegri M & S Olivera** 1998 Lista de peces de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Frente Marítimo 17:123-154. Montevideo
- Crossa M Pereiro R Pinheiro J Sorachu G Mateo F & D Trujillo** 1991 Análisis de las pesquerías artesanales del Uruguay I. Documento de trabajo al foro. Centro Cooperativista Uruguayo (Sistema de Programas de Pesca Artesanal). 236 pp. Montevideo (Inédito)
- De Buen F** 1950 El Mar de Solís y su fauna de peces (2ª parte). Servicio Oceanográfico y Pesca del Uruguay (SOYP). Publicaciones Científicas 2:44-144
- Díaz de Astarloa JM & TA Munroe** 1998 Systematics, distribution and ecology of commercially important paralichthyid flounders occurring in Argentinean-Uruguayan waters (*Paralichthys*, Paralichthyidae): an overview. Journal of Sea Research 39:1-9
- Díaz de Astarloa M Aubone A & MB Cousseau** 1999 Asociaciones ícticas de la plataforma costera de Uruguay y norte de Argentina, y su relación con los parámetros ambientales. Physis 57(132-133):29-45. Buenos Aires
- DINARA** 2003 Informe sectorial pesquero 2000-2001. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca), Montevideo. 63 pp
- Di Persia D & J Neiff** 1985 The Uruguay rivers system. Pp 599-621. In: Davies & Walker (eds) The ecology of the river systems. W. Junk, The Hague
- Dulvy NK & JD Reynolds** 2002 Predicting extinction vulnerability in skates. Conservation Biology 16(2):440-450
- Dulvy NK Metcalfe JD Gianville J Pawson MG & JD Reynolds** 2000 Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. Conservation Biology 14(1):283-293
- Ehrhardt N Nión H Castaldo H & L Barea** 1977b Evaluación preliminar de los recursos pelágicos del área común de pesca Argentino-Uruguaya. Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico 12:83 pp. Montevideo
- Ehrhardt N Arena G Abella A Varela Z Sánchez E BC & Nb De Moratorio** 1977a Evaluación preliminar de los recursos demersales en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico 11:176 pp. Montevideo
- Ehrhardt N Arena G Abella A Ríos C De Moratorio NB & M Rey** 1979 Evaluación preliminar de los recursos demersales en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. INAPE, Montevideo, Uruguay. Informe Técnico (13):186 pp
- Espinach Ros A Sverlij S Mestre JP & G Orti** 1986 Migraciones de peces en el río Uruguay inferior. Comisión Administradora del Río Uruguay, Publicación (4):34-38
- Fabiano G** 1998 Distribución, abundancia y estructura poblacional de la carpa común (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) en el Río de la Plata interior y medio y el Río Uruguay inferior. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Zoología, Montevideo. 130 pp (Inédita)
- Fabiano G Amestoy F García C & L Ares** 1992 Estudio de las variaciones en la abundancia, la estructura y la distribución espacio-temporal de los efectivos de carpa común (*Cyprinus carpio*) en el Río de la Plata medio e interior y en el Río Uruguay inferior. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. Ser. Tec. Cient. 1:13-24
- Fabiano G Santana O Delfino E & A Riet** 2000 Análisis de la pesquería de lenguado *Paralichthys patagonicus* en La Paloma, Uruguay. Pp 51-73 In: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos, crustáceos y peces bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo

- Ferrada M** 1985 Pesca Artesanal *In*: Evaluación y Perspectivas del Complejo Pesquero Uruguayo. CIEDUR Serie Investigación N° 22. 162 pp
- Frisk MG Miller TJ & MJ Fogarty** 2001 Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:969-981
- Gascue JF** 1989 Estudio anatómico-fisiológico de la pared uterina durante la gestación, edad y crecimiento del gatuso *Mustelus schmitti* (Springer, 1940), en la plataforma continental uruguaya. Tesis de Licenciatura de Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 51 pp (Inédita)
- Giordano S** 1988 Cambios espacio-temporales en la estructura poblacional del pargo blanco *Umbrina canosai* (Berg, 1895) en el frente oceánico del Río de la Plata. Tesis de Licenciatura de Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 185 pp (Inédita)
- Goberna E** 1987 Estudio sobre contenido digestivo en diversas especies de juveniles de peces. Análisis comparativo. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 3:93-101. Montevideo
- Goldstein H** 1986 Características morfológicas del sistema digestivo y hábitos alimentarios de la brotola (*Urophycis brasiliensis*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):351-368. Montevideo
- Goldstein H** 1988 Estudios comparativos de los hábitos alimentarios y de los nichos tróficos de dos peces costeros: la brotola (*Urophycis brasiliensis*) y el mero (*Acanthistius brasiliensis*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 4:89-98. Montevideo
- Guerrero RA Acha E M Framiñan MB & CA Lasta** 1997 Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research* 17(7):727-742
- Haimovici M** 1982 Estructura y dinámica poblacional del pargo blanco *Umbrina canosai* (Pisces, Sciaenidae) del litoral de Río Grande do Sul. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Buenos Aires, 279 pp (Inédita)
- Haimovici M** 1998 Present state and perspectives for the southern Brazil shelf demersal fisheries. *Fisheries Management & Ecology* 5(4):277-290
- Haimovici M Martins AS & PC Vieira** 1996 Distribuição e abundancia de teléosteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 56:27-50
- Hernández J & P Rossi** 2001 Caracterización de los asentamientos de pescadores artesanales en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 217-234 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Ecoplata, Montevideo
- Hoening JM & S Gruber** 1990 Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. NOAA Technical Report National Marine Fisheries Service 90:1-16
- Holden MJ** 1974 Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. Pp 117-130 *In*: Harden-Jones (ed) Sea Fisheries Research. Logos Press, London
- Holden MJ** 1977 Elasmobranchs. Pp 117-137 *In*: Gulland (ed) Fish population dynamics. Wiley, London
- INAPE-Instituto Nacional de Pesca** 1998 Informe Sectorial Pesquero 1997. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, INAPE, 47 pp. Montevideo
- IMM-UAPE (Intendencia Municipal de Montevideo-Unidad Asesora de Proyectos Especiales)** 1986 Pesca Artesanal en Pajas Blancas. Informe (1). Proyecto: «Fortalecimiento y/o Creación de Asociaciones Productivas en Montevideo (Mimeo) (Inédito)
- Jaureguizar J Menni R Guerrero R & C Lasta** 2004 Environmental factors structuring fish communities of the Río de la Plata estuary. *Fisheries Research* 66:195-211
- Jaureguizar JA Menni R Bremec C Mianzan H & C Lasta** 2003 Fish assemblage and environmental patterns in the Río de la Plata estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56:921-933
- Leta H** 1987a Estudio preliminar sobre el crecimiento de la pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta Frente Marítimo 3:73-76. Montevideo
- Leta H** 1987b Contribución al conocimiento de la alimentación de la pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta Frente Marítimo 3:77-78. Montevideo
- López RB** 1963 Problemas sobre la distribución geográfica de los peces marinos sudamericanos. *Revista del Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 1(3):109-135
- López RB** 1964 Problemas de la distribución geográfica de los peces marinos sudamericanos. *Boletín del Instituto de Biología Marina* 7:57-63. Mar del Plata
- López H** 2001 Estudio y uso sustentable de la biota Austral: ictiofauna continental Argentina. *Revista Cubana de Investigación Pesquera (suplemento especial versión electrónica)*. 39 pp
- López-Laborde J** 1997 Geomorphological and geological setting of the Río de la Plata. Pp 1-16 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, An environmental overview. An ECOPLATA Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Lucifora LO Menni RC & AH Escalante** 2004 Reproductive biology of the school shark *Galeorhinus galeus*, off Argentina: support for a single south western Atlantic population with synchronized migratory movements. *Environmental Biology of Fishes* 71(2) 199-209
- MacDonagh E** 1945 Pesca de una "carpa de espejuelos" en el Río de la Plata. *Notas del Museo de La Plata* 10 Zoología (69):315-324
- Mabragaña E Lucifora LO & AM Massa** 2002 The reproductive ecology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the south-west Atlantic. *Journal of Fish Biology* 60:951-967
- Macchi GJ** 1997 Reproducción de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) del sector Rioplatense. Su relación con los gradientes horizontales de salinidad. *Revista Investigaciones Desarrollo Pesquero* 11:73-94. Mar del Plata
- Macchi G & EH Christiansen** 1992 Estudio histológico del ciclo reproductivo en hembras de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Análisis de la estructura madurativa en distintas localidades del área bonaerense. *Frente Marítimo* 11:47-56. Montevideo
- Macchi G & EH Christiansen** 1996 Análisis temporal del proceso de maduración y determinación de la incidencia de atresias en la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). *Frente Marítimo* 16:93-101. Montevideo
- Macchi GJ & JM Díaz de Astarloa** 1996 Ciclo reproductivo y fecundidad del lenguado *Paralichthys patagonicus*. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 10:73-83. Mar del Plata
- Macchi G J Acha M & C Lasta** 1996 Desove y fecundidad de la corvina rubia *Micropogonias furnieri* Desmarest, 1823 del estuario del Río de la Plata, Argentina. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 12(2):99-113
- Marín Y & P Puig** 1987 La pesquería del tiburón con palangre desde el puerto de La Paloma (1975-1985). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta Frente Marítimo 3:117-123. Montevideo

- Martínez G & S Retta** 2001 Caracterización de las áreas de cría de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en la costa uruguaya. Pp 141-148 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Masello A Scarabino F Gamarra M & R Menafra** 2001 Estudio de contenidos estomacales y hábitos alimenticios de *Micropogonias furnieri*. Pp 149-164 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Massa A** 1998 Estructura poblacional del gatuso en la costa bonaerense y uruguaya asociada a condiciones oceanográficas. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Mar del Plata, 58 pp (Inédita)
- Massa A & N Hozbor** 2003 Peces cartilaginosos de la plataforma argentina, explotación, situación y necesidades para un manejo pesquero adecuado. Frente Marítimo 19:199-206. Montevideo
- Mellito da Silveira MP Brahm Cousin JC & M Haimovici** 1995 Estructura ovárica e testicular do linguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839). Atlántica 17:135-152. Rio Grande
- Meneses P D** 1999 Distribución espacio temporal y abundancia de los elasmobranchios en el Río de la Plata exterior y zona costera atlántica uruguaya. Pp 38-73 *In: Arena & Rey* (eds) Estudios realizados sobre los elasmobranchios dentro del Río de la Plata y la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del Plan de Investigación Pesquera (INAPE-PNUD URU/92/003). Montevideo
- Meneses P & L Paesch** 2003 Guía de campo para la identificación de peces cartilaginosos en el Río de la Plata y su frente oceánico. Frente Marítimo 19:137-185. Montevideo
- Menni R C** 1981 Distribución y biología de *Squalus acanthias*, *Mustelus schmitti* y *Galeorhinus vitaminicus* en el Mar Argentino en agosto-setiembre de 1978 (Chondrichthyes). Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) 13(138):151-182
- Menni R C** 1983 Los peces en el medio marino. Editorial Sigma, Buenos Aires. 169 pp
- Menni R C** 1986 Shark biology in Argentina: a review. Pp 425-436 *In: Uyeno Arai Taniuchi & Matsura* (eds) Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fish Biology. Ichthyological Society of Japan, Tokyo
- Menni RC & AE Gosztonyi** 1982 Benthic and semidemersal fish associations in the Argentine Sea. Studies on Neotropical Fauna and Environment 17:1-29
- Menni RC & HL López** 1984 Distributional patterns of argentine marine fishes. Physis 42(103):71-85. Buenos Aires
- Menni RC & M Stehmann** 2000 Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" 2(1):69-109
- Menni RC Cousseau MB & AE Gosztonyi** 1986 Sobre la biología de los tiburones costeros de la provincia de Buenos Aires. Anales de la Sociedad Científica Argentina 213(1/6):3-27
- MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca)-INAPE** 1997 Decreto 149/97 Ajústase y actualízase la reglamentación referente a la explotación y dominio sobre riquezas del mar. 16 pp. Montevideo
- Milessi A Vögler R & G Bazzino** 2001 Identificación de tres especies del género *Squatina* (Chondrichthyes, Squatinidae) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Gayana 65(2):167-172. Concepción
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU. 73007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- MTSS (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social)** 1988 Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales. Dirección Nacional de Fomento Cooperativo, MTSS. 40 pp. Montevideo
- Nagy G López Laborde J & LH Anastasia** 1987 Caracterización de ambientes del Río de la Plata exterior (salinidad y turbiedad). Investigaciones Oceanológicas 1:31-56. Montevideo
- Nagy G Martínez C Caffera RM Pedrosa G Forbes EA Perdomo AC & J López** 1997 The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 *In: Wells & Daborn* (eds) The Río de la Plata, An environmental overview. An ECOPLATA Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Nion H** 1985 Análisis de la investigación biológico-pesquera en el Uruguay. *In: Evaluación y Perspectivas del Complejo Pesquero Uruguayo*. CIEDUR Serie Investigación (22). 162 pp
- Nion H** 1998 Peces del Río de la Plata y algunos aspectos de su ecología. Pp 169-190 *In: Wells & Daborn* (eds) El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Dalhousie University, Halifax
- Nion H** 1999 La pesquería de tiburones en el Uruguay, con especial referencia al cazón (*Galeorhinus galeus* Linnaeus, 1758). Pp 218-267 *In: Shotton* (ed) Case studies of the management of elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 378 (1)
- Nion H & C Rios** 1991 Los recursos pelágicos del Uruguay. Atlántica 13:201-215. Rio Grande
- Nion H Ríos C & P Meneses** 2002 Peces del Uruguay. Lista sistemática y nombres comunes. DINARA-INFOPECA, Montevideo. 104 pp
- Nion H Ríos C Leta R & JC Elgue** 1986 Descripción de un área de cría multiespecífica en el frente oceánico del Uruguay. 2ª parte. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta Frente Marítimo 1(2):369-408. Montevideo
- Norbis W** 1995 Influence of wind, behaviour and characteristics of the croaker (*Micropogonias furnieri*) artisanal fishery in the Río de la Plata (Uruguay). Fisheries Research 22:43-58
- Norbis W & D Pagano** 1985 Aspectos biológicos de *Macrodon ancylodon* (Bloch, 1801) (Perciformes: Sciaenidae). Actas de las Jornadas de Zoología del Uruguay (Montevideo, 23-28 de setiembre de 1985):12-13
- Norbis W & J Verocai** 2002a Analysis of the population structure of croaker captured by the artisanal fishery of Pajas Blancas. Pp 175-187 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) Research to Manage the Environment, Fish Resources and the Fishery in the Saline Front. EcoPlata Program, Montevideo
- Norbis W & J Verocai** 2002b Characteristics of fishing activity and evolution of captures performed by the artisanal fleet. Pp 197-211 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) Research to Manage the Environment, Fish Resources and the Fishery in the Saline Front. EcoPlata Program, Montevideo
- Norbis W Verocai J & V Pshennikov** 2002 Activity of the artisanal fishing fleet in relation to meteorological conditions during the October 1998 to March 1999 fishing season. Pp 189-195 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) Research to Manage the Environment, Fish Resources and the Fishery in the Saline Front. EcoPlata Program, Montevideo
- Norbis W Paesch L Verocai J & G Villamarín** 1992a Cambios en la estructura de la población de corvina (*Micropogonias furnieri*) capturada en la pesquería artesanal de Pajas Blancas (Montevideo, Uruguay). Frente Marítimo 11:37-46. Montevideo
- Norbis W Pereiro R Sarachu G & D Trujillo** 1992b Uruguay: A pilot experiment to overcome restrictions to artisanal fishing on the Montevideo coast. European Community Fisheries Cooperation Bulletin 5(1):24-25

- Oddone MC & G Velazco** 2004 Size at maturity of the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Muller & Henle, 1841) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae) in the SW Atlantic. ICES Journal of Marine Science 61:293-296
- Oddone MC Marcal AS & CM Vooren** 2004a Egg capsules of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) and *A. platana* (Gunther, 1880) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae). Zootaxa (426):1-4
- Oddone MC Paesch L & W Norbis** 2004b Length at first sexual maturity of two species of rajoid skates, genera *Atlantoraja* and *Dipturus* (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae), from the Southwestern Atlantic Ocean. Journal of Applied Ichthyology 20:1-3
- Ottman F & CM Urien** 1965 La melange des eaux douces et marines dans le Río de la Plata. Cahiers Océanographiques 17(10):213-234
- Paesch L** 1995 Análisis de la distribución espacio temporal y de la variación estacional de la abundancia de los elasmobranchios dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 136 pp (Inédita)
- Paesch L** 1999 Biomasa y rendimientos de los elasmobranchios. Estructura de población de *Squalus acanthias*, *Squalus mitsukurii*, *Dipturus chilensis* y *Sympterygia bonapartii*. Pp 13-37 In: Arena & Rey (eds) Estudios realizados sobre los elasmobranchios dentro del Río de la Plata y la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del Plan de investigación Pesquera (INAPE-PNUD URU/92/003). Montevideo
- Paesch L** 2000 Hábitos alimentarios de algunas especies de elasmobranchios en el frente oceánico del Río de la Plata. Frente Marítimo 18:71-90. Montevideo
- Paesch L & A Domingo** 2003 La pesca de condriictos en el Uruguay. Frente Marítimo 19:207-216. Montevideo
- Paesch L & P Meneses** 1999 La pesquería de elasmobranchios en la Zona Común de Pesca Argentino Uruguay. Medidas de protección y de manejo. Pp 74-79 In: Arena & Rey (eds) Estudios realizados sobre los elasmobranchios dentro del Río de la Plata y la Zona Común de Pesca Argentino Uruguay en el marco del Plan de Investigación Pesquera (INAPE-PNUD URU/92/003). Montevideo
- Pin O** 1982 Estudio de crecimiento de la anchoita (*Engraulis anchoita*) (Hubbs & Marini 1935) para los años 1975 a 1981. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. (Inédita)
- Pin O & O Defeo** 2000 Modelos de producción captura -mortalidad para la pesquería de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) en el Río de la Plata y zona común de pesca Argentino-Uruguaya (1975-1986). Pp 31-65 In: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicado a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003 INAPE-PNUD, Montevideo
- Pin O Chiesa E & M Gamarra** 2001 Análisis de la longitud media y evolución de la talla de primera madurez sexual de corvina, *Micropogonias furnieri*, basada sobre campañas de investigación en la Zona Común de Pesca argentino uruguaya durante el periodo 1988-1995. Pp 87-101 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. EcoPlata, Montevideo
- Pope J** 1980 Estudios sobre poblaciones de peces. Teoría y técnicas. Proyecto URU/78/005 FAO-PNUD-INAPE, Montevideo. 96 pp
- Pratt HL & C Cassey** 1990 Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holdrn's method of estimating growth parameters. Pp 97-109 In: Pratt Gruber & Taniuchi (eds) Elasmobranchs as living resources: advance in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries. NOAA Technical Report National Marine Fisheries Service (90)
- Pravia M García C Ares L & N Berois** 1995 Estimación de la fecundidad y determinación del tipo de desova de la corvina blanca, *Micropogonias furnieri* (Teleostei: Sciaenidae). Revista Brasileira de Biología 55:13-25
- Poplawsky R** 1983 Introducción al estudio de la variabilidad temporal de la salinidad en la costa uruguaya. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 150 pp (Inédita)
- Puig P** 1986 Análisis de contenidos estomacales de corvina blanca (*Micropogon opercularis*) (Sciaenidae, Perciformes). Verano 1984. Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):333-340. Montevideo
- Puig P** 1987 Contribución al conocimiento del gatuso *Mustelus schmitti* (Springer, 1940). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 47 pp (Inédita)
- Rey M** 2001 Flota pesquera uruguaya. Especies objetivo y permisos otorgados. DINARA-MGAP (Uruguay) 79 pp. (www.dinara.gub.uy)
- Smith SE Au DW & C Show** 1998 Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. Marine and Freshwater Research 49:663-678
- Spinetti M** 2000 Cuantificación de las capturas de lenguado *Paralichthys* spp. en los desembarques del puerto de Montevideo en 1996. Pp 75-83 In: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos, crustáceos y peces bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD. Montevideo
- Stevens JD Bonfil R Dulvy NK & PA Walker** 2000 The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science 57:476-494
- Stone RB Bailey CM Mclaughlin SA Mace PM & MB Schulze** 1998 Federal management of US Atlantic shark fisheries. Fisheries Research 39:15-221
- Taniuchi T** 1990 The role of elasmobranchs in Japanese Fisheries. Pp 415-426 In: Pratt Gruber & Taniuchi (eds) Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Technical Report National Marine Fisheries Service (90)
- Urien CM** 1967 Los sedimentos modernos del Río de la Plata Exterior. Boletín del Servicio de Hidrografía Naval 4(2):113-213. Buenos Aires
- Verocai J** 1989 Determinación de la edad de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en base a otolitos. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 111 pp (Inédita)
- Verocai J** 2004 Determinación de edad y crecimiento en la corvina blanca, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) mediante el análisis del otolito sagitta. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 146 pp (Inédita)
- Viana F Acuña A Berois N & E Danulat** 2000 Testes morphology and reproductive aspects of male Brazilian codling (*Urophycis brasiliensis* Kaup 1858). Journal of Applied Ichthyology 16:134-135
- Vieira CEB** 1996 Dinamica populacional e avaliação de estoques de cacoës-anjo, *Squatina guggenheim* Marini, 1936 e *S. occulta* Vooren e Silva, 1991 na plataforma continental do sul do Bra-

- sil. Tese de Maestría, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 142 pp (Inédita)
- Villamarín G** 1992 Análisis de la pesquería artesanal de Pajas Blancas (Montevideo). Zafra 1987-1988. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 88 pp (Inédita)
- Villwock de Miranda L & CM Vooren** 2003 Captura e esforço da pesca de elasmobranquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997. Frente Marítimo 19:217-231. Montevideo
- Vizziano D** 2001 Determinación del ciclo reproductivo de la corvina *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) y los factores que inciden en su estacionalidad en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 105-114 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Ecoplata, Montevideo
- Vizziano D & N Berois** 1990 Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Sciaenidae). Biología Pesquera 19:39-47. Valparaíso
- Vizziano D Saona G Franco J & G Nagy** 2001 Caracterización ambiental del área de desove de la corvina blanca *Micropogonias furnieri* en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 108-125 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Ecoplata, Montevideo
- Vogler R Milessi A & RA Quiñones** 2003 Trophic ecology of *Squatina guggenheim* on the continental shelf off Uruguay and northern Argentina. Journal of Fish Biology 62:1254-1267
- Vooren CM** 1997 Elasmobranquios demersais. Pp 157-162 *In*: Seeliger Odebrecht & Castello (eds) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande
- Vooren CM & KG Da Silva** 1991 On the taxonomy of the angel sharks from southern Brazil, with the description of *Squatina occulta* sp. n. Revista Brasileira de Biologia 51(3):589-602
- Vooren CM Goes de Araujo ML & R Betito** 1990 Análise da estatística da pesca de elasmobranquios demersais no porto de Rio Grande, de 1973 a 1986. Ciência e Cultura 42(112):1106-1114
- Walker PA & JRG Hislop** 1998 Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and north-western North Sea between 1930 and the present day. ICES Journal of Marine Science 55:392-402

## Áreas de cría de peces en la costa uruguaya

SUSANA RETTA\*, GUSTAVO MARTÍNEZ & ADRIANA ERREA

\*sretta@dinara.gub.uy



### RESUMEN

En 1999 se comenzó a determinar la extensión de la costa estuarial y oceánica uruguaya que cumple función de cría para peces, así como la dinámica espacio-temporal de los juveniles, y su relación con parámetros ambientales. Durante el período 1999-2001 se realizaron ocho campañas con red de playa y una campaña costera de arrastre con portones (entre 7 y 23 m de profundidad). Se identificaron 38 taxa, de los cuales 32 estuvieron representados en las playas y desembocaduras de arroyos y 13 en los muestreos costeros adyacentes. Las mayores densidades de juveniles se registraron en las capturas con red de playa y -para ambos artes de pesca- en la zona estuarina. La especie más abundante en el muestreo con red de playa fue *Brevoortia aurea*, que superó el 50% de la captura total. En el muestreo de arrastre de fondo la más abundante fue *Cynoscion guatucupa*. El número de taxa y el índice de diversidad de Shannon-Wiener remarcan el límite entre estuario y océano, decreciendo desde el W hacia Punta del Este, tendiendo luego a aumentar hacia el E en las colectas de playas y a disminuir en la costa adyacente. *Brevoortia aurea*, *Odonthestes* spp. y *Micropogonias furnieri* no presentaron una relación definida con la temperatura y la salinidad, demostrando así su adaptación a las condiciones estuarinas. Los resultados obtenidos confirman que las localidades estudiadas son utilizadas como áreas de cría multiespecífica. La biodiversidad encontrada, la presencia de especies de importancia comercial, la vulnerabilidad de los juveniles y las modificaciones de estos ambientes debido al impacto antropogénico, evidencian la importancia de su consideración en el manejo integrado de la zona costera.

**Palabras clave:** juveniles de peces, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion guatucupa*, *Brevoortia aurea*, Uruguay

### ABSTRACT

Studies began in 1999 to determine the extension of the Uruguayan estuarine and oceanic coastline that acts as a nursery ground fish, as well as the spatial and temporal dynamic juveniles and their relationship with environmental parameters. During 1999-2001, eight surveys were performed with beach seine, and one coastal survey with bottom trawl (within 7 and 23 m of depth). Thirty eight taxa were identified, 32 were found in beaches and creek mouths and 13 in adjacent coastal waters. The higher densities were registered with the beach seine and -for both fishing gears- in the estuarine zone. The most abundant species in the beach seine surveys was *Brevoortia aurea*, with more than 50% of the total catch. *Cynoscion guatucupa* was the most abundant in the bottom trawl survey. The number of taxa and Shannon-Wiener's diversity index outline the limit between estuary and ocean, decreasing from the W towards Punta del Este, showing an increasing trend to the E in the beach surveys and decreasing in adjacent waters. *Brevoortia aurea*, *Odonthestes* spp. and *Micropogonias furnieri* did not show a clear relationship with temperature or salinity, demonstrating their adaptation to estuarine conditions. The results confirm that the study sites on the Uruguayan coast are used as nursery areas by several fish species. The biodiversity found, the presence of commercially important species, the vulnerability of these life stages and the modifications of these habitats due to human impact, clearly state the importance of their consideration in the integrated management of the coastal zone.

**Key words:** fish juveniles, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion guatucupa*, *Brevoortia aurea*, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

Las áreas costeras de los estuarios suelen identificarse como áreas de desove y cría de peces e invertebrados. Los dos factores principales que influyen en su eficacia y que generalmente actúan simultáneamente- son la disponibilidad de alimento y la ausencia de depredadores (Patterson & Whitfield 2000).

El estuario del Río de la Plata ha sido identificado como lugar de desove y cría de numerosas especies de peces (Nion 1985; Acuña *et al.* 1997; Acha & Macchi 2000; Jaureguizar *et al.* 2004; Berasategui *et al.* 2004). Estos trabajos, entre otros, coinciden en que ambos márgenes del río funcionan como áreas de cría de especies

"estuarino residentes" (Jaureguizar *et al.* 2004). En la costa uruguaya mencionan como área de cría a la costa de Montevideo, Canelones y Maldonado. Sin embargo, las escasas publicaciones al respecto extienden dicha área hacia el E, llegando a la costa oceánica (Santana & Fabiano 1999; Martínez & Retta 2001; Vizziano *et al.* 2002). Numerosas presentaciones recientes en congresos reafirman los resultados (González & Chiesa 1996; Martínez *et al.* 1999; Saona & Viana 2000; 2001; Viana & Saona 2001; Martínez *et al.* 2003; Retta *et al.* 2003; Richly *et al.* 2003; Saona *et al.* 2003).

El objetivo principal del presente trabajo es determinar la extensión de la costa estuarina y oceánica que es



utilizada como área de cría de peces e identificar la comunidad de juveniles de peces presente en la misma. Se analiza además la dinámica espacio-temporal de dicha comunidad y su relación con la salinidad, temperatura y profundidad en la que se halló.

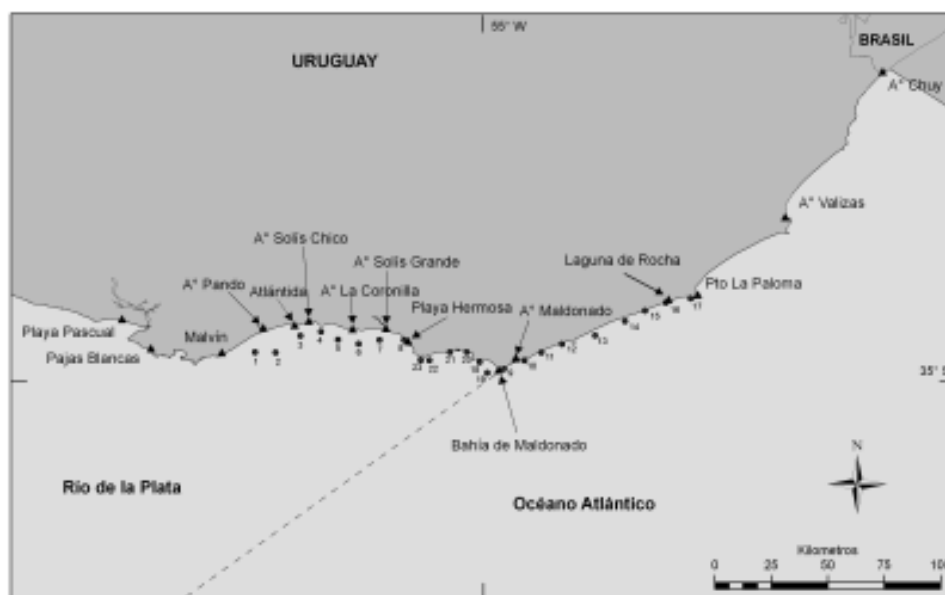
#### METODOLOGÍA

El área de estudio se extiende desde Playa Pascual (Dpto. San José) hasta el Arroyo Chuy (Dpto. Rocha) (Fig. 1). Se realizaron dos tipos de colectas: 16 estaciones de muestreo en las playas y bocas de arroyos con red de arrastre de playa, a una profundidad no mayor a 1.5 m, y 23 estaciones con red de arrastre de fondo con portones, en el B/I Aldebarán (36.7 m de eslora y 3.4 m de calado), entre los 4 y 16 m de profundidad.

muestreo de playa del E y la campaña del B/I Aldebarán se realizaron en el marco del Proyecto ECOPLATA III, mientras que el resto de los muestreos se enmarcaron en los objetivos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA, ex Instituto Nacional de Pesca).

En cada estación de muestreo se registró la temperatura y salinidad del agua mediante termosalinómetro YSI. En diciembre no pudieron obtenerse estos valores en Playa Malvín y Arroyo Pando, por desperfectos en el equipo.

Los ejemplares fueron fijados inmediatamente en etanol 95% para su posterior procesamiento en laboratorio. Se identificaron taxonómicamente al nivel inferior posible, utilizándose principalmente las siguientes publicaciones: Ringuelet *et al.* (1967), Weiss & Feijó de Souza



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo. Los círculos representan las estaciones realizadas con el B/I Aldebarán, mientras las estaciones de las playas y desembocaduras de arroyos se indican con triángulos.

Se llevaron a cabo ocho campañas en los meses de marzo, mayo, octubre, noviembre y diciembre de 1999, enero y febrero de 2000 y febrero de 2001, utilizándose red de playa. Siete se realizaron en la zona estuarina, mientras que la de mayo de 1999 se efectuó en la costa oceánica. En la mayoría de las estaciones de muestreo se realizaron dos arrastres (réplicas), en algunas tres. Los arrastres (de entre 50 y 100 m de longitud) se realizaron paralelos a la costa, con una red de playa, sin copo, de poliamida de 10 m de longitud, 1 m de altura y 24 mm de apertura entre nudos opuestos.

Los juveniles muestreados con el B/I Aldebarán en enero de 1999 se capturaron mediante arrastres de fondo con una red camaronera de poliamida con las siguientes características: relinga inferior de 17 m, relinga superior 13 m, luz de malla 30 mm, sobrecopo 10 mm y portones de madera de 13 kg. No se efectuaron réplicas. El

(1977), Weiss & Krug (1977), Menni *et al.* (1984), Mantero (1986), Whitehead (1985), Whitehead *et al.* (1988), Cousseau & Díaz de Astarloa (1993), Cassia & García de la Rosa (1993) y Cione *et al.* (1998). Los nombres científicos se actualizaron según Carvalho-Filho (1999), Nion *et al.* (2002) y López *et al.* (2003).

Para poder comparar los distintos ambientes, se estandarizó la captura mediante el cociente entre el número de individuos y el área barrida y se promediaron las abundancias de las réplicas, obteniéndose un único valor por estación de muestreo.

La posición de las estaciones en los gráficos se determinó en base a la distancia (en km) de la estación de Playa Pascual (km cero del estudio).

Se compararon las densidades de juveniles capturados con red de playa y con arrastre de fondo, graficándose también comparativamente los valores de

las densidades de las estaciones de muestreo estuarinas y oceánicas de cada arte de pesca. En aquellos puntos de muestreo en los que se colectó en más de una época, se consideró el promedio de las colectas, con el correspondiente desvío estándar.

Se estimó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), para cada estación de muestreo, según la fórmula:  $H' = -\sum p_i \log(p_i)$  siendo  $p_i$  la proporción de cada especie en la muestra (Clarke & Warwick 1994).

Para el análisis de la variación espacio-temporal de la densidad en relación con la temperatura y la salinidad, se tomaron en cuenta los tres taxa más abundantes (*Brevoortia aurea*, *Odontesthes* spp. y *Micropogonias furnieri*), de frecuente aparición en los registros costeros y de mayor importancia comercial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, la mayor densidad de juveniles se encontró en los muestreos realizados con red de arrastre de playa y, dentro de estos, las colectas realizadas en el estuario (Fig. 2a). Las abundancias registradas en las colectas llevadas a cabo con la embarcación fueron menos numerosas y no mostraron ninguna tendencia en cuanto a las densidades estuarinas u oceánicas (Fig. 2b). Probablemente esto último tenga relación con que el muestreo se llevó a cabo en enero, coincidiendo con el máximo de desove de varias de las especies registradas, por lo que los juveniles aún no tenían el tamaño y la capacidad de nado suficiente para dejar la protección de

las playas. Inversamente, la menor densidad observada en las estaciones del E muestreadas con red de playa se debería a que la colecta se realizó en mayo, cuando los juveniles tienen mayor capacidad para evadir el arte de pesca y migrar hacia aguas más profundas.

El Arroyo Solís Chico registró el mayor valor (1755 ind.100 m<sup>-2</sup>), seguido por el Arroyo Pando (1466 ind.100 m<sup>-2</sup>), durante diciembre de 1999. La Bahía de Maldonado (como límite de ambas zonas) presentó un registro de 320 ind.100 m<sup>-2</sup>. En la zona oceánica, la margen W del Arroyo Maldonado presentó la mayor densidad (381.5 ind.100 m<sup>-2</sup>). En los registros obtenidos con el barco, las estaciones cercanas a Piriápolis registraron una densidad de 6.59 ind. 100 m<sup>-2</sup> (est. 22) y 1.24 ind.100 m<sup>-2</sup> (est. 23); en la zona oceánica, la estación 14 tuvo la mayor densidad (1.19 ind.100 m<sup>-2</sup>).

En total se colectaron 38 taxa, 32 de los cuales se obtuvieron en los arrastres de playa y 13 en los arrastres con portones (Tabla 1). Siete especies se encontraron en ambos ambientes, 25 taxa fueron exclusivos de los muestreos con red de playa y seis del muestreo con portones. La mayor frecuencia de muestreo en los ambientes de playa, frente a una única colecta realizada en cada punto de muestreo con el barco, podría haber sesgado este resultado al incrementar las posibilidades de hallazgo de más taxa. Sin embargo, Chao *et al.* (1982) y Pereira *et al.* (1998) utilizando diferentes artes de pesca en un estuario y costa adyacente, también encontraron mayor número de especies en arrastres de playa que en arrastres de fondo en la zona costera adyacente.

*Brevoortia aurea* se destacó ampliamente como la especie más abundante, representando 51% de la captura de arrastre de playa. En un muestreo realizado por Saona *et al.* (2003) en desembocaduras de arroyos, ríos y lagunas, desde el Dpto. de Colonia hasta el Dpto. de Rocha, la especie más abundante fue *Platanichthys platana* con 367 individuos de las 20 especies identificadas. En este estudio, *P. platana* ocupó el sexto lugar en abundancia. La distinta cobertura espacial de ambos estudios podría explicar el diferente resultado en *P. platana*, ya que Saona *et al.* (2003) estudiaron una mayor extensión de ambientes dulceacuícolas en los que suele encontrarse la especie. Del total colectado, 16 taxa tienen importancia comercial (DINARA 2003) (Tabla 1). Aunque *Lycengraulis grossidens*, *Peprilus paru* y *Pimelodus maculatus*, no se registran con importancia comercial, son apreciadas para el consumo.

El número de taxa presentó un gradiente descendente desde Playa Pascual hasta la Bahía de Maldonado, tanto en los muestreos de playa como en los del barco. En la Playa Malvín se registraron 15 taxa considerando todo el período de muestreo, presentándose en esa localidad también el mayor número promedio de taxa ( $S=6.33$ ). Las especies se encontraron indistintamente en las estaciones de playa y bocas de arroyos, coincidiendo el número de las mismas en ambos tipos de ambiente. En el sector oceánico los patrones son más dispersos, aunque en general se observa un descenso hacia el E en los registros de arrastre con portones (Fig. 3a y 3b).

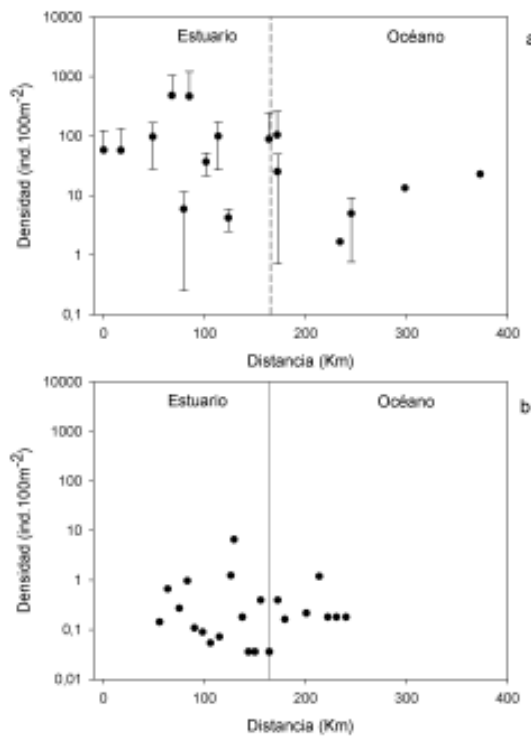


Figura 2. Densidad de juveniles en cada punto de muestreo; a) arrastres de playa y b) arrastres con portones. Las barras representan el desvío estándar.

Tabla 1. Abundancia promedio de los taxa (ind.100 m<sup>-2</sup>) en los dos tipos de muestreo. En negrita se destacan los de importancia comercial.

Nombre científico y nombre común	Arrastre de playa	Arrastre con portones
<i>Acestrorhynchus altus</i> (dientudo)	0.001	
<i>Anchoa marinii</i> (aliche)	0.021	0.007
<i>Astyanax fasciatus</i> (mojarra)	0.084	
<i>Bergiaria westermanni</i> (bagre porteño)	0.011	
<b>Brevoortia aurea</b> (lacha)	30.226	
<b>Cynoscion guatucupa</b> (pescadilla de calada)	0.001	0.425
<i>Diplodus argentus</i> (sargo)	0.022	
<i>Dules auriga</i> (cochero)		0.001
<b>Engraulis anchoita</b> (anchoíta)	0.005	
<i>Gobionellus oceanicus</i>	0.001	
<i>Hyppleurochilus fissicornis</i> (blenio)	0.001	0.001
<i>Iheringichthys labrosus</i> (bagre trompudo)	0.005	
<i>Jenynsia</i> spp. (madrecita)	0.298	
<i>Lagocephalus laevigatus</i> (tambor)	0.001	
<i>Lycengraulis grossidens</i> (sardina de río)	2.602	
<b>Macrodon ancylodon</b> (pescadilla de red)	0.002	0.001
<b>Menticirrhus americanus</b> (burriqueta)	0.117	
<b>Micropogonias furnieri</b> (corvina blanca)	2.723	0.005
<b>Mugil platanus</b> (lisa)	3.783	
<b>Netuma barba</b> (mochuelo)	0.002	
<b>Odontesthes</b> spp. (pejerrey)	15.991	
<b>Oncopterus darwini</b> (lenguado)	0.044	
<b>Paralichthys orbignyanus</b> (lenguado)	0.064	
<i>Paralonchurus brasiliensis</i> (córvalo)		0.080
<i>Pepilus paru</i> (ñata)	0.005	
<i>Pimelodus maculatus</i> (bagre amarillo)	0.001	
<i>Platanichthys platana</i> (sardina)	1.542	
<b>Pomatomus saltator</b> (anchoa de banco)	0.036	
<i>Porichthys porosissimus</i> (lucerna)		0.061
<i>Ramnogaster arcuata</i> (sardina)	0.734	
<b>Rhaphiodon vulpinus</b> (chafalote)	0.005	
<i>Stromateus brasiliensis</i> (cagavino)		0.004
<i>Symphurus</i> spp. (lengüita)		0.016
<i>Thalassophryne montevidensis</i> (bagre sapo)	0.001	
<b>Trachinotus marginatus</b> (pámpano)	0.138	
<b>Trachurus lathami</b> (surel)	0.002	0.003
<i>Triathalassothia argentinus</i> (bagre sapo)		0.002
<b>Urophycis brasiliensis</b> (brótola)	0.004	0.005

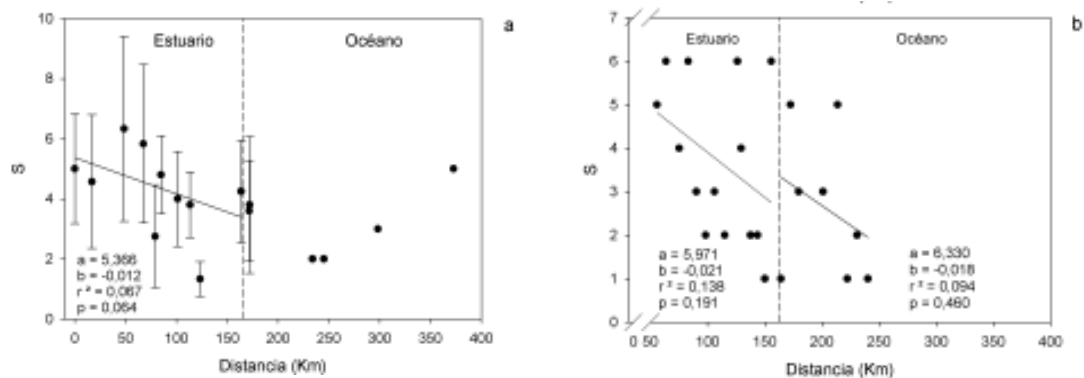
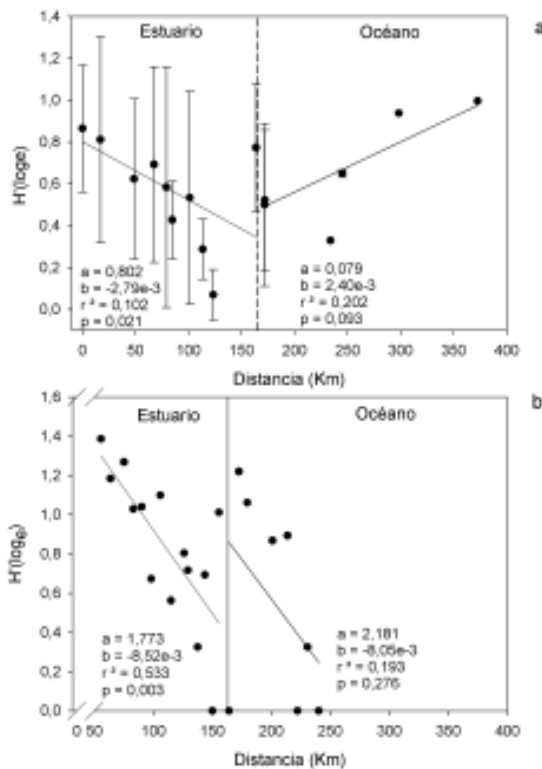


Figura 3. Número de taxa (S) por estación; a) arrastres de playa y b) arrastres con portones. Se incluyen los valores de la regresión correspondiente. Las barras representan el desvío estándar.

En un estudio realizado durante dos veranos y un otoño, entre Punta del Este y Chuy, entre los 10 y 100 m de profundidad, Nion *et al.* (1986) encontraron un total de 22 taxa de juveniles de peces, determinando que esta es un área de cría multiespecífica.

La tendencia del índice de Shannon-Wiener en la zona estuarina coincide con la observada en el número de taxa promedio: decreciente de W a E, desde Playa Pascual hacia Punta del Este (Fig. 4a y 4b). El quiebre en esta tendencia coincide con el límite exterior del Río de la Plata propuesto por Boschi (1988), separando la zona estuarina y la oceánica. En la zona oceánica la tendencia es inversa en ambos tipos de muestreo: en los de playa los valores del índice aumentan hacia el Arroyo Chuy (Fig. 4a), mientras que en el muestreo de arrastre con portones disminuyen (Fig. 4b).



**Figura 4.** Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) promedio por estación; a) arrastres de playa y b) arrastres con portones. Las barras representan el desvío estándar.

Los registros de salinidad y temperatura superficial del agua mostraron un rango mucho más amplio en los muestreos de playa que los realizados a mayor profundidad. El rango de temperatura fue de 17.5 a 34.0 °C para el muestreo de playa y de 18.8 a 21.6 °C para el muestreo con la embarcación. La salinidad presentó un rango entre 1.9 y 32.4 para las playas y desembocaduras de arroyos y de 20.8 a 27.3 en los muestreos con el barco.

La relación de las densidades de *B. aurea*, *Odontesthes* spp. y *M. furnieri* con la temperatura y la salinidad no

presenta un patrón definido en ninguno de los casos. La gran variación en los valores de salinidad frente a la presencia de estos taxa estaría corroborando el carácter eurihalino de los mismos. En estudios similares Saona *et al.* (2003) tampoco encontraron una clara relación entre la diversidad o la equitatividad con la salinidad.

Nion *et al.* (1986) no encontraron relación entre la temperatura y la salinidad y la distribución de los juveniles de la zona oceánica, con excepción de la anchoíta.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los puntos de muestreo seleccionados son utilizados como áreas de cría de juveniles de peces. La zona estuarina, aunque altamente variable en sus parámetros físico-químicos, es especialmente utilizada por peces en su etapa juvenil.

Los ambientes de playa y bocas de arroyos son utilizados con fines turísticos y generalmente son modificados drásticamente. Tal es el caso de la margen W del Arroyo Solís Chico, donde el juncal que se observaba al comenzar este estudio, habitado seguramente por juveniles de numerosas especies, fue reemplazado por un muro de contención. Se debería difundir la relevancia de estos puntos como áreas de cría a fin de evitar su modificación y promover la conservación de su biodiversidad.

## Prioridades y perspectivas de investigación

Es escaso el conocimiento de los primeros estadios de vida de las especies en la costa uruguaya, por lo cual es prioritario continuar estudios para conocer la composición y distribución de las áreas utilizadas por los juveniles de peces como protección y alimentación. Los mismos deben incrementarse para abarcar toda la costa uruguaya, cubriendo todas las épocas del año.

La presión antrópica sobre las áreas costeras crece de manera insostenible, ya que no solo reciben la carga industrial y residuos presentes en los arroyos que desembocan en el mar, sino también la alteración producida por actividades náuticas y turísticas en general. La continuidad de las investigaciones es decisiva para la generación de los elementos necesarios para evitar las modificaciones resultantes de la presión antrópica. En la medida que se profundicen los conocimientos sobre las primeras etapas de vida, se incrementarán los aportes tendientes a la realización de una adecuada administración de los recursos pesqueros.

## Implicancias para la conservación y el manejo

Muchas de las especies de interés comercial utilizan las zonas de cría identificadas en la costa uruguaya. Si a la fuerte presión pesquera se le suma la alteración e incluso destrucción del hábitat, el resultado será un menor reclutamiento de estas especies, es decir una disminución del stock pesquero de las mismas. Conociendo la ubicación de las áreas de cría, las especies que las utilizan y la época del año en que esto ocurre, se podrán tomar medidas de protección que garanticen la conservación de la diversidad ictica.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos darle las gracias a Fabrizio Scarabino, por los aportes y sugerencias taxonómicas realizados durante estos años de procesamiento del material; a Carmen Mesones, por facilitarnos datos ambientales; a Yamandú Marín por las sugerencias hechas luego de una lectura crítica del manuscrito, y a todos los que han colaborado con el muestreo de campo.

## REFERENCIAS

- Acha EM & GJ Macchi** 2000 Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary, off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98:227-235
- Acuña A Arena G Berois N Mantero G Masello A Nion H Retta S & M Rodríguez** 1997 The croaker (*Micropogonias furnieri*): biological cycle and fisheries in the Río de la Plata and its oceanic front. Pp 185-222 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata. An environmental overview. An EcoPlata project background report. Dalhousie University, Halifax
- Berasategui AD Acha EM & NC Fernández Araoz** 2004 Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de la Plata estuary (Argentina-Uruguay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60:599-610
- Boschi E** 1988 El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 15(2): 159-182
- Carvalho-Filho A** 1999 Peixes: costa brasileira. Melro, São Paulo. 320 pp.
- Cassia MC & SG de la Rosa** 1993 Características del desarrollo larval de *Brevoortia aurea* en el Atlántico Sudoccidental. *Frente Marítimo* 14 (Sec.A):63-69. Montevideo
- Chao LN Pereira LE Vieira JP Bemvenuti MA & LP Rodríguez Cunha** 1982 Relação preliminar dos peixes estuarinos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica* 5:67-75. Rio Grande
- Cione AL Azpelicueta M de las M & JR Casciotta** 1998 Revision of the clupeid genera *Ramnogaster*, *Platanichthys*, and *Austroclupea* (Teleostei: Clupeiformes). *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 8(4):335-348
- Clarke KR & R M Warwick** 1994 Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratories, 144 pp
- Cousseau MB & JM Díaz de Astarloa** 1993 El género *Brevoortia* en la costa atlántica sudamericana. *Frente Marítimo* 14 (Sec.A):49-57. Montevideo
- DINARA** 2003 Informe Sectorial Pesquero 2000-2001. Montevideo. 63p. [http://www.dinara.gub.uy/Publicaciones - Archivos PDF/ Informe\\_Sectorial\\_Pesquero\\_2000-2001.pdf](http://www.dinara.gub.uy/Publicaciones - Archivos PDF/ Informe_Sectorial_Pesquero_2000-2001.pdf)
- González P & E Chiesa** 1996 Juveniles de corvina (*Micropogonias furnieri* Desmarest, 1823): análisis de las campañas de investigación llevadas a cabo en el proyecto EcoPlata. Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA:40
- Jaureguizar AJ Menni R Guerrero R & C Lasta** 2004 Environmental factors structuring fish communities of the Río de la Plata estuary. *Fisheries Research* 66:195-211
- López H Miquelarena A & R Menni** 2003 Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Serie Técnica y Didáctica Nº 5. ProBiota. 87 pp. La Plata
- Mantero G** 1986 Análisis de los cambios morfológicos en la fase larval de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(1):110-120. Montevideo
- Martínez G & S Retta** 2001 Caracterización de las áreas de cría de corvina (*Micropogonias furnieri*) en la zona costera uruguaya. Pp 141-148 *In*: Vizziano D P Puig C Mesones & G Nagy Eds. El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Martínez G Retta S & A Errea** 1999 La comunidad de juveniles de peces en la costa uruguaya del Río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11(2<sup>a</sup> época):28
- Martínez G S Retta S & K Zwanenburg** 2003 Juveniles de corvina *Micropogonias furnieri* en la costa uruguaya. 2as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:27
- Menni RC Ringuélet RA & RH Arámburu** 1984 Peces Marinos de la Argentina y Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. 359 pp
- Nion H** 1985 Evaluación y perspectivas del complejo pesquero uruguayo. 2. Análisis de la investigación biológico-pesquera en el Uruguay. CIEDUR. Serie Investigaciones (22):162 pp.
- Nion H C Ríos & P Meneses** 2002 Peces del Uruguay. Lista sistemática y nombres comunes. DINARA-INFOPESCA, 104 pp. Montevideo
- Nion H C Ríos R Leta & JC Elgue** 1986 Descripción de un área de cría multiespecífica en el frente oceánico del Uruguay. Segunda parte. Publicaciones de Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2): 369-408. Montevideo
- Patterson AW & AK Whitfield** 2000 Do shallow-water habitats function as refugia for juvenile fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51:359-364
- Pereira LE Ramos LA & SX Pontes** 1998 Lista comentada dos peixes e crustáceos decapodos do estuário do arroio Chuí e região costeira adjacente, RS. *Atlântica* 20:165-172. Rio Grande
- Retta S A Errea & G Martínez** 2003 Áreas de cría de peces en la costa uruguaya. 2as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:15
- Richly J Passadore C Ferrando H Acuña A & F Viana** 2003 Ictiofauna de la región estuarial del arroyo Pando, Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay)
- Ringuélet RA Arámburu RH & A Alonso de Arámburu** 1967 Los Peces Argentinos de Agua Dulce. Ed. La Plata. 602 pp
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos). *In*: Rey Amestoy & Arena (eds) Plan de Investigación Pesquera. INAPE-PNUD URU/92/003. 165 pp+apéndice 1. Montevideo
- Saona G & F Viana** 2000 Estructura de la comunidad íctica en la zona de rompiente de una playa arenosa. XV Simposio Científico Tecnológico de la CTMFM (Mar del Plata)
- Saona G & F Viana** 2001 Composición de la comunidad de peces y las características ambientales asociadas en una playa arenosa estuarial. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VI Jornadas de Zoología del Uruguay):63

- Saona G Verocay J & W Norbis** 2003 Diferenciación ambiental de los subestuarios de la costa uruguaya en base a la biodiversidad íctica. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay)
- Viana F & G Saona** 2001 Relacionamiento trófico de peces en la zona de rompiente de una playa arenosa expuesta. XIV Encuentro Brasileño de Ictiología. San Leopoldo, Brasil.
- Vizziano D F Forni G Saona & W Norbis** 2002 Reproduction of *Micropogonias furnieri* in a shallow temperate coastal lagoon in the southern Atlantic. *Journal of Fish Biology* 61 (Supplement A):196-206
- Weiss G & JA Feijó de Souza** 1977 Estudio comparativo preliminar de postlarvas e juvenis das tres especies de Engraulidae da costa sul do Brasil, Uruguai e Argentina. *Atlântica* 2(1):1-20. Rio Grande
- Weiss G & LC Krug** 1977 Características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidus* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) no estuario da Lagoa dos Patos, Brasil. *Atlântica* 2(1):83-117. Rio Grande
- Whitehead PJP** 1985 Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fisheries Synopsis* N° 125, 7(1):303 pp
- Whitehead PJP Nelson GJ & T Wongtrana** 1988 Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulidae. *FAO Fisheries Synopsis* N° 125, 7(2):305-579

## Características biológicas de la corvina (*Micropogonias furnieri*) en el Río de la Plata y su Frente Marítimo

ERNESTO CHIESA\*, OSCAR D. PIN & PABLO PUIG

\*echiesa@dinara.gub.uy



### RESUMEN

Se realiza una síntesis del conocimiento biológico básico sobre la corvina (*Micropogonias furnieri*), especialmente de las poblaciones que se distribuyen en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) y aguas oceánicas de la plataforma de Brasil. Esta especie es un osteictio necto-bentónico, de comportamiento demersal costero, que llega hasta los 50 m de profundidad. El período de desove en el Río de la Plata abarca desde noviembre hasta marzo de cada año. La especie presenta amplios desplazamientos dentro de la ZCPAU, propiciando la mezcla de unidades poblacionales más o menos discretas. Se determina la talla de primera madurez en 35.83 cm para las poblaciones de la ZCPAU, durante primavera y verano del período 1988-1995. La especie es considerada bentófaga con predominancia de moluscos, anélidos y crustáceos por sobre los peces en su dieta, mostrando un comportamiento diferencial en relación a la oferta de las presas en la zona de alimentación. Se comparan las abundancias estimadas en forma de biomásas estacionales y la captura precautoria calculada para la especie en la zona del Río de la Plata y su frente oceánico, utilizando modelos de producción pesquera de Captura y Mortalidad Total (C-Z) para el período 1985-1995.

**Palabras clave:** distribución, reproducción, talla de primera madurez, alimentación, abundancia

### ABSTRACT

This paper synthesizes the basic biological knowledge on the croaker (*Micropogonias furnieri*), particularly on the populations of the Argentinean-Uruguayan Common Fishing Zone (ZCPAU) and the oceanic waters of the Brazilian continental shelf. This species is a necto-benthonic bonefish with coastal and demersal behavior, which is found from shallow waters down to 50 m of depth. The spawning in the Río de la Plata expands from november to march of each year. The species presents a wide displacement in the ZCPAU, propitiating the mixture of stock or population units. The length at first maturity was determined at 35.83 cm for the ZCPAU in spring and summer 1988-1995. The species is considered a benthic-feeder, predominating molluscs, annelids and crustaceans over fish in their diet, showing a differential behavior based on the supply of prey in the feeding areas. A comparison is made between the estimated abundances, as seasonal biomasses, and the precautionary captures calculated for the species in the Río de la Plata and the oceanic waters, using Capture and Total Mortality (C-Z) fishing models for the 1985-1995 period.

**Key words:** distribution, reproduction, length at first maturity, feeding, abundance

### INTRODUCCIÓN

La corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) es un perciforme de la familia de los Sciaenidae de amplia distribución geográfica latitudinal en el Atlántico Occidental, debido a su enorme capacidad de adaptación a ambientes eurihalinos y euritéricos. Presenta diversos fenómenos de polimorfismo, variabilidad de color (i.e. diversos grados de melanismo) e inclusive una posible variabilidad de otros caracteres fenotípicos que aún no han sido debidamente estudiados y que reflejan su capacidad de colonización (Fig. 1).

La corvina constituye un recurso pesquero costero tradicional en el Río de la Plata y la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU), siendo la primera especie costera en volumen de captura comercial en el Uruguay. Es un osteictio necto-bentónico, de comportamiento demersal costero, que llega hasta los 50 m de profundidad de las plataformas continentales.

Existen varias denominaciones de la corvina adjudicadas en las diferentes regiones geograficas de su distribución: corvina blanca, corvina rubia, corvinha, whitemouth croaker. En el Río de la Plata por su tamaño se le conoce como "roncadera" a los ejemplares de 5 a 20 cm y "mingo" a los ejemplares de 25 a 40 cm de longitud. La longitud media se encuentra aproximadamente en los 42 cm.

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y DIFERENCIACIÓN POBLACIONAL

La corvina *M. furnieri* es una especie costera de amplia distribución geográfica, desde la península de Yucatán, Golfo de México y Antillas (30° N), hasta el Golfo de San Matías, Argentina (41° S) (Chao 1978; Vazzoler 1991). Está presente en toda la extensión latitudinal pero en diferentes concentraciones poblacionales, siendo mayor su abundancia al S de Cabo Frío (22° S)

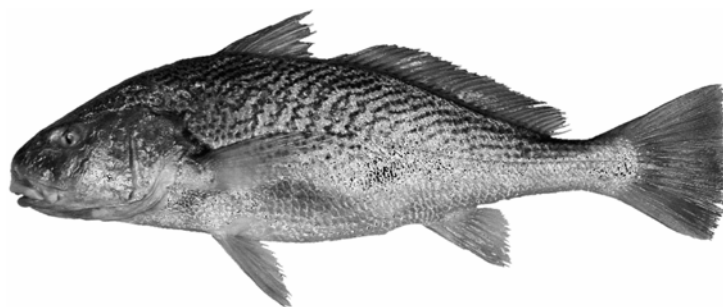


Figura 1. Corvina rubia *Micropogonias furnieri* (Foto composición: Pablo Meneses).

(Isaac 1988; Haimovici & Gatto 1996). Chao (1978) postula dentro del área de distribución de corvina al S de Cabo Frío (Río de Janeiro, Brasil) la existencia de diferentes poblaciones en base a áreas reproductivas (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación latitudinal y región correspondiente para diferentes posibles poblaciones de corvina (modificado de Chao 1978).

Población	Ubicación	Región
Catarinense-paulista	Latitud 23° a 29° S	Brasil N
Riograndense	Latitud 29° a 33° S	Brasil S
Platense	Latitud 33° a 38° S	Uruguay-Argentina
Del Rincón o del Golfo San Matías	Latitud 38° a 41° S	Argentina S

La definición e identificación de unidades poblacionales dentro de la muy amplia distribución de la especie fue realizada por Vazzoler (1971) en base a una revisión de los trabajos que determinan diferencias de caracteres merísticos y morfométricos, de crecimiento y reproducción. Propuso dos poblaciones diferentes: población I (extendida en latitud desde 23° a 29° S); y población II (extendida en latitud desde 29° a 33° S).

Vazzoler (1971; 1991) realizó una completa revisión de los diversos estudios comparativos en individuos de ambas poblaciones propuestas, pero concluye que no existen resultados absolutamente definitivos derivados de los siguientes análisis: electroforesis de hemoglobina (Vazzoler *et al.* 1976), análisis del plasma por inmunodifusión e inmunoelectroforesis (Phan & Vazzoler 1976), padrones electroforéticos de proteínas generales de músculo esquelético (Suzuki *et al.* 1983) y proteínas generales del cristalino (Vazzoler *et al.* 1985). Vazzoler & Phan (1989) concluyeron que existe un bajo flujo genético de la población II a la I, pero mayor desde la población I a la II, la cual recibiría todavía contribución genética de poblaciones más meridionales.

Diversos autores identificaron diferentes poblaciones mediante variadas metodologías: proporciones corporales y caracteres merísticos (Haimovici & Gatto 1996; Figueroa & Astarloa 1991), proteínas totales (Vazzoler & Phan 1989), isoenzimas, parámetros poblacionales (Vazzoler 1971; 1991) y análisis de series temporales de esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (Haimovici *et al.* 1989; Valentini *et al.* 1991; IBAMA 1993). Estudios

anteriores concluyen que existiría poca interacción entre los stocks al N y al S de la latitud 29° S. Al S de esta latitud (Cabo de Santa Marta Grande, Brasil) la reproducción ocurre a fines de primavera y verano (Vazzoler 1971; Haimovici 1977; Weiss 1981; Arena & Hertl 1983; Castello 1986; Cotrina & Lasta 1986), estando las mayores áreas de desove en la desembocadura del Río de la Plata, Lagoa dos Patos y diversas áreas asociadas a ríos y lagunas costeras del litoral atlántico sur-brasileño, uruguayo y argentino, hasta el Rincón en Bahía Blanca.

Según Haimovici & Gatto (1996), la coincidencia en los períodos reproductivos y la falta de discontinuidades geográficas facilitaría el intercambio entre esas distintas áreas de desove y la mezcla de los grupos poblacionales en toda la región. Los mismos autores establecen que aunque no existan unidades genéticamente distintas, se propone la existencia de grupos poblacionales o subpoblaciones que pueden no responder de la misma manera a cambios en la intensidad de pesca en diferentes regiones y épocas del año.

#### COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y ÁREAS REPRODUCTIVAS

La corvina presenta una distribución diferencial según su etapa de desarrollo. Las primeras etapas de desarrollo procuran aguas llanas y salobres, de temperaturas más elevadas que el océano abierto. Estos ambientes corresponden en general a estuarios y golfos, que son áreas de baja dinámica y con estratificación de acuerdo a la profundidad. Estas zonas, si bien no son exclusivas para el desove, son seleccionadas por los individuos adultos para realizar esta actividad (Vazzoler 1971). Los adultos se agrupan en cardúmenes reproductivos, donde la comunicación por la emisión de sonido ("ronquido") parece ser de gran importancia. Estas grandes concentraciones han sido observadas en zonas del Río de la Plata, en áreas costeras de hasta 5 m con baja salinidad y con fondos arenosos o fangosos (Pin, Chiesa & Puig obs. pers.). También existe desove en la boca de ríos y arroyos y en áreas más profundas, como en la costa brasileña (Puig & Mesones 1998). Existen zonas bien determinadas relacionadas a la época del año (Tabla 2).

Los adultos presentan un claro comportamiento demersal, en relación a fondos de arena y fango de la zona más costera, principalmente en condiciones



**Tabla 2.** Área geográfica, zona de desove, estación y mes del año (modificado de Isaac 1988).

Área geográfica	Zona desove	Estación	Mes
Argentina y Río de la Plata	aguas someras en Argentina y Uruguay	verano	diciembre
Río Grande	costa de Río Grande, Brasil	primavera, verano	setiembre, diciembre
Santa Catarina, São Paulo y Río de Janeiro	zona de Bom Abrigo, Brasil	todo el año	abril, setiembre, noviembre

estuarinas o con aporte de vías de agua dulce o salobre. Vizziano *et al.* (2002) identificaron áreas de desove en ambientes de baja salinidad y alta temperatura en la desembocadura de Laguna de Rocha. Este hecho confirma la hipótesis de que la especie presenta una gran capacidad de adaptación a diferentes hábitat en diferentes etapas de su ciclo de vida, lo cual la define como eurihalina y euritérmica. Algunas agrupaciones presentan un comportamiento migratorio más o menos marcado y no bien conocido (Vazzoler 1963; 1971). La presencia de agrupaciones reproductivas ocurre en zonas con mezcla de aguas continentales superficiales salobres del Río de la Plata con aguas frías y de mayor salinidad del Océano Atlántico: ca. 30 de salinidad y entre 18-22 °C de temperatura (Pin *et al.* 2001). Asimismo, dichas agrupaciones pueden ser encontradas a profundidades no mayores a 50 m (Vazzoler 1971; Isaac 1988; Acuña *et al.* 1998).

#### TALLA DE PRIMERA MADUREZ

Pin *et al.* (2001) estiman la talla de primera madurez para veranos y primaveras de 1988 y 1991-1995 (Tabla 3). Los mismos autores, observaron que la evolución de la talla de primera madurez muestra una leve tendencia descendente para el final del período estudiado 1993-1995. Esta tendencia se puede relacionar principalmente al aumento del esfuerzo pesquero de la flota costera uruguaya, y probablemente, por variaciones de las condiciones ambientales dentro de la ZCPAU.

**Tabla 3.** Evolución de la talla de primera madurez de corvina. Período 1988-1995.

Estación	50% de la población
Verano 1988	35 cm
Primavera 1991	36 cm
Primavera 1993	37 cm
Primavera 1994	36 cm
Verano 1995	36 cm
Primavera 1995	35 cm

**Tabla 4.** Estimación de la talla de primera madurez realizada por diversos autores, para la ZCPAU y S de Brasil. \* Extraído de Isaac (1988).

Autor	Talla	Zona
*Vazzoler (1971)	35.00 cm	Río Grande do Sul, Brasil (29°S-33°S)
*Haimovici (1977)	30.00-40.00 cm	Río de la Plata-Argentina (33°S-41°S)
Cousseau <i>et al.</i> (1986)	33.68 cm (otoño 1983)	Río de la Plata (al W del 55°W)
	32.21 cm (primavera 1983)	Río de la Plata (al W del 55°W)
	33.41 cm (otoño 1983)	Frente Marítimo (al E del 55°W)
	37.14 cm (primavera 1983)	Frente Marítimo (al E del 55°W)
Pin <i>et al.</i> (2001)	35.83 cm (verano y primavera 1988-1995)	Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya

Los mismos autores estiman una talla promedio de primera madurez de la corvina en 35.83 cm considerando el período 1988-1995 para la ZCPAU. Este dato se compara con los estimados históricos obtenidos por otros autores para la ZCPAU y Brasil (Tabla 4).

Las tallas de primera madurez han fluctuado entre 31 y 33 cm durante el período 1971-1983, salvo por el estimado obtenido para la primavera de 1983 para la ZCPAU que fue de 37.14 cm. Según Cousseau *et al.* (1986) el hecho que las tallas de primera madurez sean menores para la zona del Río de la Plata que en el Frente Marítimo se debe a que la especie está expuesta a una mayor presión pesquera como también a posibles cambios en las condiciones ambientales.

Actualmente existe una resolución de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Res. CTMFM 8/96) que establece la talla mínima de desembarque para la especie en 32 cm. Esta resolución administrativa está tomada basándose en los estudios realizados por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) para la determinación de la talla de primera madurez.

#### MIGRACIONES

La corvina forma grandes cardúmenes cercanos al fondo hasta los 50 m de profundidad. Estos cardúmenes generalmente no se dispersan, aunque su actividad parece disminuir durante la noche. Las razones propuestas para este acardumamiento son variadas y fundamentalmente observacionales, principalmente por la actividad pesquera aplicada a las poblaciones, pero con poco fundamento causal. Es probable que las razones de acardumamiento actuantes sean factores reproductivos (estacionales) y/o tróficos. También una posible causa del acardumamiento sea el desplazamiento y búsqueda en conjunto de condiciones ambientales convenientes (salinidad, temperatura, turbidez, etc.).

González *et al.* (1993) realizaron un trabajo de marcación de corvina, encontrando que la especie posee un amplio espectro de desplazamientos locales entre la costa uruguaya y argentina, e.g. ejemplares marcados en la zona cercana a Piriápolis (Uruguay) fueron capturados en las cercanías de Bahía Blanca (Argentina). En el citado trabajo se marcaron ejemplares juveniles y adultos, con un rango de longitud total de 15 a 69 cm; y para las áreas de marcación se eligieron las zonas de mayor concentración de la especie (zona W de Montevideo, zona entre Atlántida y Piriápolis, zona E de Punta del Este, zona central del Río de la Plata y Bahía de Samborombón en la

costa argentina). Con esta amplitud de desplazamientos, en lapsos de tiempo entre tres y 40 semanas, se puede afirmar que existe un flujo de individuos entre ambos márgenes costeros y una gran mezcla espacial de las diferentes poblaciones o subpoblaciones dentro del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

#### ALIMENTACIÓN

La corvina presenta hábitos tróficos generalistas-opportunistas. Sin embargo, su dieta está relacionada con la talla del ejemplar, la disponibilidad de alimento y el tipo de fondo (Tanji 1974; Vazzoler 1975; Barbieri 1986; Puig 1986; Sánchez *et al.* 1989).

Masello *et al.* (2001) estudiando contenidos estomacales correspondientes a ejemplares de la costa uruguaya desde la zona W de Montevideo hasta la zona E de Rocha, durante primavera y verano de 1999, confirman que la especie se alimenta preferentemente de organismos bentónicos, entre los que predominan los moluscos, anélidos y crustáceos, y en segundo término peces. La especie es por lo tanto bentófaga con alternancia en la dieta de peces, tanto demersales como pelágicos.

Los mismos autores determinan que los períodos alimentarios principales de la especie se encontrarían comprendidos en las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde. Se establece que parecería haber un comportamiento alimentario diferenciado entre sexos: los machos se alimentarían en forma más continua y en menores cantidades; mientras que las hembras se alimentarían en grandes cantidades y luego pasarían un período sin hacerlo, hasta el vaciado de sus estómagos, cuando volverían a ingerir alimento. No se encontró correspondencia entre el grado de repleción estomacal y el grado de madurez sexual, destacando que las hembras grado IV aparecieron con alimento en sus estómagos, a diferencia de lo indicado por otros autores.

Comparando los contenidos estomacales con la oferta alimentaria, los autores establecen que la diversidad de organismos bentónicos hallados está en general relacionada con la diversidad específica encontrada en el hábitat. En la zona W (Río de la Plata medio), no existieron diferencias entre los ítems alimenticios hallados en estómagos y las especies encontradas en muestras de fondo. Sin embargo, esto no se cumplió para los ejemplares estudiados en la zona E (Río de la Plata exterior y Frente Marítimo) donde sí se observaron diferencias entre contenidos estomacales en relación con la diversidad de los fondos. En forma preliminar se puede afirmar que la corvina selecciona principalmente a los poliquetos y crustáceos cuando existe mayor diversidad bentónica o sea mayor oferta de grupos alimentarios (zona E).

#### ABUNDANCIA Y CAPTURA PRECAUTORIA

Estudiando la abundancia del recurso en forma de biomasa pesquera, Chiesa *et al.* (2003) calcularon las biomásas estacionales de corvina para el período 1991-2003 en la ZCPAU, presentando un rango de valores entre 12000 y 84000 ton (Tabla 5). El valor máximo fue

**Tabla 5.** Biomásas estacionales de corvina en la ZCPAU para el período 1991-2003 (ton=toneladas métricas). \* Campañas conjuntas con el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP (Argentina). \*\* Solo se evaluó la zona del Río de la Plata.

Año	Estación	Total de Lances	Biomasa (ton)
1991*	Primavera	84	27645
1992*	Primavera	102	63728
1993*	Primavera	85	27670
1994*	Primavera	101	20011
1995*	Verano	99	21288
1995	Primavera	67	18537
1999*	Invierno	47	11714
1999	Primavera	78	22345
2000*	Invierno	54	24168
2001	Otoño	62	21199
2001*	Invierno	69	83664
2001**	Primavera	43	3654
2002*	Invierno	58	22496
2002	Primavera	58	27372
2003*	Primavera	88	70004

83664 ton en primavera 2003 y el mínimo 11714 ton en invierno 1999. El bajo valor de la primavera 2001 (3654 ton) corresponde solamente a las poblaciones de corvina del Río de la Plata.

Las biomásas promedio para las estaciones de primavera y de invierno presentan el siguiente valor absoluto: 34664 ton para primavera y 35510 ton para invierno. Para este cálculo no se toma en cuenta primavera 2001 por no considerar la totalidad de la ZCPAU.

Pin (1999) y Pin & Defeo (2000), utilizando modelos de producción pesquera de Captura y Mortalidad Total (C-Z) para el período 1985-1995, calcularon un valor de Biomasa Virgen (*B<sub>inf</sub>*) de ca. 500000 ton (con variación entre 260000 y 1000000 ton), que asume una biomasa teórica del recurso si no existiera explotación pesquera en las poblaciones de corvina de la ZCPAU.

Considerando esta estimación, los mismos autores calculan una captura precautoria anual (CP) para el recurso de ca. 36000 ton para la ZCPAU. Arena & Rey (2003) utilizando los modelos de producción de Captura y Esfuerzo de Schaefer para el período 1985-1995, calculan una CP anual de 36417 ton para la ZCPAU.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Las prioridades en investigación deberían pasar por aspectos y enfoques que hoy no se consideran: el aspecto socioeconómico de la riqueza generada por un recurso pesquero administrado por Uruguay (en forma compartida con Argentina), es de vital importancia para las poblaciones asociadas a su existencia. Otro aspecto que fundamenta un cambio de enfoque es la tendencia global de los cambios en los patrones de manejo y conservación de los recursos naturales vivos en general: la investigación pesquera está cambiando desde un enfoque pesquero-

economista, hacia uno incorporando lo ecológico y sociocultural. Dentro de este proceso de cambio, se deberían tomar las siguientes medidas claves:

a) Identificación y delimitación del "ecosistema marino costero" y su posible división en sistemas secundarios o Unidades Funcionales de Manejo (UFM);

b) Establecimiento de variables que permitan conocer y realizar el seguimiento de indicadores como: estado de conservación de la biodiversidad, especies en peligro o amenazadas, impacto de la actividad pesquera sobre el ecosistema y la relación entre especies o grupos de especies; y

c) Identificación y establecimiento de indicadores socio-culturales que permitan realizar el seguimiento de las poblaciones humanas asociadas a los recursos naturales vivos (e.g. las comunidades de pescadores artesanales asociados a la población platense de corvina).

La base necesaria y lógica de esta propuesta, es la investigación biológica básica del recurso natural, que debe basarse en las siguientes líneas tradicionales:

a) Distribución geográfica y abundancia actualizada del recurso, con un mapa cualitativo y cuantitativo de la presión de explotación pesquera asociada al mismo (inclusive superando fronteras nacionales). ¿Existe una gran y extendida población genéticamente diversa o bien son meta-poblaciones genéticamente más o menos aisladas?; ¿La explotación pesquera o la contaminación ambiental geográficamente diferenciales son causa de variaciones de abundancia y distribución de la especie?

b) Migraciones poblacionales asociadas a comportamiento reproductivo local o bien a condiciones meteorológico-hidrológicas locales (e.g. existencia de frentes de gradientes o frentes térmicos y salinos). Es fácilmente detectable una carencia del conocimiento a macro y microescala de las migraciones espacio-temporales de las poblaciones de corvina dentro y desde la región platense hacia regiones contiguas;

c) Talla de primera madurez actualizada temporalmente y aproximación hacia una captura precautoria real determinada por diversos modelos biológico-pesqueros tradicionales y modelaje ecosistémico no tradicional (Pin *et al.* en este volumen); y

d) Alimentación y comportamiento alimenticio en relación con el ambiente y la oferta de presa. ¿La corvina es oportunista o tiene una posición trófica definida dependiendo del ambiente y etapa de desarrollo biológico?

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

El manejo racional y adecuado del recurso natural de la corvina, se basa en las prioridades de investigación anteriores: distribución geográfica y migraciones espacio-temporales; comportamiento reproductivo y alimenticio; talla de primera madurez y ambientes reproductivos a ser protegidos; migraciones intra e interpoblacionales; abundancia real y determinación de capturas precautorias que conserven las estructuras ecológico-reproductivas

dentro de los parámetros de conservación del recurso natural (es decir de no explotación pesquera de deterioro o inclusive de fase terminal para el recurso).

La amplia distribución de esta especie en la costa atlántica hace que la administración del recurso pesquero deba ser considerada en forma multinacional y multidisciplinaria. No solamente por la conservación de las poblaciones biológicas en sí mismas, sino también por las consecuencias socio-culturales que su desaparición significaría para las poblaciones de pescadores relacionadas. Asimismo, debe considerarse la existencia de meta-poblaciones de corvina, más o menos genéticamente aisladas, que se extienden como una serie latitudinal de S a N: S argentino, platense, riograndense y posiblemente catarinense al N. Cada una de estas unidades debiera ser considerada en forma casi independiente de las otras citadas en cuanto a su manejo y explotación pesquera, para lograr una más efectiva administración racional y conservación del recurso (Pin *et al.* en este volumen).

La administración del Río de la Plata y su Frente Marítimo debe asimismo ser considerada desde una nueva perspectiva, hacia un manejo basado en diversidad de datos de evaluación provenientes de diferentes metodologías de aproximación a la dinámica de poblaciones de esta especie y con una orientación fundamentalmente conservacionista. Es decir, que se deben considerar formas alternativas al "modelo" actualmente vigente, desarrollado durante las décadas del 70 y 80, extremadamente rígido en cuanto a objetivos fundamentalmente pesqueros y basado en modelos tradicionales de estimación de "biomasa pesquera" a partir de capturas puntuales de área barrida de barcos pesqueros.

Existen una cantidad de medidas de conservación en relación a las áreas reproductivas y de cría de juveniles, y a temporadas de veda pesquera de determinadas zonas de alimentación. Sin embargo, todas las posibles medidas deberán ser implementadas de acuerdo a definiciones de prioridades de investigación científica y de los intereses económicos asociados al recurso pesquero de la corvina del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

## REFERENCIAS

- Acuña A Arena G Berois N Mantero G Masello A Nión H Retta S & M Rodríguez** 1998 La corvina (*Micropogonias furnieri*): ciclo biológico y pesquerías en el Río de la Plata y su frente oceánico. Pp 191-228 In: Wells & Daborn (eds) El Río de la Plata. Una Revisión ambiental. Un informe de antecedentes del Proyecto EcoPlata. Dalhousie University, Halifax
- Arena GJ & E Hertl** 1983 Aspectos referentes al ciclo reproductor de la corvina blanca (*Micropogon opercularis*) del sub-área platense. Informe Técnico INAPE (36):24 pp. Montevideo
- Arena G & M Rey** 2003 Captura Máxima Sostenible de la corvina (*Micropogonias furnieri*) explotada en el Río de la Plata y la Zona Común de Pesca (Período 1986-2002). DINARA, 39 pp. Montevideo
- Castello JP** 1986 Distribución, crecimiento y maduración sexual de la corvina juvenil (*Micropogonias furnieri*) en el estuario de la "Lagoa dos Patos", Brasil. Physis 44(106):21-36. Buenos Aires

- Chao LN** 1978 Family Sciaenidae. In: Fisher (ed) FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). 6:120 pp. Roma
- Chiesa E Pin O & P Puig** 2003 Informe técnico sobre corvina (*Micropogonias furnieri*) de la ZCPAU. DINARA, Montevideo. 10 pp. (Inédito)
- Cotrina CP & C Lasta** 1986 Estudio preliminar de la determinación de edad en la corvina (*Micropogonias furnieri*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):311-318. Montevideo
- Cousseau MB Cotrina C Cordo H & G Burgos** 1986 Análisis de los datos biológicos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) obtenidos en dos campañas del año 1983. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):319-332. Montevideo
- Figueroa DE & JMD Astarloa** 1991 Análisis de los caracteres morfológicos y merísticos de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) entre los 33°S y 40°S (Pisces, Sciaenidae). Atlántica 13:75-86. Rio Grande
- González P Puig P & E Chiesa** 1993 Descripción de la metodología del proyecto de marcación de corvina blanca *Micropogonias furnieri* y resultados preliminares. Resumen X Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Montevideo, 29-30 de noviembre de 1993):1
- Haimovici M** 1977 Idade, crescimento e aspectos gerais da biologia da corvina *Micropogon opercularis* (Quoy y Gaimard, 1824) (Pisces, Sciaenidae). Atlántica 2:21-49. Rio Grande
- Haimovici M & R Gatto** 1996 Variaciones estacionales en la estructura poblacional del efectivo pesquero de corvina blanca *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) en el extremo sur de Brasil. Atlántica 18:179-203. Rio Grande
- Haimovici M Pereira SD & PC Vieira** 1989 La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975-1985. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 5:151-163. Montevideo
- IBAMA** 1993 Relatório da III Reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre Peixes Demersais (GPE) (Itajaí, 1-5 abril 1991). Série Estudos de Pesca, Coleção Meio Ambiente IBAMA. 93 pp
- Isaac VJ** 1988 Synopsis of biological data on the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). FAO Fisheries Synopsis (150):35 pp
- Masello A Scarabino F Gamarra M & R Menafra** 2001 Estudio de contenidos estomacales y hábitos alimenticios de *Micropogonias furnieri*. Pp 149-164 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Phan ID & AEA de M Vazzoler** 1976 Serological and biochemical studies on populations of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) and *Macrodon ancylodon* (Block & Schneider, 1801) between Cabo Frio (23°S) and Chui (33°44'S), Brasil. Revue Travaillies Institut de Peches Maritimes 40(3-4):681-682
- Pin OD** 1999 Estructura poblacional, mortalidad y uso de Modelos de Producción Captura-Mortalidad en la pesquería de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 130 pp. (Inédita)
- Pin OD Chiesa E & M Gamarra** 2001 Análisis de la longitud media y la evolución de la talla de primera madurez de corvina, *Micropogonias furnieri*, basada en campañas de investigación en la ZCPAU, para el período 1988-1995. Pp 89-104 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Pin O & O Defeo** 2000 Modelos de producción captura-mortalidad para la pesquería de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) en el Río de la Plata y zona común de pesca Argentino-Uruguaya (1975-1986). Pp 31-65 In: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicado a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003 INAPE-PNUD, Montevideo
- Puig P** 1986 Análisis de contenidos estomacales de corvina rubia (*Micropogon opercularis*) (Scianidae, Perciformes) Verano 1984. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):333-340. Montevideo
- Puig P & C Mesones** 1998 Determinación y caracterización de áreas de desove de corvina. Resúmenes del XIII Simposio Científico-Técnico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Mar del Plata, 23-25 de noviembre de 1998):29
- Suzuki H Vazzoler AEA de M & VN Phan** 1983 Estudio electroforético de proteínas de musculo esquelético de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) da costa SE-S do Brasil. 1. Consideracoes técnicas. Boletim do Instituto Oceanográfico 32(2):153-165. São Paulo
- Tanji S** 1974 Estudo do conteúdo estomacal da pescada-foguete, *Macrodon ancylodon* (Bloch, 1801; Jordan, Everman y Clark, 1830) e da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823; Jordan 1884). Boletim do Instituto de Pesca 3(2):21-36. Santos
- Valentini H Servo G & L de Castro** 1991 Evolução de pesca das principais especies demersais da costa sudeste do Brasil pela frota de arrasteiros de parelha baseada em São Paulo de 1968 a 1987. Atlântica 13(1):87-96. Rio Grande
- Vazzoler AEA de M** 1963 Deslocamentos sazonais de corvina relacionados com as massas de agua. Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidad de São Paulo (Série Oceanografia Biológica) (5):1-3
- Vazzoler AEA de M** 1971 Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. Boletim do Instituto Oceanográfico 20(2):1-70. São Paulo
- Vazzoler AEA de M** 1991 Síntese de conhecimentos sobre a biologia da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. Atlântica 13(1):55-74. Rio Grande
- Vazzoler AEA de M Phan VN & WM Pardo** 1976 *Micropogon furnieri*: estudos eletroforéticos dos padrões de hemoglobina da população 1 (Cabo Frio-Torres). In: Reuniao Anual da SBPC, 18, Brasília/DF, 1976. Resumos de Ciencia e Cultura, São Paulo, Suplemento, 28(7):225.
- Vazzoler AEA de M Phan VN Demasi WM Suzuki H & V Gomes** 1985 *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823): estudo qualitativo da variação ontogenética do padrão eletroforético de proteínas gerais do cristalino. Boletim do Instituto Oceanográfico 33(2):121-137. São Paulo
- Vazzoler AEA de M & VN Phan** 1989 Padrões eletroforéticos de proteínas gerais de cristalino de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) da costa sudeste-sul do Brasil: estudo populacional. Boletim do Instituto Oceanográfico 37(1):21-28. São Paulo.
- Vazzoler G** 1975 Distribuição de fauna de peixes demersais e ecologia dos Sciaenidae da plataforma continental brasileira entre as latitudes 29° S-21° S (Torres) e 33° S-41° S (Chui). Boletim do Instituto Oceanográfico 24:85-169. São Paulo.
- Vizziano D Forni F Saona G & W Norbis** 2002 Reproduction of *Micropogonias furnieri* in a shallow temperate coastal lagoon in the southern Atlantic. Journal of Fish Biology 61:196-206
- Weiss B** 1981 Ictioplancton del estuario da Lagoa dos Patos, Brasil. Tese de Doutorado, Fundação Universitária Rio Grande, Rio Grande. 164 pp. (Inédito)

## Abundancia, capturas y medidas de manejo del recurso corvina (*Micropogonias furnieri*) en el Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (1975-2003)

OSCAR D. PIN\*, GUILLERMO ARENA, ERNESTO CHIESA & PABLO PUIG

\*opin@dinara.gub.uy



### RESUMEN

El presente trabajo revisa y detalla las medidas legales de protección y manejo del recurso corvina (*Micropogonias furnieri*) del Río de la Plata. Se utilizan como herramienta de manejo y gestión la fijación anual de la Captura Máxima Sostenible (CMS), cuotas de captura anuales, la limitación de zonas o tipos de pesca por categoría de buques y la talla mínima de desembarque (talla mínima de 32 cm). Considerando la realidad histórica registrada de las pesquerías platenses se comparan las capturas comerciales y se describen las características de las campañas de evaluación pesquera realizadas por los barcos de investigación de la DINARA (antes INAPE) entre 1975 y 2003. En base a las mismas, se evaluó la abundancia de corvina en forma de biomasa estacionales utilizando la metodología de área barrida (Sparre & Venema 1995). La administración sustentable del recurso pesquero se basa en: a) conocimiento biológico básico de la especie; b) estudio y caracterización de las variables ambientales; y c) medidas de administración y manejo pesquero, así como su aplicación en el contexto socio-cultural y económico asociado. Considerando la perspectiva de micro-escala, se discute la viabilidad del modelo de gestión y administración pesquera aplicado sobre los recursos costeros debido principalmente a los errores metodológicos de las estimaciones de biomasa estacionales como parámetro indicativo de la abundancia. Se plantea la dificultad de evaluación del impacto de la pesquería de bajo porte por parte de los sistemas administrativos existentes frente al aumento de la pesca artesanal informal. Se propone una nueva concepción de la administración de los recursos costeros. La pesquería artesanal debe ser orientada hacia un modelo de desarrollo sustentable global.

**Palabras clave:** normativa pesquera, cuota de captura, estimación de abundancia, pesquería artesanal

### INTRODUCCIÓN

La corvina (*Micropogonias furnieri*), con desembarques anuales en Uruguay del orden de 25000 a 33000 toneladas (ton), ocupa el segundo lugar después de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y es el primero de los recursos costeros, seguida por la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*).

La pesca de esta especie en Uruguay aparece men-

### ABSTRACT

The present paper reviews and details the legal management and protection measures that are applied to the croaker (*Micropogonias furnieri*) stock in the Río de la Plata. Management tools utilized include the annual establishment of the Maximum Sustainable Yield (MSY), annual capture quotas, regulation of zones and fishing type by the determination of ship categories and minimum size of capture (32 cm in croaker). In order to characterize a macroscale approximation of the fishing activity, comparison of historic and present stock abundances and captures were described through the swept area method (Sparre & Venema 1995). Croaker abundance was estimated as seasonal biomasses based on the fishing assessment campaigns carried out by DINARA's (ex INAPE) research vessel between 1975 and 2003. The sustainable administration of the fishing stock is based on: a) basic biological knowledge about the species; b) study and characterization of the environmental variables; and c) management and administration measures and their application in an economic, social and cultural context. Considering the microscale perspective, the viability of the management and administration model applied to coastal resources is discussed, mainly because of methodology biases of seasonal biomass calculation as indicative parameters for abundance estimation. Difficulties in fishery administration to estimate small size fishing vessels impact, due to the increased non-formal artisanal fishery, is discussed. A new conception of the Río de la Plata coastal resources administration is proposed. The artisanal fishery must be oriented towards a global sustainable development model.

**Key words:** fisheries law, catch quotas, abundance estimates, artisanal fishery

cionada ya en 1530 por Martín Alfonso de Souza, el cual manifestó haber efectuado grandes capturas del recurso frente a Isla Gorriti (Dpto. Maldonado).

Hacia fines del siglo XIX gran parte de los desembarques nacionales de corvina se exportaban a Buenos Aires, hasta el punto que 70% del pescado consumido en esa ciudad provenía de Uruguay (Arena 1990).

Durante el siglo XX la corvina continuó siendo explotada en forma artesanal mediante artes de enmalle o palangres y con la utilización de chalanas que varaban generalmente en la costa. Paralelamente, proliferaron las unidades de pesca al arrastre por banda o por popa (aunque fueron prohibidas entre 1914 y 1920), las cuales a partir de 1977 comenzaron a ser progresivamente sustituidas por la pesca al arrastre en pareja, de superior eficiencia (Arena 1984). Además, debido a la implementación del Plan de Desarrollo Pesquero iniciado en 1974, así como a la incorporación de los buques de altura argentinos a la captura de esta especie mediante artes de arrastre a partir de 1981 (Otero & Ibáñez 1986), los desembarques del recurso en el área se incrementaron en forma sustancial, haciendo imperativa la implementación de normas de manejo para esta especie.

Desde principios del siglo XX se habían venido adoptando medidas incipientes de administración y manejo pesquero en Uruguay; entre fines de la década del 60 y principios del 70 se establecieron dos normas jurídicas definitorias desde el punto de vista de la correcta administración de las pesquerías en Uruguay: la llamada Ley de Pesca (Nº 13.833) y el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

## **NORMATIVA LEGAL VIGENTE**

### **Ley de Pesca**

La ley Nº 13.833 de 29 de diciembre de 1969 y sus decretos interpretativos (Dec. 540/971 y Dec. 711/971), fueron normas jurídicas dirigidas a la adecuada explotación y dominio sobre las riquezas del mar. Allí se establecían nuevas competencias para el Servicio Oceanográfico y de Pesca (SOYP): se reglamentaba la concesión y cancelación de permisos de pesca y la operación de buques uruguayos o extranjeros en aguas nacionales; se fijaban los trámites de las autorizaciones a industrias pesqueras o comerciales al por mayor; las normas de contralor higiénico sanitario; el Registro General de Pesca; obligaciones y prohibiciones; trasbordo de productos en tránsito; patentes de Patrón de Pesca de Altura y Patrón de Pesca Costera, así como integración de las tripulaciones; sanciones y pago de multas, etc. (Siri *et al.* 1971; Siri & Arena 1972).

Esta normativa fue ampliada varios años más tarde por los Arts. 269 y concordantes de la Ley Nº 16.736 de 5 de enero de 1996, la cual declara de dominio y jurisdicción del Estado los recursos vivos existentes en el mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental uruguaya, como asimismo las áreas adyacentes de actual y eventual jurisdicción nacional, conforme a las leyes y convenios internacionales.

### **Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo**

Dicho Tratado se firmó el 19 de noviembre de 1973 por parte de las autoridades de la República Argentina y de la República Oriental del Uruguay, a fin de dar solución a diversos problemas pendientes sobre temas marítimos, pesqueros y de manejo ambiental entre ambos

países. En el Art. 73 de dicho Tratado se establece una Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) que abarca aguas de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de ambos países, dentro de la cual podrán operar libremente pesqueros de una y otra bandera. El Capítulo XVI PESCA, Art. 74, prevé que los volúmenes de captura por especie se distribuirán en forma equitativa, evaluada en base a criterios científicos y económicos. Según el Art. 80 se crea una Comisión Técnica Mixta del Río de la Plata y Frente Marítimo Argentino Uruguayo (CTMFM); y en el Capítulo XIX COMISIÓN TÉCNICA MIXTA, Art. 82, se establece que la citada Comisión fijará los volúmenes de captura por especie y los distribuirá entre las Partes, de conformidad a lo establecido en el Art. 74.

### **Actual legislación pesquera vinculada a la corvina**

Durante 1997 se procedió a un intenso análisis de las disposiciones jurídicas vigentes en el ámbito de la pesca, que abarcaban un cúmulo de normas difícil de manejar, a efectos de resumirlas en un único Decreto que simplificará el conocimiento y aplicación de las mismas. Se generó así el Decreto 149/997, el cual abarca todas las normas jurídicas que se consideró de interés conservar e incluye algunas nuevas o modificadas.

Se reseñan a continuación los conceptos más importantes de dicho Decreto:

El Art. 16 recoge con algunas modificaciones lo establecido por el Art. 2 del Decreto 532/990, en cuanto a clasificar la flota en tres Categorías: la Categoría A, dirigida a la captura de merluza y su fauna acompañante; la Categoría B, para la cual las especies objetivo son corvina y pescadilla, así como su fauna acompañante; y la Categoría C, dedicada a pesquerías no tradicionales, dirigidas a la obtención de especies con desembarques bajos o nulos hasta ese entonces. Asimismo, se establece la existencia precaria de un cuarto grupo, popularmente conocido como el de los buques "atípicos" pero que en realidad son los comprendidos en el Art. 13, literal b, del Decreto 532/990, los cuales podrán efectuar indistintamente pesca de altura (merluza) o costera (corvina y pescadilla), de acuerdo a sus antecedentes históricos.

En el Capítulo VII de ordenación pesquera, Art. 36, se establece que "la corvina es una especie plenamente explotada". Esto significa, según el Art. 35 del mismo Decreto, que se declara a la pesquería de dicho recurso cerrada para el ingreso de nuevas unidades de pesca, hasta que el esfuerzo de pesca disminuya por debajo del nivel al cual es posible obtener la captura total permisible (CTP), la cual será estimada sobre bases técnicas por el Instituto Nacional de Pesca (INAPE) y también acordada a nivel binacional por la CTMFM.

El Art. 39 "prohíbe el empleo de redes de arrastre de cualquier tipo a embarcaciones mayores de 10 toneladas de registro bruto (TRB)" en la franja de aguas costeras de hasta siete millas náuticas de ancho comprendida entre el meridiano que pasa por la ciudad de Colonia hasta el meridiano correspondiente al faro de Isla de Flores; y de hasta cinco millas de la costa, al E del meridiano que

pasa por el faro de Isla de Flores, hasta el límite lateral marítimo con la República Federativa del Brasil. Asimismo, en dicho Artículo se adjudica al INAPE la potestad de prohibición de pesca de arrastre en sectores determinados, con la finalidad de protección de zonas de concentración de juveniles de todas las especies costeras, incluyendo la corvina.

El Art. 40 establece que los buques pesqueros de Categoría B (que según el Art. 16 son aquellos cuyas especies objetivo son la corvina, pescadilla y fauna acompañante) deberán tener "en todos los paños de sus redes una luz de malla no inferior a los 100 mm".

El Art. 44 "prohíbe el uso de la red de playa sobre las costas de los Departamentos de Montevideo, Canelones y Maldonado", con la finalidad de que esta modalidad de pesca no perjudique significativamente los juveniles de corvina u otras especies.

El Art. 49 establece medidas mínimas para varias especies; se cita a la corvina con 32 cm de longitud total como talla mínima de desembarque y comercialización. Para este recurso se establece un porcentaje de tolerancia de 5% de ejemplares con longitudes inferiores a la establecida, sobre el peso total de descarga por viaje.

#### **Cuotas de captura**

En el ámbito del organismo binacional CTMFM, resultante del mencionado Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, se ha buscado negociar volúmenes de Captura Total Permissible, discriminadamente por país, para las principales especies. Respecto a la corvina, durante los últimos años se han alcanzado acuerdos políticos en tal sentido, sobre la base de los estudios conjuntos sobre Captura Máxima Sostenible de investigadores argentinos y uruguayos integrados en el Grupo de Trabajo "Recursos Costeros" de la citada Comisión. Así por ejemplo, para 1999 se estableció un monto de captura total apenas algo superior a las 35000 ton, de las cuales 13500 ton corresponden a la Argentina y 21623 ton al Uruguay (Resolución 3/99 de la CTMFM).

Actualmente la captura total permisible para los años 2004 y 2005 es de aproximadamente 36000 ton, de acuerdo a la resolución de la CTMFM (Resolución 2/04 CARP-CTMFM). Se prevé, en caso de que en un año dado alguno de los países exceda su cupo asignado, que el monto de captura por sobre lo establecido se restará de su cupo al año siguiente. Si por el contrario uno de los dos países no utiliza la totalidad de su cupo asignado para ese año, la diferencia restante podría negociarse para asignarla al otro miembro si éste tiene el interés y la capacidad necesaria para su extracción.

#### **CAPTURAS Y ESTIMACIONES DE ABUNDANCIA**

Desde 1975 la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA antes INAPE) comenzó a desarrollar un extenso programa de investigación sobre los recursos pesqueros en la ZCPAU. El objetivo principal de dicho esfuerzo de administración y conocimiento de los recursos demersales costeros, es la evaluación y monitoreo de

sus principales especies desde el punto de vista de su importancia comercial para las exportaciones del Uruguay. Los buques de pesca para la evaluación e investigación utilizados por la DINARA fueron sucesivamente B/I Lamatra (FAO 60) desde 1975, B/I Cruz del Sur (FAO 39) desde 1981 y B/I Aldebarán a partir de 1991.

Desde 1985 y hasta la fecha, además de las campañas de evaluación pesquera nacionales, también se realizaron campañas binacionales entre la República Argentina y la República Oriental del Uruguay, coordinadas dentro del ámbito de la CTMFM. Estas campañas tienen como objetivo la estimación de la biomasa total, la distribución espacial y batimétrica, el conocimiento de la estructura de la o las poblaciones existentes y de los parámetros poblacionales básicos para el análisis de la dinámica de poblaciones de los principales recursos demersales comerciales.

#### **Características y metodología de las campañas científicas de evaluación**

Los objetivos principales fueron: a) estimación de biomasa (según el método de Sparre & Venema 1995) y rendimiento de corvina y pescadilla, así como de otras especies de relevancia comercial; b) análisis de la estructura por talla y sexo de las poblaciones de corvina y pescadilla; c) extracción de otolitos de corvina y pescadilla para la lectura de edades; d) realización de muestreo biológico (talla, madurez sexual, contenido estomacal, parasitismo, etc.) de una submuestra de la captura; e) colecta de información oceanográfica (salinidad y temperatura) para la complementación de los estudios de carácter biológico; y f) cálculo de densidad en peso y número para las especies corvina y pescadilla, y otras de relevancia comercial.

En las campañas pesqueras evaluatorias se empleó una red de arrastre de fondo tipo "Engel" de alta apertura vertical, cuyas medidas variaron entre 53 y 61 m de relinga superior y 60 y 70 m de relinga inferior, con copo de 5 m de largo sin sobrepaño con malleros de 100 mm y un túnel de 60 y 80 mm. Se utilizaron portones con un rango de peso entre 440 y 750 Kg.

El área evaluada abarcó el Río de la Plata exterior y la ZCPAU hasta la isóbata de los 50 m de profundidad. En el total de las 30 campañas efectuadas entre primavera 1975 y primavera 2003, se realizaron 2212 lances de pesca, así como 1559 estaciones oceanográficas en las cuales se utilizaron botellas oceanográficas y CTD para obtener los parámetros físicos en la columna de agua.

En cada lance de pesca se obtuvo la fecha, posición en latitud y longitud, profundidad, apertura de red (vertical y horizontal), velocidad y tiempo de arrastre y datos de la captura en peso y número de ejemplares, discriminados por especie. En los casos que no se determinó la especie se llegó al grupo taxonómico más cercano.

En lo referente a corvina, para cada lance de pesca se tomó una muestra al azar de aproximadamente 350 ejemplares. En aquellos lances donde la captura fue menor, se muestreó la totalidad de los ejemplares. Para cada mues-

tra se determinaron la talla total (al cm inferior), el sexo y el grado de madurez sexual de cada ejemplar. En los casos de submuestra se extrajeron otolitos y estómagos de los dos primeros ejemplares de cada intervalo de 1 cm de talla total y por sexo; y luego se muestrearon uno de cada 5 ejemplares para cada intervalo de talla.

Dentro de las especies de fauna acompañante se tomaron los datos de talla total, sexo y grado de madurez sexual, de acuerdo a su importancia por abundancia y comercialización.

Mediante el procesamiento de datos se obtuvo: a) la composición de la captura diferenciada por especies; b) la distribución por talla de las especies objetivo; c) la composición por sexo y grado de madurez de las especies objetivo; d) la densidad por especie en peso y número por milla náutica cuadrada; y e) el cálculo de biomasa de las especies objetivo.

Los resultados obtenidos están sujetos a las limitaciones que presenta el método de muestreo empleado y el arte de pesca. Por lo tanto se asumió lo siguiente:

a) Los valores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) dependen únicamente de la densidad del recurso en esa área de estudio, de manera que los cambios en la CPUE reflejen los cambios en la densidad;

b) Durante la campaña de evaluación no existen migraciones detectables del recurso debido a la dimensión temporal de la campaña; y

c) La configuración del arte de pesca no tuvo cambios sustanciales en todas las unidades de pesca empleadas, considerando que se utilizaron diferentes unidades pesqueras de investigación.

Se debe considerar que debido a los efectos de la selectividad y al fenómeno de escape, los resultados de las campañas sólo se refieren a un rango determinado limitado de longitudes retenidas para cada especie.

## RESULTADOS

### Capturas totales anuales de corvina

La corvina es el recurso pesquero costero con mayores desembarques por parte de la flota industrial pesquera en el Río de la Plata y la ZCPAU. Por ser un recurso compartido con la República Argentina, se presentan las capturas anuales por país y totales (período 1975-2003) (ver Tabla 1).

Los datos de captura argentina se encuentran subestimados, porque solamente incluyen a la flota pesquera costera industrial y no poseen estadísticas sobre la flota pesquera costera artesanal (fuente de información CTMFM, contraparte argentina).

La Tabla 1 muestra un desembarque máximo de corvina de 49824 ton en 1995 entre ambos países y una captura promedio total para el período de referencia de unas 29000 ton. Cabe destacar que en los últimos 15 años existe una estabilidad en la captura total con un promedio de 33000 ton aproximadamente. La figura 1 muestra la tendencia y variaciones anuales durante el período de estudio considerado.



Figura 1. Capturas totales anuales en toneladas (ton) para Uruguay, Argentina y totales para el período 1975-2003.

Si se considera la captura promedio de corvina solamente para Uruguay en el período 1984-2003, el valor es 24497 ton. Si se consideran las capturas promedio conjuntas de Uruguay y Argentina, para el mismo período, el valor es 32888 ton.

Estas capturas reflejan la mayor abundancia de la corvina dentro de la ZCPAU en la franja costera del Río de la Plata y a lo largo de su Frente Marítimo, entre las isóbatas de 10 y 20 m. La especie forma cardúmenes que se desplazan cerca de la costa durante la primavera y el verano por razones reproductivas o alimenticias, dispersándose hacia mayores profundidades por diversas razones en otoño e invierno.

### Biomásas estacionales estimadas para la corvina

El área de estudio abarcó las zonas de mayor densidad de la especie, desde la latitud 33°30' S a la latitud 36°30' S. Las unidades pesqueras de investigación utilizadas poseían una capacidad de operación a partir de la isóbata de los 5 hasta ca. 50 m.

Las biomásas estacionales calculadas para el área citada durante el período 1975-2003, dentro de la ZCPAU, tuvieron valores comprendidos en un rango de 12000 a 198000 ton (Tabla 2).

El valor de biomasa promedio correspondiente a las primaveras de 1975, 1988, 1991-1995 y 2002-2003 es 34571 ton. El valor de biomasa promedio correspondiente a los veranos de 1976-1977, 1984-1986, 1988 y 1995 es 41281 ton.

El valor de biomasa promedio correspondiente a los otoños de 1977, 1985, 1989, 2001 es 80079 ton. Este valor probablemente se encuentra sobrestimado en comparación a las biomásas promedio de otros años, debido al alto valor correspondiente a otoño 1985. Si no se considera este último valor, la biomasa promedio correspondiente a otoño para los años restantes es 40857 ton.

El valor de biomasa promedio de los inviernos de 1976, 1983, 1985, 1999 y 2001-2002 es 32888 ton.

Durante el período de estudio la abundancia presenta algunos años con picos estacionales muy marcados, como verano 1977 con 112917 ton y otoño 1985 con 197743 ton. Este último es el máximo calculado en el período de



**Tabla 1.** Capturas totales anuales en toneladas (ton) de Uruguay y Argentina para el período 1975-1997 (Fuente: Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, CTMFM).

Año	Captura Uruguay	Captura Argentina	Captura Total	Año	Captura Uruguay	Captura Argentina	Captura Total
1975	5594	-	5594	1990	17488	5295	22783
1976	9434	-	9434	1991	26510	3803	30313
1977	11921	-	11921	1992	28271	8490	36761
1978	13980	-	13980	1993	25804	7478	33282
1979	25828	-	25828	1994	29012	11375	40387
1980	31623	-	31623	1995	29513	20311	49824
1981	25913	-	25913	1996	25745	-	25745
1982	26930	-	26930	1997	23743	-	23743
1983	24843	-	24843	1998	22253	1262	23515
1984	24246	5311	29557	1999	14650	5733	20383
1985	19324	4064	23388	2000	24145	4505	28650
1986	24393	11005	35398	2001	26023	2927	28950
1987	28173	8892	37065	2002	23192	3295	26487
1988	25915	11345	37260	2003	27554	10965	38519
1989	23993	6018	30011				

**Tabla 2.** Biomasa estacional de corvina en la ZCPAU para el período 1975-2003. \*Campañas conjuntas con el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP (Argentina). \*\*Solo se evaluó la zona del Río de la Plata.

Año	Estación	Total de Lances	Biomasa (ton)	Año	Estación	Total de Lances	Biomasa (ton)
1975	Primavera	69	41439	1992*	Primavera	102	63728
1976	Verano	73	38903	1993*	Primavera	85	27670
1976	Invierno	70	44123	1994*	Primavera	101	20011
1977	Verano	73	112917	1995*	Verano	99	21288
1977	Otoño	73	48678	1995	Primavera	67	18537
1983	Invierno	71	18208	1999*	Invierno	47	11714
1984	Verano	71	34534	1999	Primavera	78	22345
1985	Verano	74	14711	2000*	Invierno	54	24168
1985*	Otoño	70	197743	2001	Otoño	62	21199
1985*	Invierno	86	17126	2001*	Invierno	69	83664
1986	Verano	83	43305	2001**	Primavera	43	3654
1988	Verano	75	23308	2002*	Invierno	58	22496
1988*	Primavera	71	14738	2002	Primavera	58	27372
1989	Otoño	90	52695	2003*	Primavera	88	70004
1991*	Primavera	84	27645				

estudio, pero no debe descartarse que esta estimación sea errónea y afectada por algún error de muestreo. En menor proporción, pero de consideración, se encuentran las estimaciones correspondientes a invierno 2001 con 83664 ton y primavera 2003 con 70003 ton de biomasa calculada. Los valores mínimos estimados fueron verano e invierno de 1985 con 14711 y 17126 ton respectivamente y primavera 1988 con 14738 ton (Fig. 2).

La fluctuación de la abundancia estacional dentro del área investigada estaría determinada por amplias migraciones debidas a factores endógenos, como son los fenómenos fisiológicos y comportamentales relacionados con ritmos reproductivos y tróficos; así como por los factores exógenos debidos a las variables abióticas, como

son principalmente los cambios de la salinidad, la temperatura, cambios de turbidez del agua, los vientos dominantes en el área, la asequibilidad de especies presa; o inclusive por el factor humano aplicado, e.g. la presión pesquera estacional sobre los cardúmenes.

A su vez, los cambios de densidad de la población de corvina en la ZCPAU están marcados principalmente por la época de desove (primavera-verano), que normalmente tiene lugar entre los meses de octubre y febrero (Arena & Hertl 1983).

Las principales concentraciones reproductivas se localizan en dos áreas distintas: la zona de presencia de la cuña de agua salada del Río de la Plata frente a la costa de Montevideo y la zona en el Frente Marítimo

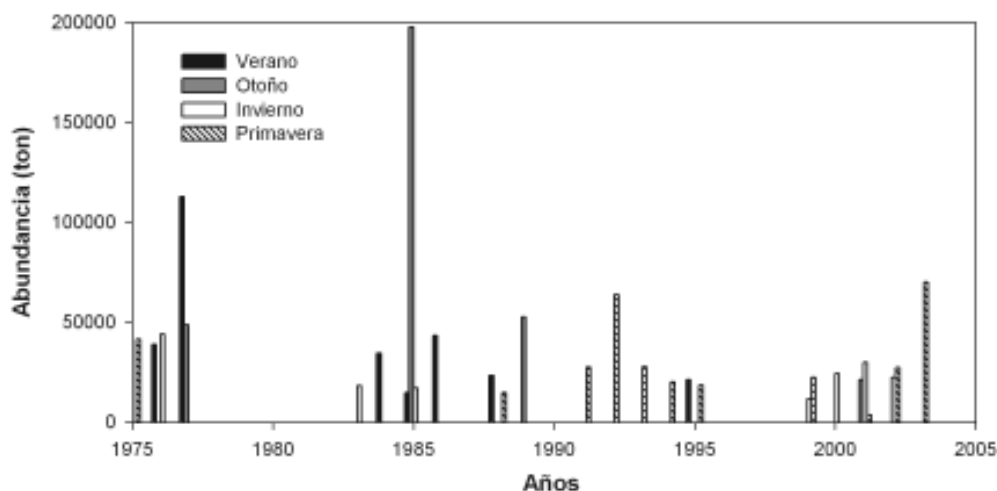


Figura 2. Abundancia estacional comparativa de corvina en la ZCPAU para el período 1975-2003.

frente a la costa de Maldonado y Rocha (Ehrhardt *et al.* 1977; Ehrhardt & Arena 1977; Arena & Hertl 1983; Vazzoler 1991; Puig & Mesones 1998).

Una vez terminada la época de desove, durante el invierno, los adultos y reclutas se distribuyen en el Río de la Plata medio e inferior, especialmente en su Frente Marítimo (Nion 1985). Existe una concentración de ejemplares de mayor tamaño y edad, posiblemente asociada a la población riograndense (Vazzoler 1991), que se encuentra en aguas más profundas en la región N del Frente Marítimo, frente a la costa de Maldonado y Rocha (Ehrhardt *et al.* 1977; Cousseau *et al.* 1986).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El manejo de la pesquería de corvina debería dejar de realizarse con un enfoque solamente mono-específico y de stock unitario, para realizarse con una orientación ecosistémica. El conocimiento ecosistémico implica esfuerzos sostenidos y a largo plazo, existiendo consenso a nivel mundial que es la vía paralograr una explotación sostenible. También existe consenso dentro de la comunidad científica de que el manejo pesquero, en particular el costero, debe abordarse desde un enfoque ecosistémico siguiendo un proceso “adaptativo” y de “aprendizaje sobre la marcha” de los modelos más tradicionales. Los modelos actuales de administración pesquera deben ser considerados como de gran potencial para ir construyendo aproximaciones para el manejo de los recursos con un enfoque más ecosistémico que “pesquero”.

Puede afirmarse que además de la investigación biológica básica sobre las poblaciones de corvina (ver Chiesa *et al.* en este volumen), las prioridades de investigación para el manejo del recurso corvina deberían ser:

a) Fomento del co-manejo, trabajo interdisciplinario y establecimiento de forma concertada, entre los diferentes grupos de interés, corporaciones para la administración de las Unidades Funcionales de Manejo (UFM). Es-

tas deberán tener normas claras de funcionamiento y prever mecanismos para la resolución de conflictos;

b) Establecimiento de medidas adecuadas para el manejo sobre la base del seguimiento de los resultados de los indicadores y de los conocimientos existentes: áreas marinas protegidas, zonas y épocas de veda, tamaños de malla, longitud mínima de captura, exigencia de desembarque de especies capturadas incidentalmente, así como un sistema adecuado de derechos de acceso a los recursos para todos los usuarios;

c) Establecimiento de un sistema de vigilancia y cumplimiento de las normativas vigentes que permita un control real para el manejo sustentable de los recursos; y

d) Implementación y profundización de la investigación biológica básica sobre los siguientes aspectos de las poblaciones de corvina estudiadas que permitirán la implementación de las medidas de manejo indicadas: crecimiento, reproducción y áreas de cría de juveniles, zonas de alimentación, distribución y abundancia de las diferentes etapas de desarrollo de la especie y su relación con los parámetros ambientales que la determinan en el área estudiada (e.g. temperatura, salinidad, productividad, variabilidad de las condiciones ambientales).

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

El recurso corvina está altamente impactado por la pesca industrial y costera de ambos márgenes del Río de la Plata, requiriendo de protección y manejo por ser el primer recurso costero y del cual viven diversas comunidades de pescadores artesanales de la costa uruguaya, así como una industria pesquera de pequeña y mediana escala asociada. El promedio de las capturas anuales conjuntas de Uruguay y Argentina, para el período 1984-2003, asciende a 32888 ton. Compárese este valor extractivo con sucesivas estimaciones de abundancia realizadas por diversos autores, utilizando modelos de producción excedente. Arena & Rey (1993) calcularon la

Captura Máxima Sostenible anual (CMS) aplicando modelos de producción excedente de Schaefer & Fox, donde obtuvieron respectivamente 38400 y 37500 ton, para el Río de la Plata y ZCPAU, considerando el período 1980-1992. Posteriormente, los mismos autores (Arena & Rey 2003) realizaron los mismos cálculos obteniendo la CMS anual según Schaefer de 39553 ton, y según Fox de 41832 ton, para la ZCPAU, considerando el período 1986-2002.

Pin (1999) y Pin & Defeo (2000) utilizando modelos de producción pesquera de Captura y Mortalidad Total ( $C-Z$ ) de Csirke & Caddy y Caddy & Defeo, calcularon una CMS anual con un valor absoluto cercano a las 44000 ton (con extremos aproximados entre 41000 y 47000 ton), para la ZCPAU, considerando el período 1985-1995. Estos autores coinciden en que el recurso corvina se encuentra en un nivel de plena explotación, aunque no se puede afirmar que se encuentra sobreexplotado. Tomando en cuenta las estimaciones anteriores se debe realizar un manejo controlado del esfuerzo pesquero, sin sobrepasar las CMS calculadas anteriormente por diferentes modelos poblacionales. Arena & Rey (2003) calculan una captura precautoria anual (CP) de 36417 ton.

Las biomásas estacionales promediales deben ser consideradas como una aproximación práctica a estimaciones de abundancia estacionales realizadas durante un período históricamente prolongado de tiempo, abarcando un período de hasta 28 años. Además, debe considerarse la validez del cálculo promedial de las biomásas debido al hecho de que el método de área barrida de Sparre & Venema (1995) asume la independencia de la unidad pesquera que realiza el lance evaluatorio muestral.

La biomasa de la especie para una estación del año debe ser tomada solamente como un índice instantáneo de la abundancia del recurso a pesar de sus errores de estimación. Los valores calculados de biomasa deben ser considerados como subestimados debido al error introducido por la capturabilidad del recurso, y por la incapacidad de la unidad pesquera evaluatoria de operar en aguas someras (menos de -5 m) para realizar los lances.

Se asumió un valor para el coeficiente de capturabilidad igual a uno ( $C=1$ ), cuando ello raramente ocurre debido a que se opera con artes de pesca de arrastre de fondo. Arena (1984) estimó para la corvina un coeficiente de capturabilidad de  $C=0.16$ , puesto que el fenómeno de espantamiento producido por el paso del buque antes de la llegada de la red es muy importante.

La segunda fuente de error es la imposibilidad que tienen los buques de investigación de operar en zonas de aguas someras (profundidades menores de 5 m) donde el recurso es particularmente abundante (Pin *et al.* 2001). Puig & Fontela (1993) y González & Chiesa (1997), coinciden en que la mayor concentración de juveniles de corvina en la costa uruguaya se encuentra entre los arroyos Tigre y Solís dentro de la faja costera de siete millas y hasta los 12 m de profundidad. En la costa argentina los juveniles de corvina con un rango de talla total entre 18 y 30 cm, se localizan fundamentalmente dentro de la

Bahía de Samborombón a profundidades menores de 5 m (Lasta 1995).

Los datos de captura total de corvina en la ZCPAU correspondientes a Uruguay y Argentina no son siempre homogéneos y contrastables para una correcta administración sustentable del recurso. Existe una fracción desconocida y de difícil estimación que se encuentra fuera de todo modelo de evaluación teórica, e.g. la existencia de flota industrial de pequeño porte (10 a 15 m de eslora) de aplicación variable a la pesca de la corvina; o bien la existencia de una fracción poblacional no considerada por falta de asequibilidad del recurso para su evaluación en aguas someras (inferiores a los 5 m de profundidad) (Chiesa *et al.* en este volumen).

Al fenómeno anterior se agrega el fenómeno de la pesca informal (unidades no registradas legalmente, pero operativas), mayor número de barcas aplicadas a labores de pesca de subsistencia o de bajo rendimiento económico, y las dificultades que los organismos de contralor poseen para recabar información real y actualizada sobre la actividad pesquera artesanal no formal existente.

Podría relacionarse este fenómeno al aumento demográfico marcado en la franja costera al W de Montevideo. Donde anteriormente existían asentamientos temporales de pocas barcas de pescadores, actualmente existen comunidades estables de cientos de familias, que entre otras fuentes de alimento y trabajo consideran a la pesca estacional de la corvina (primavera-verano y otoño) como alternativa de subsistencia. Existen estadísticas oficiales provenientes de distintos organismos, incluido la DINARA, que muestran una disparidad muy grande al momento de definir el número de barcas en la pesca de corvina y otros. Se registran ca. 200 unidades artesanales, cuando los autores estiman extraoficialmente en más del doble de chalanas pescadoras, extendidas en el amplio arco de costa que abarca el Río de la Plata y costa marítima, desde Barrancas del Kiyú, pasando por las playas de Pajas Blancas y San Luis, hacia el E hasta las playas de Maldonado y Rocha. Puig (en este volumen) determina un máximo de 235 embarcaciones costeras artesanales exclusivamente para la zona rioplatense.

Se requiere una nueva forma de administración sistémica que signifique un marco de Desarrollo Sustentable: a) investigación científica y manejo de los recursos pesqueros costeros en forma racional y sustentable; b) organismos de contralor y administración con respaldo legal adaptado a la realidad existente; c) definición, caracterización y apoyo para el desarrollo racional y coherente del entorno social y cultural asociado a la pesca artesanal costera; y d) respeto, normativa legal y aplicación de las medidas de conservación y manejo del ambiente costero estuarino del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Dentro de esta visión sistémica global se propone el mantenimiento y desarrollo de la pesquería de bajo porte de la corvina como forma de obtención de recursos económicos genuinos para cientos de familias, así como respeto por la singularidad socio-cultural del pescador artesanal costero.

## REFERENCIAS

- Arena G** 1984 Manejo del recurso corvina blanca en el Uruguay. INAPE, Informe Técnico (38):28 pp. Montevideo
- Arena G** 1990 Evaluación de la captura máxima sostenible de la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) presente en el área operativa de la flota uruguaya, mediante modelos de producción excedente. Frente Marítimo 7 (Sección A):25-35. Montevideo
- Arena G & E Hertl** 1983 Aspectos referentes al ciclo reproductor de la corvina blanca (*Micropogon opercularis*) en la Sub-área Platense. INAPE, Informe Técnico (36):24 pp. Montevideo
- Arena G & M Rey** 2003 Captura máxima sostenible de la corvina (*Micropogonias furnieri*) explotada en el Río de la Plata y la Zona Común de Pesca (período 1986-2002). DINATA, 39 pp
- Cousseau MB Cotrina C Cordo H & G Burgos** 1986 Análisis de los datos biológicos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) obtenidos en dos campañas del año 1983. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):319-332. Montevideo
- Ehrhardt NM & G Arena** 1977 Dinámica de población de la corvina blanca (*Micropogon opercularis*) en el Río de la Plata y su frente oceánico. INAPE, Informe Técnico (8):45 pp. Montevideo
- Ehrhardt NM Arena G Varela Z Abella A Sánchez E Ríos C & N de Moratorio** 1977 Evaluación preliminar de los recursos demersales en el Área Común de Pesca Argentino-Uruguaya, 1975-1976. INAPE, Informe Técnico (11):175 pp. Montevideo
- González P & E Chiesa** 1996 Juveniles de corvina (*Micropogonias furnieri* Desmarest, 1823): Análisis de las campañas de investigación llevadas a cabo por el Proyecto ECOPLATA. Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA:40
- Lasta C** 1995 La Bahía de Samborombón. Zona de Desove y Cría de Peces. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 304 pp. (Inédita)
- Nion H** 1985 Análisis de la investigación biológico-pesquera en el Uruguay. In: Evaluación y Perspectivas del Complejo Pesquero Uruguayo. CIEDUR Serie Investigación (22). 162 pp
- Otero HO & PM Ibáñez** 1986 Abundancia relativa de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Modelos de producción excedente. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1(2):341-349. Montevideo
- Pin OD** 1999 Estructura poblacional, mortalidad y uso de Modelos de Producción Captura-Mortalidad en la pesquería de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Universidad de la República. 130 pp. (Inédita)
- Pin O & O Defeo** 2000 Modelos de producción captura -mortalidad para la pesquería de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) en el Río de la Plata y zona común de pesca Argentino-Uruguaya (1975-1986). Pp 31-65 In: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicado a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003 INAPE-PNUD, Montevideo
- Pin OD Chiesa E & M Gamarra** 2001 Análisis de la longitud media y la evolución de la talla de primera madurez de corvina, *Micropogonias furnieri*, basada en campañas de investigación en la ZCPAU, para el período 1988-1995. Pp 89-104 In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo
- Puig P & F Fontenla** 1993 Análisis de rendimientos y distribución por longitud de corvina *Micropogonias furnieri* y de pescadilla de red *Macrondon ancylodon* en la zona costera uruguaya entre Punta Tigre y Punta Piedras de Afilar. Resúmenes del X Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Montevideo):5
- Puig P & C Mesones** 1998 Áreas de desove de corvina *Micropogonias furnieri* relacionadas con la estratificación de las aguas del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Resúmenes del XIII Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Mar del Plata, 23-25 de noviembre de 1998):29
- Siri M G Arena & A Decuadra** 1971 Relevamiento de la abundancia anual de las especies de peces marinos en el Río de la Plata a través de los desembarques y del esfuerzo de unidades de pesca con artes de puertas (1965-69). CARPAS/5/71, Doc. Téc. 33: 44 pp
- Siri M & G Arena** 1972 Estimación de la abundancia de los recursos pesqueros ante los artes de arrastre de puertas en el Río de la Plata y su frente oceánico (1947-56), 1ª Parte. SOYP, Doc. Téc. 1:55 pp. Montevideo
- Sparre P & SC Venema** 1995 Introducción a la Evaluación de los Recursos Pesqueros Tropicales. Parte 1. Manual FAO Documento Técnico de Pesca, N° 306/1. Rev. 1. Valparaiso, 420 p.
- Vazzoler AEA de M** 1991 Síntese de conhecimentos sobre la biología de corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. Atlântica 13(1): 55-74. Rio Grande

## Herpetofauna de la costa uruguaya

RAÚL MANEYRO\* & SANTIAGO CARREIRA

\*rmaneyro@fcien.edu.uy



### RESUMEN

El conocimiento de la composición de las comunidades silvestres es una herramienta fundamental en la planificación de estrategias de conservación y desarrollo. La historia de la Herpetología en Uruguay es relativamente reciente, y los primeros trabajos surgen a mediados del siglo XIX tras la visita de ilustres naturalistas europeos. Los trabajos nacionales en esta temática comienzan con la obra de D. A. Larrañaga, se consolidan a partir de 1925 (G. J. Devincenzi) y se tornan en una producción relevante a partir de la década del 50. En tiempos recientes se han desarrollado trabajos de prospección herpetológica en diversas regiones de Uruguay, que sientan las bases de referencia en dos temáticas fundamentales, el conocimiento de la situación actual y distribución de las especies (trabajos extensos), y otros de síntesis que permiten detectar los vacíos en la información. La costa de Uruguay alberga una rica fauna de anfibios y reptiles, la que en general está asociada a cuerpos de agua dulce. Entre los representantes de la fauna herpetológica de los ambientes psamófilos se destacan *Liolaemus wiegmanni*, *Lystrophis dorbignyi* y *Melanophryniscus montevidensis*. Asociadas a las lagunas costeras y bañados adyacentes se observan especies como *Philodryas aestiva* y *Liophis miliaris semiaureus*, así como anfibios de la familia Hylidae (*Hypsiboas pulchellus*, *Scinax squalirostris* y *Pseudis minuta*), Leptodactylidae (*Leptodactylus ocellatus*, *Odontophrynus americanus*) y Bufonidae (*Chaunus arenarum*, *Chaunus gr. granulosus*). En estos ecosistemas existen también dos especies particularmente interesantes desde el punto de vista de la conservación: *Argenteohyla siemersi* y *Ceratophrys ornata*.

**Palabras clave:** anfibios, reptiles, herpetología, conservación, historia

### ABSTRACT

The knowledge about the composition of wild communities is a basic tool in the planning of conservation and development strategies. The history of Herpetology in Uruguay is relatively young and the first works were published in the mid XIX Century, after the visit of famous European naturalists. The first Uruguayan studies on this subject start with the works of D.A. Larrañaga, consolidating by 1925 (G.J. Devincenzi) and becoming a relevant production after 1950. Recently, herpetological research has developed in many regions of Uruguay. These actions provide the basis for future works in two basic directions: the knowledge of the current status and distribution of the species (extensive works) and the synopsis works that summarize information and allow the detection of information gaps. The Uruguayan coast hosts a rich fauna of amphibians and reptiles, which is commonly associated to fresh water bodies. Among the herpetological taxa inhabiting psamophilic environments, the following stand out *Liolaemus wiegmanni*, *Lystrophis dorbignyi* and *Melanophryniscus montevidensis*. Amphibians belonging to the family Hylidae (*Hypsiboas pulchellus*, *Scinax squalirostris* and *Pseudis minuta*), Leptodactylidae (*Leptodactylus ocellatus*, *Odontophrynus americanus*) and Bufonidae (*Chaunus arenarum*, *Chaunus gr. granulosus*) can be observed associated to coastal lagoons and adjacent wetlands. In these ecosystems there are two species particularly interesting from a conservation stand point: *Argenteohyla siemersi* and *Ceratophrys ornata*.

**Key words:** amphibians, reptiles, herpetology, conservation, history

### INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la composición de las comunidades silvestres es una herramienta fundamental no sólo para enriquecer el patrimonio cultural de los pueblos sino también para planificar estrategias de conservación y desarrollo.

Cuando se habla de vertebrados asociados a la costa uruguaya, difícilmente se tenga en mente a las especies de anfibios o reptiles, ya que no son organismos de tanta visibilidad como otros grupos zoológicos (e.g. aves o mamíferos). Esto se debe a diversos factores, entre ellos los hábitos secretivos de la mayoría de las especies

(muchas de ellas nocturnas) así como a que en gran parte del año se encuentran inactivas. Por otra parte, todas las especies de anfibios y la mayoría de los reptiles son organismos ecológica y fisiológicamente limitados a vivir en las cercanías de cuerpos de agua dulce. Sin embargo, la fauna de anfibios y reptiles de la costa uruguaya es rica y heterogénea. El objetivo de este artículo es mostrar esa riqueza a través de un análisis bibliográfico y de datos provenientes de colecciones científicas, así como realizar un resumen de la historia de la herpetología de Uruguay.

## DESARROLLO HISTÓRICO DE LA HERPETOLOGÍA EN URUGUAY

Las primeras informaciones sobre la historia natural de las especies de anfibios y reptiles que habitan el territorio uruguayo datan del siglo XIX, siendo uno de los precursores el sacerdote y naturalista Dámaso Antonio Larrañaga quien dejó constancia a través de sus dibujos y notas de campo de los primeros ejemplares de batracios uruguayos descritos en la literatura (*Pseudis minuta*, *Hypsiboas pulchellus*, *Limnomedusa macroglossa*, Fig. 1), así como varias especies de reptiles (*Clelia rustica*, *Liophis anomalus*, *Teius oculatus*, *Tupinambis merianae* y *Philodryas aestiva*, Fig. 2, entre otros) (Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay 1930). A mediados del siglo XIX el país recibe la visita de ilustres naturalistas europeos, entre los que se destacan A. d'Orbigny y C. Darwin. Sobre fines del siglo XIX se publicaron algunas recopilaciones, como las de Günther (1859), Burmeister (1861), Cope (1862), Hensel (1867), Jiménez de la Espada (1875) y Boulenger (1885). Las últimas menciones a anfibios de Uruguay en el siglo XIX corresponden a Berg (1896). Todos estos autores se ocuparon de clasificar las distintas especies y de recopilar información de índole descriptiva. A mediados del siglo XIX, se publica el primer trabajo donde se describe una especie a partir de ejemplares colectados en localidades uruguayas; se trata de *Pleurodema bibroni* (Tschudi 1838), una especie descrita en base a especímenes colectados en "Monte-Video". La lista de especies descrita en base a material procedente de Uruguay se ve enriquecida luego de la publicación de la "Erpétologie Générale ou Histoire naturelle complète des reptiles" (Duméril & Bibron 1841), donde se describen *Chauanus dorbignyi* (Fig. 3), *H. pulchellus*, *Leptodactylus gracilis* y *L. macroglossa* (todas ellas a partir de material procedente de Montevideo). En el trabajo de Günther (1859) se describe *P. minuta*, también en base a especímenes del S del país y en la obra de Jiménez de la Espada (1875) es descrita *Leptodactylus latinasus*, con ejemplares colectados en Montevideo. Una exhaustiva revisión histórica puede verse en Klappenbach & Langone (1992).

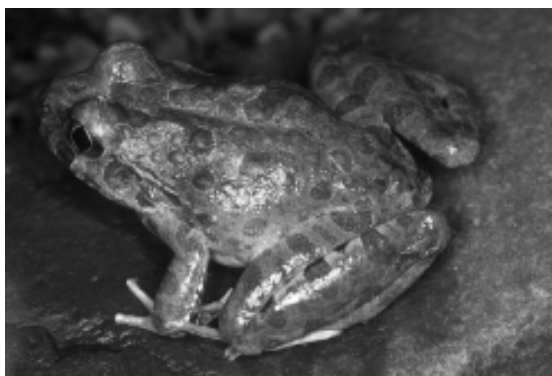


Figura 1. La rana de las piedras (*Limnomedusa macroglossa*), una especie de frecuente hallazgo en regiones serranas (Foto: Laura Watson).

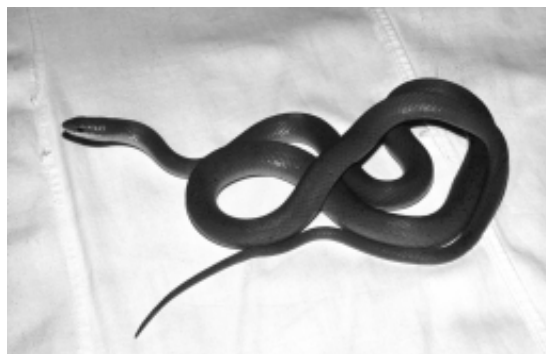


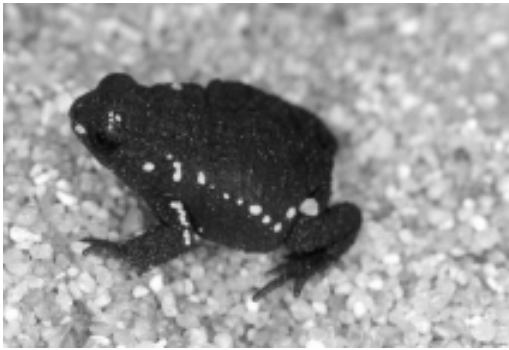
Figura 2. Culebra verde esmeralda (*Philodryas aestiva*), especie arborícola que habita en todo el territorio uruguayo (Foto: Raúl Maneyro).



Figura 3. Una de las dos especies de sapitos de jardín, presentes en Uruguay (*Chauanus dorbignyi*) (Foto: Marcelo Casacuberta).

En cuanto a los reptiles, existen trabajos destacables que involucran la descripción de especies existentes en Uruguay como el ya citado "Erpétologie générale ou Histoire naturelle complète des reptiles" de Duméril, Bibron & Duméril una obra compuesta por nueve volúmenes que se extendió desde 1834 hasta 1854. En la misma se describen diversas especies como *Lystrophis dorbignyi*, *Oxyrhopus rhombifer rhombifer*, *P. aestiva* y *Phalotris lemniscatus* entre otras. Muy destacables también son los trabajos durante el siglo XIX de Boulenger, Cope, Günther, Wagler, Jan & Sordelli y Wiegmann, en particular las extensas obras de Boulenger (1885-1887; 1893-1896). Los mencionados autores describen géneros y especies, algunos de ellos con localidades típicas de Uruguay, como *Amphisbaena darwinii darwinii* y *Cnemidophorus lacertoides* (ambas de Duméril & Bibron 1839 -Localidad típica: Montevideo, Uruguay), *Psomophis obtusus* (Cope 1864-Localidad típica: "Paysondu, Uruguay") e *Hydromedusa tectifera* (Cope 1869-Localidad típica: Uruguay "Monte Video"). Mayores detalles sobre las obras de estos autores en relación a las referencias sobre la fauna de reptiles de Uruguay pueden consultarse en Carreira *et al.* (2005).

En la primera mitad del siglo XX es descrito *Melanophryniscus montevidensis* (Philippi 1902) (Fig. 4) y años más tarde se describen dos nuevas especies a partir



**Figura 4.** Entre los anuros que habitan la costa uruguaya, uno de los más conocidos es el sapito de Darwin (*Melanophryniscus montevidensis*), una especie cuya área de ocupación ha disminuído drásticamente en los últimos años (Foto: Laura Watson).

de especímenes colectados en localidades uruguayas. Es el caso de *Dendropsophus sanborni* y *Scinax uruguayus*, a partir de animales provenientes de San Carlos (Dpto. Maldonado) y Quebrada de los Cuervos (Dpto. Treinta y Tres), respectivamente (Schmidt 1944). Siendo director del Museo Nacional de Historia Natural, Garibaldi J. Devincenzi (1925) publica el primer trabajo de referencia sobre los reptiles de Uruguay. Posteriormente publica "Serpenti dell'Uruguay" y "Ofidios del Uruguay" (Devincenzi 1939). Este último trabajo de divulgación trata diversos aspectos como morfología, especies con particular énfasis en las peligrosas para el hombre, identificación, ofidismo y aspectos folklóricos. En 1948, J. L. Badano Repetto publica "Ofidismo en el Uruguay" y un año más tarde Alipio Ferreira publica otro trabajo con idéntico nombre, los que tratan sobre el problema del ofidismo con menciones sobre las especies peligrosas y otras (Ferreira 1949). El primero de los trabajos citados se reeditó en dos oportunidades (Badano Repetto 1950; Badano Repetto & Badano Carbajal 1965). En 1965 surge otro trabajo relacionado a la misma temática, "Zooparásitos y Animales Ponzosñosos" de J. C. Varela, en donde se dedican algunas páginas al problema de ofidismo y las especies peligrosas para el hombre presentes en Uruguay (Varela 1965). Otras publicaciones destacables sobre los reptiles de Uruguay son los trabajos de Braulio Orejas-Miranda (Orejas-Miranda 1959; 1961; 1966) entre otros. En esos años, también comienzan a ver la luz trabajos con menciones a la ecología de las especies de Uruguay. Legrand (1959) constituye el primer artículo exhaustivo sobre una comunidad costera. Finalmente, es importante mencionar el trabajo "Notas sobre reptiles del Uruguay" (Vaz-Ferreira & Sierra de Soriano 1960), de gran relevancia.

Algunos años más tarde se publican las primeras referencias a estudios comportamentales (Vaz-Ferreira & Gerhau 1975) y poco después surgen artículos en ecología funcional de comunidades herpetológicas (Gudynas 1985; Gudynas & Rudolf 1987). En estos trabajos los autores describen los ambientes ocupados por las especies, y esbozan hipótesis acerca del reparto de recursos en las comunidades estudiadas.

Gran parte de la información disponible sobre la historia natural de las especies de Uruguay proviene de trabajos que abordan aspectos ecológicos o comportamentales de forma descriptiva como de Sá & Gerhau (1983) y Langone (1993) o Gudynas & Gerhau (1981) sobre la historia natural de *Phyllomedusa iheringii* (Fig. 5) y *L. macroglossa* (Fig. 1), respectivamente; Prigioni & Garrido (1989) y Alonzo *et al.* (2002) acerca de la reproducción de *M. montevidensis* (Fig. 4); o Vaz-Ferreira *et al.* (1995), donde reportan canibalismo en *Leptodactylus ocellatus*.



**Figura 5.** La rana monito (*Phyllomedusa iheringii*) es una de las especies uruguayas que exhibe un comportamiento reproductor muy elaborado, el que incluye, entre otras etapas, la construcción de un "nido" de hojas (Foto: Mariana Beheregaray).

Los trabajos de recopilación acerca de la riqueza de especies de Uruguay, así como sus características morfológicas, funcionales y ecológicas son escasos. Uno de los primeros libros de divulgación que recopila y resume toda la información sobre herpetofauna del país es el de Klappenbach & Orejas-Miranda (1969). Luego se publican algunas listas de vertebrados como las de Langguth (1976), de Sá (1986) y Achaval (1989).

Una de las referencias paradigmáticas en el desarrollo histórico de la herpetología de Uruguay la constituye la lista sistemática de anfibios publicada por Klappenbach & Langone (1992), donde además de la sinonimia completa de las especies se reportan datos de distribución geográfica e historia natural. Luego de la misma varios trabajos referentes a especies de anfibios de Uruguay han sido publicados. Estos trabajos abordaron principalmente aspectos morfológicos (Lavilla & Langone 1995; Larson *et al.* 1998; Lavilla & de Sá 1999; Larson *et al.* 2003), paleontológicos (Rinderknecht 1998), evolutivos (de Sá & Lavilla 1997) y/o descriptivos (Langone & Cardoso 1997; Prigioni & García Sanchez 2002; Kolenc *et al.* 2003). Entre las publicaciones de revisión se destacan de Lavilla & Cei (2001) y las fichas del Catalogue of American Amphibians and Reptiles, entre las cuales se publicaron las de varias especies presentes en Uruguay: *Chthonherpeton indistinctum* (Gudynas & Williams 1992), *Hypsiboas albopunctatus* (de Sá 1995) y *Leptodactylus mystacinus* (Heyer *et al.* 2003).

A nivel nacional, merece especial atención la serie "Relevamientos de Biodiversidad", donde se publicaron listas comentadas de la fauna de anfibios y/o reptiles de Paso Baltasar (González *et al.* 1998), Laguna de Castillos (Gambarotta 1999), Aguas Corrientes (Langone 1999) y Aguas Dulces (González & Gambarotta 2001).

Por otra parte, y también en tiempos recientes, se han desarrollado trabajos de prospección herpetológica en diversas regiones del territorio con reportes de nuevas especies para el país (Achaval & Meneghel 1996; Meneghel & Achaval 1997; Olmos *et al.* 1997; Arrieta & Maneyro 1999; Franco *et al.* 2000; Canavero *et al.* 2001; Kwet *et al.* 2002; Carreira *et al.* 2004), así como una sistematización de la información depositada en colecciones. Como consecuencia de estas acciones se han cristalizado dos grupos de resultados fundamentales. En primer lugar, la reciente publicación de artículos que contienen gran volumen de información sobre la distribución geográfica de la herpetofauna uruguaya (Achaval 2001; Nuñez *et al.* 2004) y en forma complementaria, del estado de conservación de las especies (Maneyro & Langone 2001; Morales & Carreira 2001; Carreira 2004). En segundo lugar, estos trabajos de síntesis, permitieron detectar la existencia de vacíos de información, en determinadas regiones y dentro de algunos grupos de organismos, lo que constituye un insumo fundamental para planificar y direccionar los recursos y esfuerzos de investigación.

A la obra de Klappenbach & Langone (1992) siguió un trabajo de divulgación con gran rigor científico, donde se hace una puesta al día de toda la información conocida de sistemática y biología de los anuros de Uruguay (Langone 1995). Por otro lado, Achaval & Olmos (1997), publican la primera guía de "Anfibios y Reptiles del Uruguay", trabajo de divulgación que permite dar a conocer en el medio local información básica, sobre todas las especies registradas hasta el momento. Esta guía fue reeditada recientemente (Achaval & Olmos 2003) y en el mismo año se publica la última lista de anfibios de Uruguay, conteniendo 42 especies (Langone 2003). En la actualidad, con la reciente descripción de *Chaunus achavali* (Maneyro *et al.* 2004a), el listado de anfibios está constituido por 43 taxa y según la última lista de reptiles (Achaval 2001), habitan en Uruguay 62 especies, pero la inclusión de nuevos taxa para el país (Franco *et al.* 2000; Carreira *et al.* 2004; Carreira & Achaval en prensa; Carreira *et al.* en prensa) extienden este número a 66 especies.

#### La costa como área de estudio

Desde la publicación del artículo de Legrand (1959) acerca de las comunidades psamófilas, diversos autores se han ocupado de describir patrones y procesos que involucran comunidades costeras. Entre estos se destaca el trabajo de Prigioni & Langone (1984), donde se enumera la fauna de anfibios de los Bañados de Carrasco (Montevideo y Canelones). Estos autores, luego del análisis de las colecciones, concluyen que la mitad de las especies citadas para Uruguay habitan o habitaron la zona y fundamentan la importancia de la preservación

de esa área por tratarse, en la época, de uno de los relictos más prístinos del Dpto. de Montevideo.

El ensamble herpetológico de la localidad de Solymer fue estudiado por Gudynas (1985). Este autor centró su trabajo en aspectos descriptivos de los ensamblajes de diferentes ambientes y analizó la incidencia de la actividad humana. Concluye que algunas actividades como la forestación de las dunas con especies exóticas ha provocado impactos significativos sobre los herpetozoos.

Otra área costera cuya comunidad herpetológica fue estudiada es la zona de Pajas Blancas (Montevideo). Gudynas & Rudolf (1987) publicaron una lista sistemática de anfibios y reptiles de esa localidad con comentarios sobre la historia natural de las especies. La lista de anfibios es muy similar a la de Prigioni & Langone (1984), siendo las divergencias entre ambas la ausencia en esta zona de *L. mystacinus* y *P. bibroni*, y la presencia de *D. sanborni* y *L. macroglossa*. Merece especial destaque la enumeración de biotopos que estos autores realizan dentro del área de estudio, así como las asociaciones propuestas entre las especies a través del análisis de características ecológicas (variables reproductivas, patrones de actividad, uso de hábitat), ya que se trata de los primeros trabajos donde se analizan los patrones de coexistencia en los ensamblajes herpetológicos del país.

Con el advenimiento de un interés creciente sobre el área de los Humedales del Este, surgen algunos proyectos, entre cuyos objetivos se encuentra la descripción cualitativa de la biota de esa región. En particular, se hacen esfuerzos de prospección en el área protegida de Potrerillo de Santa Teresa (Rocha), con resultados que se plasman en materiales de divulgación como forma de responder a la demanda de los potenciales visitantes del área (Forri *et al.* 1995). En este contexto, se publica un trabajo con un perfil marcadamente monográfico acerca de la fauna de anfibios del Dpto. de Rocha donde se propone una segregación de los anfibios en las grandes unidades de paisaje (Maneyro *et al.* 1995). Se destaca que como consecuencia de la carencia de información sobre la biota uruguaya, en las publicaciones mencionadas se toman elementos aportados por autores extranjeros que trabajaron en especies presentes en Uruguay, pero con amplia distribución geográfica (e.g. Gallardo 1964; 1972; 1976; 1987; 1993; Barrio 1965a; 1965b; 1966; Cei 1980; 1987; Basso 1990).

En el Dpto. de Rocha se encuentra la localidad costera de Aguas Dulces. A pesar de constituir un balneario con alto grado de urbanización, un relevamiento de la fauna de anfibios, reveló que se trata de una de las áreas de Uruguay con mayor riqueza de especies conocida (González & Gambarotta 2001).

Recientemente, se ha generado información original sobre especies que habitan en la costa uruguaya a partir de trabajos que abordan aspectos ecológicos, morfológicos y comportamentales; e.g. pueden citarse los trabajos realizados en el Balneario Solís (Maldonado), entre los que se encuentran trabajos en ecología trófica (da Rosa *et al.* 2002; Maneyro *et al.* 2004b), ecofisiología (Naya *et al.* 2002; 2003) y reproducción (Camargo *et al.* 2005).



## COMPOSICIÓN DE LOS ENSAMBLES

La costa de Uruguay contiene una rica fauna de anfibios y reptiles, la que en general está asociada a pequeños cuerpos de agua dulce. En el caso de los anfibios esto se hace evidente por su etapa larvaria acuática. A los efectos de detallar la composición de la fauna de la costa, se agrupan los taxa presentes de acuerdo a los ambientes en los que son más frecuentes. La asignación de una especie a determinado ambiente, no implica la exclusión de otros, ya que existen organismos con gran amplitud en lo referente al uso del hábitat.

### La fauna marina

Las únicas especies de reptiles marinos que llegan a la costa uruguaya son las tortugas de las familias Cheloniidae Gray 1825 y Dermochelyidae Wieland 1902. La familia Cheloniidae se compone de cinco géneros (*Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys*, *Natator*) con siete especies reconocidas. Dentro de esta familia se encuentran todas las especies de tortugas marinas vivientes, con la excepción de *Dermochelys coriacea*, la cual es el único representante actual de la familia Dermochelyidae. Las tortugas marinas se extienden por todo el globo, principalmente en zonas tropicales y subtropicales. La costa uruguaya es únicamente zona de alimentación y desarrollo para las cuatro especies registradas.

En Uruguay existen tres especies pertenecientes a la familia Cheloniidae y una especie de la familia Dermochelyidae. La Tortuga Falsa Carey o Cabezona (*Caretta caretta*) ha sido registrada en los departamentos de Rocha, Maldonado y Montevideo. La alimentación se compone de medusas, moluscos, crustáceos y peces (Márquez 1990; Cei 1993; Estrades & Achaval 2003; Carreira *et al.* 2005).

La especie más frecuente de la costa uruguaya es la Tortuga Verde (*Chelonia mydas*), de la cual se observan mayoritariamente juveniles de aproximadamente 50 cm de longitud (los adultos llegan hasta 1.4 m). La dieta presenta una marcada diferenciación durante el desarrollo de los individuos, ya que los ejemplares de menos de un año de edad ingieren medusas, tunicados e incluso anémonas, mientras que los ejemplares mayores consumen únicamente vegetales (Pritchard 1979; Márquez 1990; Carreira *et al.* 2005).

La especie con menos registros en el territorio nacional es la Tortuga Olivácea (*Lepidochelys olivacea*). Los adultos no superan el metro de longitud y se alimentan de peces, calamares, camarones, caracoles, medusas y cangrejos (Pritchard 1979; Márquez 1990; Cei 1993; Estrades & Achaval 2003; Carreira *et al.* 2005).

En la familia Dermochelyidae, y como único representante se encuentra la Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*). Es la especie de tortuga marina más grande del mundo, llegando a medir hasta 2.5 m de carapacho en longitud curva y a pesar cerca de una tonelada. Es inconfundible del resto de las especies debido a que el carapacho es completamente liso (sin placas visibles), con un aspecto general que recuerda a una superficie de goma. Es una

especie de dieta especializada, consumiendo casi exclusivamente medusas. Se ha observado con frecuencia la ingesta de residuos plásticos que le conducen a la muerte, los cuales confunden posiblemente con medusas (Donoso-Barros 1966; Pritchard 1979; Márquez 1990; Cei 1993; Carreira *et al.* 2005).

Todas las especies de tortugas marinas se encuentran amenazadas, y debido a sus características, tanto los estudios de investigación como los aspectos relacionados a la conservación dependen de acciones conjuntas regionales. El estatus de conservación según la Unión Mundial para la Naturaleza-UICN (IUCN 2004) es "En Peligro" para *C. caretta*, *L. olivacea* y *C. mydas*, y Críticamente Amenazada para *D. coriacea*.

Debido a la amplia distribución de estos taxa, y a las notables distancias que pueden recorrer, es crucial una acción conjunta global para garantizar su conservación. La integración de los diferentes países en cuanto a políticas de acción conjunta, parece ser la única vía posible para obtener resultados favorables en conservación. Actualmente, Uruguay, Brasil y Argentina, llevan adelante acciones coordinadas a través de diferentes organizaciones con la intención de intercambiar información, desarrollar actividades de investigación y obtener de ese modo mejores resultados hacia la conservación de estas especies. En Uruguay, la ONG Karumbé y la Facultad de Ciencias (Universidad de la República), son los referentes en esta temática.

### Ambientes psamófilos

En el presente trabajo son considerados ambientes psamófilos todos aquellos que incluyen arenales, particularmente los de la costa atlántica y del Río de la Plata (Maneyro *et al.* 1995).

Los ambientes psamófilos de la costa uruguaya, presentan una fauna muy particular, donde uno de los recursos limitantes para el establecimiento de poblaciones de anfibios parecen ser los cuerpos de agua. La presencia de charcos o cañadas da lugar a distribuciones fuertemente agregadas, lo cual también se refleja en otros grupos zoológicos, como los ofidios, que utilizan mayoritariamente como fuente principal de alimento a los anfibios y sus larvas.

Entre los saurios más característicos de la faja costera de Uruguay, se encuentra la Lagartija de la Arena (*Liolaemus wiegmannii*). Se trata de una especie que no supera los 6 cm de longitud (cabeza-cloaca) (Fig. 6). Es una especie de hábito diurno, que se desplaza con gran agilidad. Cuando se encuentra amenazada puede enterrarse rápidamente en la arena, o bien realizar despliegues defensivos que consisten principalmente en elevar el cuerpo mediante la extensión de las extremidades y mantener la boca abierta. Las hembras depositan dos huevos que entierran a escasa profundidad. Las poblaciones que habitaban la mayor parte del Dpto. de Montevideo se han retraído y actualmente ya no se observan ejemplares en barrios como Malvín y Buceo, en donde eran frecuentes hace 15 años (aún se pueden encontrar ejemplares en



**Figura 6.** En los ambientes psamófilos es frecuente la Lagartija de la Arena (*Liolaemus wiegmannii*), una especie insectívora y diurna. (Foto: Federico Achaval).

Punta Gorda y Carrasco, Carreira obs. pers.). En la zona de la Ciudad de la Costa (Dpto. Canelones) su extensa distribución se encuentra fragmentada, ya que en algunas áreas más urbanizadas no se observa localmente, mientras que en otras áreas más agrestes es muy abundante. Estas observaciones permiten comprender que la destrucción del ambiente es uno de los factores clave, ya que esta especie parece no lograr adaptarse bien a zonas de "alto tránsito". En las dunas, se ubican normalmente en la cara opuesta al agua, siempre en la zona con pendiente (Carreira obs. pers.). Se alimentan de artrópodos utilizando la estrategia de permanecer en el lugar ("sit-and-wait") (Gudynas & Skuk 1982; Carreira *et al.* 2005).

Un ofidio característico de estos ambientes arenosos es la Falsa Crucera de Hocico Respingado (*L. dorbignyi*). Se trata de una especie de tamaño medio que no supera normalmente los 60 cm de longitud total. Presenta la escama rostral prominente, que le brinda el aspecto de "hocico respingado" u "hocico de cerdo", la cual utiliza para excavar en terrenos arenosos. Cuando se encuentra amenazada adopta una postura defensiva que recuerda a las especies del género *Bothrops* (Yarará, Crucera, Fig. 7), así como al despliegue defensivo que adopta la Coral (*Micrurus altirostris*), enrollando el cuerpo, escondiendo la cabeza bajo una porción del mismo, elevando la cola y enrollando el extremo de la misma, dejando ver la coloración roja y negra del vientre. Debido a estos despliegues se la conoce vulgarmente como "Falsa Coral" o "Falsa Crucera". Es fundamentalmente batracófaga (se alimenta de batracios), aunque ingiere también pequeños saurios. La cópula se realiza durante el mes de setiembre, y deposita hasta catorce huevos (diciembre) (Achaval & Olmos 1997; Carreira 2002; Carreira *et al.* 2005). Es una de las especies más frecuentes en la zona costera y muy abundante en todo el territorio.

La Falsa Coral (*O. rhombifer rhombifer*) es también muy frecuente en esta zona. Se trata de un ofidio que no supera normalmente los 90 cm. Se alimenta fundamentalmente de reptiles y puede llegar a consumir huevos de saurios. Depositán hasta 15 huevos en los meses de diciembre o enero (Achaval & Olmos 1997; Carreira 2002; Carreira *et al.* 2005).



**Figura 7.** Una de las especies ponzoñosas que causa accidentes ofídicos en Uruguay es la Víbora de la Cruz o Crucera (*Bothrops alternatus*) (Foto: Santiago Carreira).

Uno de los anfibios más representativos de la costa uruguaya es el sapito de Darwin (*M. montevidensis*, Fig. 4). Se trata de una especie casi endémica de Uruguay ya que sólo se conoce un registro fuera de fronteras (Tedros *et al.* 2001). Se reproduce en charcos semipermanentes o pequeños cursos de agua, interiores a las dunas (Alonzo *et al.* 2002). Esta especie se ha considerado como amenazada, designándose como probable causa el aumento de la urbanización (Langone 1995; Maneyro & Langone 2001). En el recientemente difundido Global Amphibian Assesment, es considerada como una especie amenazada, debido a la reducción del tamaño de sus poblaciones, así como por la disminución en la distribución geográfica de la especie (IUCN 2004).

En ocasiones esporádicas ha sido registrada la presencia de la ranita de Bibron (*P. bibroni*). Se trata de un anfibio perteneciente a la familia Leptodactylidae, que se distingue de todas las especies de la fauna uruguaya por la presencia de un par de glándulas prominentes, de posición lumbar. Dichas glándulas son utilizadas durante comportamientos defensivos, consistentes en exhibir la parte posterior al potencial agresor, al tiempo que la expansión de los flancos del cuerpo provoca la protrusión exagerada de las mismas, dando a todo el animal el aspecto de una cabeza con ojos de gran tamaño (Langone 1995).

Una especie de frecuente en ambientes psamófilos es el sapo común (*Chaunus arenarum*). Es un anfibio de gran tamaño (pueden superar los 10 cm de longitud), que a diferencia de *M. montevidensis* exhibe amplia distribución, al tiempo que su presencia se hace evidente durante la época reproductiva (principalmente primavera y verano), a causa de la conspicua vocalización nupcial. La reproducción de esta especie ocurre en charcos de escaso porte así como en cuerpos de agua artificiales como tajamares, piscinas o fuentes (Langone 1995). Cada pareja deposita miles de huevos y las larvas requieren alrededor de un mes para culminar la metamorfosis (Maneyro *et al.* 1995). Se adapta bien a ecosistemas antropizados, y puede utilizar recursos que están vedados a otras especies de anfibios (como la posibilidad de alimentarse en la resaca marina, Achaval & Olmos 2003).

### Humedales costeros

Dentro de estos ambientes son consideradas las lagunas costeras así como los bañados adyacentes. La mayoría de estas lagunas son salobres (lagunas de Rocha y Garzón), pero todas tienen tributarios fluviales que generan gradientes de salinidad.

En estos ambientes es muy frecuente la presencia de la Culebra Verde Esmeralda (*P. aestiva*) (Fig. 2). La alimentación es amplia, ingiriendo principalmente roedores y saurios. También es típica la presencia de la Culebra Parda de Agua (*Liophis miliaris semiaureus*). Esta especie presenta hábitos acuáticos (tanto en agua dulce como salobre) y se alimenta fundamentalmente de peces y anfibios (y sus larvas).

En zonas de bañados, se destaca también la presencia de la Víbora de la Cruz o Crucera (*Bothrops alternatus*), una de las especies del género causante de la totalidad de los accidentes ofídicos registrados actualmente en Uruguay (Fig. 7) (Carreira *et al.* 2005).

En dichos bañados la presencia de vegetación hidrófita sirve como refugio a gran cantidad de especies de anfibios, la mayoría de estas especies son taxa frecuentes de la fauna uruguaya y con amplia distribución fuera de fronteras. Se destacan dentro de la familia Hylidae, la Ranita de Zarzal (*H. pulchellus*), la Ranita Roncadora (*Scinax squalirostris*) y la Rana Boyadora (*P. minuta*); dentro de Leptodactylidae y Cycloramphidae, la Rana Común (*L. ocellatus*) y el Escuercito (*Odontophrynus americanus*) respectivamente y dentro de Bufonidae, los Sapitos de Jardín (*C. gr. granulatus*, Fig. 3). Sin embargo, también habitan en esos ecosistemas dos especies particularmente interesantes desde el punto de vista de la conservación: la Rana Motor (*Argenteohyla siemersi*) y el Escuerzo (*Ceratophrys ornata*). La primera es sólo conocida de dos localidades costeras de Uruguay (Arazatí en el Dpto. de San José y Bañados de Santa Teresa en el Dpto. de Rocha) y de unas pocas localidades argentinas. El Escuerzo fue registrado ocasionalmente en la Barra de Santa Lucía (San José) y considerado un habitante frecuente de la zona de Valizas (Rocha), habita también en el vecino estado de Rio Grande do Sul (Brasil) y la Provincia de Buenos Aires (Argentina).

En ambos casos los últimos registros de estas especies datan de la década de los 80, lo que sumado a la información disponible acerca de su biología, ha llevado a considerar ambas especies como amenazadas (Maneyro & Langone 2001; Canavero *et al.* 2004). A nivel global, *C. ornata* y *A. siemersi* están especialmente afectadas por la creciente disminución de la cantidad y calidad del hábitat, particularmente como consecuencia de la fragmentación del mismo (IUCN 2004).

Una de las especies menos conocidas de la fauna de anfibios de Uruguay es la ranita de Fernández (*Physalaemus fernandezae*). Es un anfibio pequeño (uno de los más pequeños de la fauna uruguaya) y los datos biológicos disponibles proceden de localidades argentinas, donde parece ser más frecuente (Barrio 1964; 1965a). Seguramente, las poblaciones argentinas justifican su

exclusión de las categorías de amenaza a nivel mundial (IUCN 2004), aunque los únicos dos registros en Uruguay (uno en Montevideo y otro en Florida), han sido el motivo de su inclusión en la categoría de "Atención Especial" a nivel nacional (Maneyro & Langone 2001).

En los humedales costeros, la mayor amenaza para anfibios y reptiles parece ser la pérdida de hábitat, la que deriva en la fragmentación del mismo. Esto ocurre principalmente a dos escalas espaciales y temporales. Hay fenómenos que impactan a gran escala espacial en instantes de tiempo relativamente breves, como lo es la desecación de humedales con fines agropecuarios. Algunos de estos impactos pueden ser revertidos o mitigados, particularmente cuando el eje temporal es breve. Por otra parte, hay alteraciones ambientales que son consecuencia de procesos lentos, pero sostenidos en el tiempo y con alcance espacial creciente que producen fragmentación y pérdida de calidad de hábitat. Un ejemplo lo constituye la urbanización, un fenómeno creciente en la costa uruguaya. El avance de la frontera urbana, especialmente cuando se produce sin planificación, conduce a la pérdida de algunos elementos de la biodiversidad, al tiempo que favorece la proliferación de otros.

### Arroyos

Entre los reptiles que habitan arroyos de la faja costera, se encuentran las tortugas de agua dulce (*Hydromedusa tectifera*, *Phrynops hylarii*, *Trachemys dorbigni* y *Acanthochelys spixii*) y varias especies de ofidios y saurios.

Las tortugas de agua dulce son comunes en toda la costa, siendo característica de Rocha la tortuga de canaleta (*A. spixii*). El Morrocoyo (*T. dorbigni*) es muy frecuente en toda la costa, donde es perseguido por ser considerado "venenoso o ponzoñoso" (no existen tortugas ponzoñosas), así como porque las crías y juveniles son traficadas como mascotas en ferias (Tristán Narvaja y otras) debido a su vistosa coloración. Esta especie presenta una dieta fundamentalmente carnívora, de la cual forman parte gastrópodos de agua dulce, insectos, peces, anfibios y otros pequeños vertebrados. De forma ocasional pueden ingerir también plantas acuáticas. La Tortuga Cabeza de Víbora (*H. tectifera*) se reconoce por su cuello, extremadamente largo. Presenta alta tolerancia a las aguas salobres, e incluso se han encontrado ejemplares en Montevideo, que llegan de forma inesperada a las playas (Pocitos, Buceo, Malvín). La dieta se compone de anfibios, peces y moluscos.

Las márgenes de los cursos de agua lóticos suelen ser usados por algunas especies de anfibios, particularmente por aquellas que habitan ambientes serranos. Entre éstas se encuentran la Rana Monito (*P. iheringii*, Fig. 5) y la Rana de las Piedras (*L. macroglossa*, Fig. 1). Se trata de especies con afinidad por los suelos superficiales. De todos estos taxa, la Rana de las Piedras es la que exhibe mayor amplitud en el uso de hábitat, debido a que no sólo se encuentra en arroyos serranos sino también en otros cursos de agua con fondo pedregoso (Maneyro *et al.* 1995). Es una especie relativamente común, no consi-

derada dentro de ninguna categoría de amenaza a nivel nacional (Maneyro & Langone 2001) ni global (IUCN 2004). La misma consideración ha recibido la Rana Monito desde el punto global, aunque a nivel nacional Maneyro & Langone (2001) la categorizaron como "Amenazada". Tal categorización se relaciona con su particular modo reproductivo, que implica la presencia de ambientes riparios cercanos a cursos de agua, a los efectos de que las parejas en amplexo puedan construir el nido de hojas donde tendrá lugar el desarrollo larvario temprano (de Sá & Gerhau 1983; Langone *et al.* 1985).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Respecto a la investigación en herpetología, en los últimos años se han obtenido resultados de base muy relevantes y tras ellos existe ahora la posibilidad de un desarrollo mucho más detallado, y a la vez acelerado del proceso del conocimiento.

Los inventarios o relevamientos de fauna de los ecosistemas uruguayos presentan gran importancia a nivel nacional, aunque a escala global constituyen un tema menor y por lo tanto de difícil acceso a recursos económicos provenientes del exterior. Sin perjuicio de lo anterior, algunas iniciativas multidisciplinarias de gran envergadura han tenido apoyos significativos por parte de organismos financiadores, posibilitando el conocimiento de aspectos zoológicos o botánicos de algunas áreas geográficas. Es esencial que se instrumenten mecanismos de soporte económico destinados a garantizar trabajos sistemáticos de prospección faunística (y florística), así como la gestión eficiente del acervo que integra las colecciones científicas nacionales.

Por otra parte, se deben continuar los esfuerzos tendientes a la formación y profesionalización de recursos humanos especializados tanto en taxonomía como en el mantenimiento de colecciones. Para que lo antedicho redunde en beneficio directo de la conservación de especies y ecosistemas es importante que exista una percepción favorable del tema por parte de la sociedad en su conjunto. Por tal motivo, la generación de conocimiento debe acompañarse de estrategias de sensibilización que posicionen la conservación de la diversidad biológica y de los ecosistemas naturales como una prioridad en las comunidades locales en particular y en la sociedad uruguaya en general.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Como se desprende del presente trabajo, una gran riqueza de especies ocupa los ambientes costeros. Muchas de éstas, evaluadas a nivel global o nacional, presentan algún tipo de amenaza (entre los anfibios, 15% a nivel global y 30% a nivel nacional, y entre los reptiles 15% a nivel nacional) y su conservación depende de la preservación de estos ecosistemas. La clasificación de la fauna en categorías de amenaza permite determinar el estado de conservación de los taxa y resume, en base a

las variables utilizadas, el estado del conocimiento general de éstos. La necesidad de una re-evaluación permanente frente a nuevos conocimientos es uno de los factores que deben ser considerados al utilizar cualquier tipo de categorías, ya que éstos pueden modificar las prioridades de conservación. Por otro lado, basado en el Principio de Precaución, estas herramientas permiten sustentar algunas medidas de prevención, en particular sobre especies poco conocidas.

Todas las familias de anfibios presentes en Uruguay tienen representantes en la zona costera, y de las 43 especies citadas para el país, 27 se encuentran presentes en esta zona (63%) (Tabla 1). Algo muy similar ocurre con los reptiles, en los cuales de las 66 especies citadas para Uruguay, 43 se encuentran registradas en alguna zona costera, representando el 65% del grupo (Tabla 2). Algunas especies de anfibios resultan de particular interés para la conservación, entre los que se destacan los anuros del género *Melanophryniscus*. Muchas de estas especies son endémicas de Uruguay y algunas de las poblaciones conocidas habitan en lugares con altos niveles de impacto potencial. La descripción de nuevas especies de este género en tiempos relativamente recientes (Prigioni & Langone 1986), enfatiza la importancia de la aplicación del Principio Precautorio. En cuanto a los reptiles no se conocen hasta el momento endemismos exclusivos del país, aunque existen algunas especies con distribución restringida en áreas reducidas de la región, las cuales deben ser consideradas particularmente. Tal es el caso de *Anisolepis undulatus*, especie considerada como Amenazada en Argentina (Avila *et al.* 2000), con escasos registros en el S de Brasil y Uruguay (Langone *et al.* 2000).

Otras especies de anfibios que requieren particular atención son *Argenteohyla siemersi* y *Ceratophrys ornata*, ambas tienen poblaciones en Argentina y Brasil, pero no hay registros recientes de poblaciones uruguayas (Maneyro & Langone 2001). Algunas zonas de relevancia particular para la conservación de la fauna de anfibios, han sido sugeridas por Langone (1997), entre estas se destaca la región de Valizas-Cabo Polonio y los bañados de Santa Teresa, en el Dpto. de Rocha por albergar taxa con diversos grados de amenaza.

En el año 2000 se realizó el Primer Taller de Capacitación para la Elaboración de las Listas Rojas de Uruguay. Luego de esa instancia han sido presentados avances en algunos grupos zoológicos con los criterios de UICN (e.g. Canavero *et al.* 2004). Por otra parte, se han sometido a consideración de la Comisión de Supervivencia de Especies evaluaciones de algunas especies de peces. Sin embargo, estos esfuerzos son aún insuficientes, ya que priorizar áreas de conservación bajo un enfoque ecosistémico requiere conocer también la situación de otros taxa como aves o mamíferos. En forma complementaria a lo expuesto, se hacen necesarias iniciativas que enfoquen prioridades geográficas de conservación con metodología multi e interdisciplinaria. Una experiencia en este sentido son los Proyectos de determinación de prioridades de conservación para áreas marinas

**Tabla 1.** Lista de las especies de anfibios registradas en la costa uruguaya. Las categorías de amenaza asignadas a nivel nacional (CN) están basadas en Maneyro & Langone (2001) y consisten (en orden creciente de prioridad) en: PM (Preocupación Menor), A (Amenazada) y AE (Atención Especial). Las categorías a nivel global (CG) son las sugeridas por el Global Amphibian Assessment (IUCN *et al.* 2004), y consisten en tres categorías de amenaza que en orden creciente son: VU (Vulnerable), EN (En Peligro) y CR (En Peligro Crítico); así como categorías que reflejan el status de conservación, de las que entre los anfibios de Uruguay se encuentra LC (Preocupación Menor) y NT (Casi Amenazado).

Nombre común	Nombre científico	CN	CG	Comentarios y observaciones
Cecilia	<i>Chthonepeton indistinctum</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	AE	LC	Muchos registros costeros provienen de "balsas de camalotes" que llegan a la costa uruguaya durante las inundaciones en el Alto Paraná (Achaval <i>et al.</i> 1979; Sarli <i>et al.</i> 1992)
Sapo Común	<i>Chaunus arenarum</i> (Hensel, 1867)	PM	LC	
Sapito de Jardín	<i>Chaunus dorbignyi</i> (Duméril & Bibron, 1841)	PM	LC	En todo el trabajo estas especies son referidas como <i>Chaunus gr. granulatus</i> . Se trata de dos taxa de difícil distinción y se ha postulado la existencia de híbridos en gran parte del territorio uruguayo (Narvaes 2003).
	<i>Chaunus fernandezae</i> (Gallardo, 1957)	PM	LC	
Sapito Bandera Española	<i>Melanophryniscus atroluteus</i> (Miranda-Ribeiro, 1920)	PM	LC	Se trata de un taxon controversial y difícilmente distinguible de <i>M. montevidensis</i> (Kwet <i>et al.</i> 2005). De ser una especie válida, algunas poblaciones costeras podrían ser atribuidas a la misma (Maneyro obs. pers.).
Sapito de Darwin	<i>Melanophryniscus montevidensis</i> (Philippi, 1902)	AE	VU	Es una de las especies que presenta declinaciones poblacionales (Langone 1995). Hay referencias a la presencia de larvas albinas en poblaciones de Rocha (Maneyro & Achaval 2004).
Rana Motor	<i>Argenteohyla siemersi</i> (Mertens, 1937)	AE	EN	La presencia en Uruguay se reduce a dos localidades costeras de los departamentos de San José y Rocha (Nuñez <i>et al.</i> 2004). Es una especie muy poco frecuente y los últimos registros en Uruguay se remontan a mediados de 1970 (Canavero <i>et al.</i> 2004).
Ranita de Sanborn	<i>Dendropsophus sanborni</i> (Schmidt, 1944)	PM	LC	
Ranita de Zarzal	<i>Hypsiboas pulchellus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	PM	LC	
Rana Boyadora	<i>Pseudis minuta</i> Günther, 1858	PM	LC	
Ranita de Pintas Naranja	<i>Scinax berthae</i> (Barrio, 1962)	A	LC	
Rana Roncadora	<i>Scinax granulatus</i> (Peters, 1871)	PM	LC	
Ranita HociCUDA	<i>Scinax squalirostris</i> (Lutz, 1925)	PM	LC	
Rana Monito	<i>Phyllomedusa lheringii</i> Boulenger, 1885	A	LC	A pesar de ser considerada fuera de riesgo en toda su distribución, las poblaciones uruguayas son consideradas como amenazadas debido a su estrecha dependencia del bosque nativo (Langone <i>et al.</i> 1985; Maneyro & Langone 2001).
Escuerzo	<i>Ceratophrys ornata</i> (Bell, 1843)	AE	NT	La especie no es considerada amenazada a nivel global, aunque no se tienen registros de individuos en las dos poblaciones uruguayas conocidas desde mediados de 1980 (Langone 1995; Maneyro & Langone 2001).
Escuercito	<i>Odontophrynus americanus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	PM	LC	
Ranita Saltadora	<i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril & Bibron, 1841)	PM	LC	
Ranita Piadora	<i>Leptodactylus latinasus</i> Jiménez de la Espada, 1875	PM	LC	
Ranita de Bigotes	<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	PM	LC	
Rana Común	<i>Leptodactylus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	PM	LC	
Rana de las Piedras	<i>Limnomedusa macroglossa</i> (Duméril & Bibron, 1841)	PM	LC	
Ranita de Fernández	<i>Physalaemus fernandezae</i> (Müller, 1926)	AE	LC	Es una especie de frecuente aparición en Argentina, aunque los registros de Uruguay son muy antiguos y proceden de pocas poblaciones (Barrio 1964; Klappenbach & Langone 1992). La referencia a ejemplares provenientes de Rivera (Langone 2003) es errónea.
Ranita gato	<i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1883)	PM	LC	
Ranita de Hensel	<i>Physalaemus henselii</i> (Peters, 1872)	PM	LC	
Ranita de Rio Grande	<i>Physalaemus riograndensis</i> Milstead, 1960	PM	LC	
Ranita de Bibron	<i>Pleurodema bibroni</i> Tschudi, 1838	A	NT	Las poblaciones uruguayas se encuentran sólo en los departamentos del S, aunque existe un registro para el Dpto. de Artigas (Nuñez <i>et al.</i> 2004).
Macaquito	<i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867)	PM	LC	
Sapito Oval	<i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	PM	LC	

**Tabla 2.** Lista de las especies de reptiles registradas en la costa uruguaya. Las categorías de amenaza asignadas a nivel nacional (CN) están basadas en Morales & Carreira (2001) y Carreira (2004): NA (No Amenazado), PC (con Prioridad de Conservación). Las categorías para los taxa en donde se indica EP están actualmente En Preparación, NE indica No Evaluado.

Nombre común	Nombre científico	CN	Comentarios y observaciones
Morrocoyo	<i>Trachemys dorbigni</i> (Duméril & Bibron, 1835)	EP	Especie comercializada de forma ilegal. Se la considera "venenosa" en algunas regiones.
Tortuga Falsa Carey	<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	EP	En Peligro de extinción (Mundial-UICN).
Tortuga Verde	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	EP	En Peligro de extinción (Mundial-UICN).
Tortuga Olivácea	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	EP	En Peligro de extinción (Mundial-UICN).
Tortuga Laúd	<i>Dermochelys coriacea</i> (Vandelli, 1761)	EP	En Peligro Crítico de extinción (Mundial-UICN).
Tortuga de Canaleta	<i>Acanthochelys spixii</i> Duméril & Bibron, 1835	EP	
Tortuga Cabeza de Víbora	<i>Hydromedusa tectifera</i> Cope, 1869	EP	
Campanita	<i>Phrynops hilarii</i> (Duméril & Bibron, 1835)	EP	
Lagartija Arborícola	<i>Anisolepis undulatus</i> (Wiegmann, 1834)	PC	Existe preocupación a nivel regional, ya que se considera amenazada o extinta en Argentina y muy escasa en Brasil.
Lagartija de la Arena	<i>Liolaemus wiegmannii</i> (Duméril & Bibron, 1837)	NA	
Gecko de Mauritania	<i>Tarentola mauritanica mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)	NE	Especie introducida, proveniente de Europa, con registros únicamente en el Dpto. de Montevideo.
Víbora Ciega de Darwin	<i>Amphisbaena darwini darwini</i> Duméril & Bibron, 1839	NA	
Víbora Ciega Chica	<i>Amphisbaena munoai</i> Klappenbach, 1960	NA	
Víbora Ciega de Cabeza en Cuña	<i>Anops kingii</i> Bell, 1833	NA	
Lagartija Verde de Cinco Dedos	<i>Cnemidophorus lacertoides</i> Duméril & Bibron, 1839	NA	
Lagartija Verde de Cuatro Dedos	<i>Teius oculatus</i> (d'Orbigny & Bibron, 1837)	NA	
Lagarto	<i>Tupinambis merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	NA	
Camaleón Marrón	<i>Cercosaura schreibersii</i> Wiegmann, 1834	NA	
Lagartija Brillante	<i>Mabuya dorsivittata</i> Cope, 1862	NA	
Víbora de Cristal Verde de Mejilla Estriada	<i>Ophiodes aff. striatus</i> (Spix, 1825)	NA	
Víbora de Cristal Común	<i>Ophiodes vertebralis</i> Bocourt, 1881	NA	
Víborita de Dos Cabezas	<i>Leptotyphlops munoai</i> Orejas-Miranda, 1961	PC	
Víbora de la Cruz	<i>Bothrops alternatus</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	NA	Especie peligrosa, causante de los accidentes que se registran en Uruguay (junto a <i>Bothrops pubescens</i> -Yara). Especie de caza libre, justificada según el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) por tratarse de una especie peligrosa.
Yara	<i>Bothrops pubescens</i> Cope, 1869	NA	Especie peligrosa, causante de los accidentes que se registran en Uruguay (junto a <i>Bothrops alternatus</i> -Víbora de la Cruz). Especie de caza libre, justificada según el MGAP por tratarse de una especie peligrosa.
Víbora de Cascabel	<i>Crotalus durissus terrificus</i> (Laurenti, 1768)	PC	Especie peligrosa. Presenta problemas de conservación para Uruguay, en donde se ha observado una clara disminución de las poblaciones del S. Actualmente se encuentra protegida por la legislación nacional.
Culebra Roja de Cabeza Negra	<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	PC?	
Culebra Acintada	<i>Echinanthera poecilopogon</i> (Cope, 1864)	PC	
Culebra de la Arena	<i>Thamnodynastes hypoconia</i> (Cope, 1860)	NA	
Falsa Crucera	<i>Tomodon ocellatus</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	NA	
Musurana	<i>Boiruna maculata</i> (Boulenger, 1896)	PC	
Culebra Marrón	<i>Clelia rustica</i> (Cope, 1878)	PC	
Culebra de Agua	<i>Helicops infrataeniatus</i> (Jan, 1865)	PC	Durante las crecidas del Río Paraná, arriban embalsados de camalotes a la costa uruguaya, en los cuales se encuentra mayoritariamente a esta especie.
Culebra de líneas amarillas	<i>Liophis anomalus</i> (Günther, 1858)	NA	
Culebra Verde de Vientre Rojo	<i>Liophis jaegeri</i> (Günther, 1858)	NA	
Culebra Parda de Agua	<i>Liophis miliaris semiaureus</i> (Cope, 1862)	NA	
Culebra de Peñarol	<i>Liophis poecilogyrus sublineatus</i> (Cope, 1860)	NA	
Falsa Crucera de Hocico Respingado	<i>Lystrophis dorbignyi</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	NA	
Falsa Coral	<i>Oxyrhopus rhombifer rhombifer</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	NA	
Culebra de Collar Blanco	<i>Phalotris lemniscatus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	PC	
Culebra Verde Esmeralda	<i>Philodryas aestiva</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	NA	
Parejera	<i>Philodryas patagoniensis</i> (Girard, 1857)	NA	
Culebra Castaña de Vientre Rojo	<i>Psomophis obtusus</i> (Cope, 1863)	NA	
Víbora de Coral	<i>Micrurus altirostris</i> (Cope, 1860)	PC	Especie potencialmente peligrosa para el hombre con ponzoña de acción neurotóxica. Si bien nunca se registraron accidentes en Uruguay y al igual que ocurre con <i>Bothrops</i> , el MGAP mantiene a esta especie como de caza libre. En este caso, la justificación del MGAP "especie peligrosa", se opone a los resultados del trabajo de categorización que indica Prioridad de Conservación.

y terrestres (financiados por el DINACYT a través del Programa de Desarrollo Tecnológico).

La costa es probablemente una de las zonas del país que presenta mayores niveles de impacto, en cuanto a modificación de los ambientes, debido al desarrollo urbano-turístico. Por otra parte, es la zona donde se encuentra la mayor densidad poblacional del país. Expansiones como la ocurrida sobre la Costa de Oro (Canelones) deben ser proyectadas de forma adecuada y sustentadas con información científica de base, para obtener un desarrollo equilibrado.

El desarrollo debe ser promovido siempre conservando los aspectos éticos y fundamentado por bases técnicas adecuadas, para que sea realmente sustentable y promueva a la vez la conservación de la biodiversidad, como patrimonio de Uruguay.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Lic. José A. Langone por la lectura crítica del manuscrito. A los compañeros de la Sección Zoología Vertebrados de la Facultad de Ciencias por la valiosa ayuda en los trabajos de campo y laboratorio que permitieron la recolección de los datos de las especies. A Federico Achaval, Mariana Beheregaray, Marcelo Casacuberta y Laura Watson por ceder fotos de su autoría. RM agradece la beca doctoral de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para desarrollar estudios en la Pontificia Universidade Católica de Rio Grande do Sul.

#### REFERENCIAS

- Achaval F** 1989 Lista de las especies de vertebrados del Uruguay. Parte 2: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo. 41 pp
- Achaval F** 2001 Actualización sistemática y mapas de distribución de los reptiles del Uruguay. Smithsonian Herpetological Information Service 129:1-37
- Achaval F González JC Meneghel M & A Melgarejo** 1979 Lista comentada del material recogido en costas uruguayas, transportado por camalotes desde el Río Paraná. Acta Zoológica Lilloana 35:195-200. Tucumán
- Achaval F & M Meneghel** 1996 Confirmación de *Eunectes notaeus* Cope, 1862 (Serpentes: Boidae), "Anaconda Amarilla" para Uruguay. Pp 7 In: Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay (Montevideo).
- Achaval F & A Olmos** 1997 Anfibios y Reptiles del Uruguay. Barreiro y Ramos, Montevideo. 128 pp
- Achaval F & A Olmos** 2003 Anfibios y Reptiles del Uruguay. 2da. Edición corregida y aumentada. Graphis, Montevideo. 136 pp
- Alonso A Calixto G & J Mato** 2002 Comportamiento sexual e interacciones intraespecíficas entre machos en *Melanophryniscus montevidensis* (Anura - Bufonidae). Pp 156-163. Memorias del VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional de Profesores de Biología: Desafíos en la Enseñanza de la Biología. Asociación de Profesores de Biología.
- Arrieta D & R Maneyro** 1999 Sobre la presencia de *Scinax fuscovaria* (A. Lutz, 1925) (Anura: Hylidae) en Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 10 (2da época):15-19
- Avila LJ Montero R Morando M Tedesco ME Acosta JC Federico L Lobo F & L Vega** 2000 Categorización de las lagartijas y anfibios de Argentina. Pp 51-74 In: Lavilla Richard & Scrocchi (eds) Categorización de los Anfibios y Reptiles de la República Argentina. Asociación Herpetológica Argentina, Tucumán
- Badano Repetto JL** 1950 Ofidismo en el Uruguay (2da edición). Talleres Gráficos GOES, Montevideo. 101 pp
- Badano Repetto JL & JL Badano Carbajal** 1965 Ofidismo en el Uruguay. Imprenta Morato, 3era edición, Montevideo, 128 pp.
- Barrio A** 1964 Relaciones morfológicas, eto-ecológicas y zoogeográficas entre *Physalaemus henseli* (Peters) y *P. fernandezae* (Müller) (Anura, Leptodactylidae). Acta Zoologica Lilloana 20: 285-305. Tucumán
- Barrio A** 1965a El género *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) en la Argentina. Physis 25(70):421-448. Buenos Aires
- Barrio A** 1965b Afinidades del canto nupcial de las especies cavícolas del género *Leptodactylus* (Anura-Leptodactylidae). Physis 25(70):401-410. Buenos Aires
- Barrio A** 1966 Divergencia acústica entre el canto nupcial de *Leptodactylus ocellatus* (Linne) y *L. chaquensis* Cei (Anura, Leptodactylidae). Physis 26(72):275-277. Buenos Aires
- Basso N** 1990 Estrategias adaptativas de una comunidad subtropical de anuros. Cuadernos de Herpetología. Asociación Herpetológica Argentina (Serie Monografías) (1):1-70. Tucumán
- Berg C** 1896 Batracios argentinos. Enumeración sistemática, sinonímica y bibliográfica de los batracios de la República Argentina. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires 5(2):147-226
- Boulenger GA** 1885 Second list of reptiles and batrachians from the Province Rio Grande do Sul, Brasil, sent to the Natural History Museum by Dr. H. von Ihering. Annals and Magazine of Natural History (Ser.5) 16(92):85-88
- Boulenger GA** 1885-1887 Catalogue of the lizards in the British Museum (Natural History). Second edition. 3 volumes. Trustees of the British Museum, London
- Boulenger GA** 1893-1896 Catalogue of the snakes in the British Museum (Natural History). 3 volumes. Trustees of the British Museum, London
- Burmeister H** 1861 Reise durch die La Plata-Staaten mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit und den Culturzustand der Argentinische Republik. Ausgeführt in den Jahren 1857, 1858, 1859 und 1860. H.W. Schmidt Halle. 2:iv + 538 pp
- Camargo A Naya DE Canavero A da Rosa I & R Maneyro** 2005 Seasonal activity and the body size-fecundity relationship in a population of *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883) (Anura, Leptodactylidae) from Uruguay. Annales Zoologici Fennici 42:513-521
- Canavero A Naya DE & R Maneyro** 2001 *Leptodactylus furnarius* Sazima & Bokerman, 1978 (Anura: Leptodactylidae). Cuadernos de Herpetología 15(1):89
- Canavero A Arrieta D Borteiro C Camargo A Da Rosa I Kolenc F Maneyro R Nuñez D Prigioni CM Ziegler L & JA Langone** 2004 Listas Rojas de los anfibios del Uruguay. Resumos do Primeiro Congresso Brasileiro de Herpetologia. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Curitiba. Brasil. s/p.
- Carreira S** 2002 Alimentación de los ofidios de Uruguay. Asociación Herpetológica Española (AHA), Monografías de Herpetología 6:126 pp. Barcelona
- Carreira S** 2004 Estado de Conservación de la fauna de Sauria y Amphisbaenidae (Reptilia, Squamata) de Uruguay. Cuadernos de Herpetología 18(1):49-52. Tucumán
- Carreira S & F Achaval** Una nueva especie de ofidio para el Uruguay *Waglerophis merremi* (Wagler, 1824) (Reptilia: Squamata: Ophidia). Sociedad Zoológica del Uruguay. En prensa.

- Carreira S Achaval F & S Umpiérrez** *Hemidactylus mabouia* (Amerfrican House Gecko). Uruguay. Herpetological Review En Prensa.
- Carreira S Meneghel M & F Achaval** 2004 *Atractus reticulatus* (NCN). Uruguay. Herpetological Review 35(2):189
- Carreira S Meneghel M & F Achaval** 2005 Reptiles de Uruguay. Di.R.A.C., Facultad de Ciencias, Universidad de la República. 639 pp. Montevideo
- Cei JM** 1980 Amphibians of Argentina. Monitore Zoologico Italiano. Monografía 2:xii+609
- Cei JM** 1987 Additional notes to "Amphibians of Argentina": an update, 1980-1986. Monitore Zoologico Italiano (N.S.) 21:209-272
- Cei JM** 1993 Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. Museo Regionale di Scienze Naturali, Monografía 14:949 pp+126 lám. Torino
- Cope ED** 1862 Catalogues of the reptiles obtained during the explorations of the Paraná, Paraguay, Vermejo and Uruguay Rivers by Capt. Thos. J. Page, U.S.N.; and of the procured by Lieut. N. Michler, U.S. Top. Eng., Commander of the Expedition conducting the survey of the Atrato River. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 14:346-359
- Cope ED** 1864 Descriptions of new American Squamata in the Museum of the Smithsonian Institution. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 15:100-106
- Cope ED** 1869 Seventh contribution to the herpetology of Tropical America. Proceedings of American Philosophical Society 11:147-169
- da Rosa I Canavero A Maneyro R Naya DE & A Camargo** 2002 Diet of four sympatric anuran species in a temperate environment. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 13:12-20
- de Sá RO** 1986 Lista de las especies de vertebrados del Uruguay. Anfibios. Dirección General de Extensión Universitaria. División Publicaciones y Ediciones. Universidad de la República. Montevideo. s/p.
- de Sá R** 1995 *Hyla albopunctata* Spix, 1824. Catalogue of American Amphibians and Reptiles 602:1-5
- de Sá R & A Gerhau** 1983 Observaciones sobre la biología de *Phyllomedusa iheringii* Boulenger, 1885, (Anura, Hylidae). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª Época) 1:44-49
- de Sá RO & EO Lavilla** 1997 The tadpole of *Pseudis minuta* (Anura: Pseudidae): an apparent case of heterochrony. Amphibia-Reptilia 18:229-240
- Devincenzi GJ** 1925 Fauna Erpetológica del Uruguay. Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo (Sér. 2) 2(1):1-65
- Devincenzi GJ** 1939 Ofidios del Uruguay. Sociedad Linneana, Montevideo. 53 pp
- Donoso-Barros R** 1966 Reptiles de Chile. Comisión Central de Publicaciones de la Universidad de Chile, Santiago. 458+cxlvi pp
- Duméril A & G Bibron** 1839 Erpétologie générale, ou histoire naturelle des Reptiles. 5: iv+517. Librairie Encyclopédique de Roret, Paris
- Duméril A & G Bibron** 1841 Erpétologie générale, ou histoire naturelle des Reptiles. 8:1-192. Librairie Encyclopédique de Roret, Paris
- Estrades A & F Achaval** 2003 A Sea Turtle Century in Uruguay: Antecedents & Geographic Distribution. Pp 281-283 In: Seminoff (comp) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503
- Ferreira A** 1949 Ofidismo en el Uruguay. XXIII Reunión de la Sociedad Médico Quirúrgica del Centro de la República, 191 pp
- Forni F Maneyro R & M Santos** 1995 Anfibios y Reptiles. Serie Cuadernos del Potrerillo de Santa Teresa. PROBIDES 1:1-16. Rocha
- Franco FL Salomão EL Borges-Martins M Di-Bernardo M Meneghel MD & S Carreira** 2000 New records of *Calamodontophis paucidens* (Amaral, 1935) (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae) from Brazil and Uruguay. Cuadernos de Herpetología 14(2):155-159
- Gallardo JM** 1964 Anfibios de los alrededores de Buenos Aires. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires. 231 pp.
- Gallardo JM** 1972 Anfibios de la Provincia de Buenos Aires. Observaciones sobre ecología y zoogeografía. Ciencia e Investigación 28(1-2):3-14
- Gallardo JM** 1976 Estudio ecológico sobre los anfibios y reptiles de la depresión del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Serie Ecología) 2(1):1-26
- Gallardo JM** 1987 Anfibios y Reptiles del Partido de Magdalena (Provincia de Buenos Aires). Artes Gráficas Rioplatense S.A., Buenos Aires. 46 pp
- Gallardo JM** 1993 Los anfibios de dos ecosistemas argentinos: algunas estrategias en la reproducción y el desarrollo. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 8:33-36
- Gambarotta JC** 1999 Aves, Reptiles y Anfibios. In: JC Gambarotta Saralegui A & EM González. Vertebrados tetrápodos del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Relevamientos de Biodiversidad 3:1-31. Montevideo
- González EM Saralegui AM & D Arrieta** 1998 Anfibios y reptiles de Paso Baltasar, Departamento de Tacuarembó, Uruguay (Amphibia; Reptilia). Relevamientos de Biodiversidad 1:1-6. Montevideo
- González EM & JC Gambarotta** 2001 Anfibios de Aguas Dulces, Departamento de Rocha, Uruguay (Amphibia: Anura). Relevamientos de Biodiversidad 5:1-7. Montevideo
- Gudynas E** 1985 Estructura ecológica de la comunidad herpetológica y evaluación del impacto ambiental en un ecosistema periurbano satélite. Actas de las Jornadas de Zoología del Uruguay (Montevideo, 23-28 de setiembre de 1985):23-24. Montevideo
- Gudynas E & A Gerhau** 1981 Notas sobre la distribución y la ecología de *Limnomedusa macroglossa* (Duméril & Bibron, 1841) en Uruguay (Anura, Leptodactylidae). Iheringia (Serie Zoologia) 60:81-99. Porto Alegre
- Gudynas E & JC Rudolf** 1987 La herpetofauna de la localidad costera de "Pajas Blancas" (Uruguay): Lista sistemática comentada y estructura ecológica de la comunidad. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS 46:173-194. Porto Alegre
- Gudynas E & G Skuk** 1982 Distribución y ecología del saurio iguánido *Liolaemus wiegmannii* en Uruguay. Pp 62-63 In: IX Congresso Brasileiro de Zoologia (Porto Alegre)
- Gudynas E & JD Williams** 1992 *Chthonerpeton indistinctum*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles 531:1-2
- Günther A** 1859 Catalogue of the Batrachia Salientia in the collection of the British Museum, London. xiv+160 pp
- Hensel R** 1867 Beiträge zur kenntniss der wirbelthiere südbrasilienis. Wiegmann's Archiv Naturgeschichte 33 (1-2):120-162
- Heyer MM Heyer WR & R de Sá** 2003 *Leptodactylus mystacinus* (Burmeister). Catalogue of American Amphibians and Reptiles 767:1-11



- Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay** 1930 Escritos de Don Dámaso Antonio Larrañaga. Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay, Edición Nacional, Atlas, Parte II – Zoología, Paleontología y mapas. Imprenta Nacional, Montevideo.
- IUCN 2004** 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>. 14 December 2004
- IUCN Conservation International & NatureServe** 2004. Global Amphibian Assessment. <http://www.globalamphibians.org>. 15 October 2004
- Jiménez de la Espada M** 1875 Vertebrados del viaje al Pacífico verificado de 1862 a 1865 por una comisión de naturalistas enviada por el gobierno español. Batracios. Madrid. 208 pp
- Klappenbach MA & JA Langone** 1992 Lista sistemática y sinonímica de los anfibios del Uruguay con comentarios y notas sobre su distribución. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo (2ª Serie) 8:163-222
- Klappenbach MA & B Orejas-Miranda** 1969 Anfibios y Reptiles. Nuestra Tierra (11):1-68
- Kolenc FC Borteiro & M Tedros** 2003 La larva de *Hyla uruguayana* Schmidt, 1944 (Anura: Hylidae), con comentarios sobre su biología en Uruguay y su status taxonómico. Cuadernos de Herpetología 17(1-2):87-100. Tucumán
- Kwet A Maneyro R Zillikens A & D Mebs** 2005 Advertisement calls of *Melanophryniscus dorsalis* (Mertens, 1933) and *M. montevidensis* (Philippi, 1902), two parapatric species from southern Brazil and Uruguay, with comments on morphological variation in the *Melanophryniscus stelzneri* group (Anura: Bufonidae). Salamandra 41(1/2):1-18
- Kwet A Solé M Miranda T Melchioris J Naya DE & R Maneyro** 2002 First record of *Hyla albopunctata* Spix, 1824 (Anura: Hylidae) in Uruguay, with comments on the advertisement call. Boletín de la Asociación Herpetológica Española 13(1-2):15-19
- Langguth A** 1976 Lista de las especies de vertebrados del Uruguay. Anfibios. Pp 30-32 Museo Nacional de Historia Natural & Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo
- Langone J** 1993 Notas sobre *Phyllomedusa iheringii* Boulenger, 1885 (Amphibia, Anura, Hylidae). Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia de Montevideo 12(179):1-7
- Langone JA** 1995 Ranas y sapos del Uruguay (reconocimiento y aspectos biológicos). Museo Zoológico Municipal Dámaso Antonio Larrañaga. Serie Divulgación 5:123 pp. Montevideo
- Langone JA** 1997 El componente faunístico de vertebrados tetrápodos marinos y terrestres. Anfibios. Pp 120-121 *In*: Reserva de Biósfera Bañados del Este. Avances del Plan Director. PROBIDES.
- Langone JA** 1999 Anfibios de Aguas Corrientes, Departamento de Canelones, Uruguay (Amphibia). Relevamientos de Biodiversidad 4:1-6. Montevideo
- Langone JA** 2003 Diversidad de la Biota Uruguaya. Amphibia. Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (2ª Serie) 10(3):1-12
- Langone JA & AJ Cardoso** 1997 Morfología larval externa de *Scinax eringiophila* (Gallardo, 1961) (Amphibia, Anura, Hylidae). Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 12(187):1-9
- Langone JA Espinosa BM & R Rodríguez-Mazzini** 2000 Nuevos registros y observaciones sobre *Anisolepis undulatus* (Wiegmann 1834) (Squamata: Polychrotidae) en Uruguay. Cuadernos de Herpetología 14(1): 83-84. Tucumán
- Langone JA Prigioni CM & L Venturino** 1985 Informe preliminar sobre el comportamiento reproductor y otros aspectos de la biología de *Phyllomedusa iheringi*, Boulenger, 1885 (Anura, Hylidae). Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 9(152):1-12
- Larson PM & RO de Sá** 1998 Chondrocranial morphology of *Leptodactylus* larvae (Leptodactylidae: Leptodactylinae): its utility in phylogenetic reconstruction. Journal of Morphology 238:287-305
- Larson PM de Sá RO & D Arrieta** 2003 Chondrocranial, hyobranchial and internal oral morphology in larvae of the basal bufonid genus *Melanophryniscus* (Amphibia: Anura). Acta Zoologica 84:145-154
- Lavilla EO & JM Cei** 2001 Amphibians of Argentina. A second update, 1987-2000. Museo Regionale di Scienze Naturali, Monografías 28: 1-177. Torino
- Lavilla EO & R de Sá** 1999 Estructura del condrocáneo y esqueleto visceral de larvas de *Pseudis minuta* (Anura, Pseudidae). Alytes 16(3-4):139-147
- Lavilla EO & JA Langone** 1995 Estructura del condrocáneo y esqueleto visceral de larvas de *Elachistocleis bicolor* (Valenciennes, 1838) (Anura, Microhylidae). Cuadernos de Herpetología 9(1):45-49. Tucumán
- Legrand CD** 1959 Comunidades psamófilas de la región de Carrasco (Uruguay). Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo (2ª Serie) 6(7):1-65
- Maneyro R & F Achaval** 2004 *Melanophryniscus montevidensis* (Darwin's Toad). Albino Larvae. Herpetological Review 35(3): 261
- Maneyro R & JA Langone** 2001 Categorización de los anfibios del Uruguay. Cuadernos de Herpetología 15(2):107-118. Tucumán
- Maneyro R Arrieta D & RO de Sá** 2004a A new toad (Anura: Bufonidae) from Uruguay. Journal of Herpetology 38(2):161-165
- Maneyro R Forni F & M Santos** 1995 Los anfibios del departamento de Rocha. Serie Divulgación Técnica. PROBIDES 1:24 pp
- Maneyro R Naya DE da Rosa I Canavero A & A Camargo** 2004b Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. Iheringia (Serie Zoología) 94(1):57-61. Porto Alegre
- Márquez RM** 1990 Sea Turtles of the World. FAO Species Catalogue 11(125): iv+81 pp. Roma
- Meneghel MD & F Achaval** 1997 *Leptophis ahaetulla marginatus* (Parrot snake), in Uruguay. Herpetological Review 28(2):98
- Morales SMF & S Carreira** 2001 Calificación del estado de conservación de la fauna de ofidios (Reptilia, Squamata, Serpentes) de Uruguay. Facena 16:45-51
- Narvaes P** 2003 Revisão taxonômica das espécies de *Bufo* do complexo *granulosus* (Amphibia, Anura, Bufonidae). Tesis de Doctorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 305 pp (Inédita)
- Naya DE Camargo A Maneyro R da Rosa I & A Canavero** 2002 Intestinal length of four South American anuran species. Cuadernos de Herpetología 16(2):165-167. Tucumán
- Naya DE Maneyro R Camargo A Canavero A & I da Rosa** 2003 Seasonal changes in gut length of the South American common frog *Leptodactylus ocellatus* (Amphibia, Anura). Biociências 11(1):47-52. Porto Alegre
- Núñez D Maneyro R Langone J & RO de Sá** 2004 Distribución geográfica de la fauna de anfibios del Uruguay. Smithsonian Herpetological Information Series 134:1-34
- Olmos A Prigioni CM & F Achaval** 1997 *Hyla minuta* Peters, 1872. Un nuevo Hylidae para el Uruguay (Amphibia: Anura: Hylidae). Acta Zoológica Platense 1(4):1-7. Montevideo
- Orejas-Miranda, B. R.** 1959. Una nueva subespecie del género *Philodryas* del Uruguay. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4(82):1-7

- Orejas-Miranda B** 1961 Una nueva especie de ofidio de la Familia Leptotyphlopidae. *Acta Biológica Venezolana* 3(5):83-97, 4 fig
- Orejas Miranda BR** 1966 The snake genus *Lystrophis* in Uruguay. *Copeia* (2):193-205
- Philippi RA** 1902 Suplemento a los Batracios Chilenos descritos en la Historia Física y Política de Chile de Don Claudio Gray. Imp. E. Blanchard-Chessi, Santiago. 161 pp
- Prigioni C & JE García Sánchez** 2002 Descripción de la larva de *Physalaemus riograndensis* Milstead, 1960 (Anura, Leptodactylidae). *Acta Zoológica Platense* 5:1-5. Montevideo
- Prigioni C & RR Garrido** 1989 Algunas observaciones sobre la reproducción de *Melanophryniscus stelzneri montevidensis* (Anura, Bufonidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay)* 5: (2da época):3-14
- Prigioni C & J Langone** 1984 Notas sobre la batracofauna de los bañados de Carrasco, Uruguay. I. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 11(149):1-4
- Prigioni CM & JA Langone** 1986 *Melanophryniscus orejasmirandae* n. sp., un nuevo Bufonidae (Amphibia, Anura) de Uruguay con una clave para las especies del grupo *tumifrons*. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 11(159):1-11
- Pritchard PCH** 1979 *Encyclopedia of turtles*. T.F.H. Publications, U.S. 895 pp.
- Rinderknecht A** 1998 Nuevos microvertebrados fósiles para el Pleistoceno Superior del Uruguay (Amphibia, Reptilia, Aves). *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(30):133-143
- Sarli V Santos M Maneyro R & F Achaval** 1992 Nuevos aportes sobre la fauna arribada a las costas uruguayas en balsas de camalotes. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las III Jornadas Zoológicas del Uruguay)* 7(2da época):77-78
- Schmidt KP** 1944 New frogs from Misiones and Uruguay. *Field Museum of Natural History (Zoological Series)* 29(9):153-160
- Tedros M Kolenc F & C Borteiro** 2001 *Melanophryniscus montevidensis* (Philippi, 1902) (Anura, Bufonidae). *Cuadernos de Herpetología* 15:143. Tucumán
- Tschudi JJ von** 1838 Classification der Batrachier, mit Berücksichtigung der Fossilien Thiere dieser Abtheilung der Reptilien. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* 1:1-102
- Varela JC** 1965 Ofidios y ofidismo en el Uruguay. Pp 103-120 *In: Parasitología y Micología Médicas, Zooparásitos y Animales Ponzosos*. Oficina del Libro de la Asociación de Estudiantes de Medicina 3:164 pp
- Vaz-Ferreira R & A Gerhau** 1975 Comportamiento epimelético de la rana común *Leptodactylus ocellatus* (L.) (Amphibia, Leptodactylidae) I. Atención de la cría y actividades alimentarias y agresivas relacionadas. *Physis* 34(88):1-14. Buenos Aires
- Vaz-Ferreira R & B Sierra de Soriano** 1960 Notas sobre reptiles del Uruguay. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias* (18):133-205. Montevideo
- Vaz-Ferreira R Olmos A & A Stagi** 1995 Canibalismo y comportamiento epimelético en *Leptodactylus ocellatus*, "Rana criolla". VII Jornadas Científicas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias:124

## Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya

MILAGROS LÓPEZ-MENDILAHARSU, ANDRÉS ESTRADES, MARÍA NOEL CARACCIO, VICTORIA CALVO, MARTÍN HERNÁNDEZ & VERÓNICA QUIRICI

karumbemail@gmail.com



### RESUMEN

En Uruguay están presentes cuatro especies de tortugas marinas de las siete que existen en el mundo: verde (*Chelonia mydas*), cabezona (*Caretta caretta*), siete quillas (*Dermochelys coriacea*) y olivácea (*Lepidochelys olivacea*). A partir de programas de monitoreo y colecta de datos biométricos de tortugas varadas, capturadas incidentalmente en las pesquerías y en forma directa con fines de investigación, se determinó que en Uruguay ocurren individuos juveniles de *C. mydas* (rango=28-79.5 cm) e individuos inmaduros y adultos de *C. caretta* (rango=51.4-111.5 cm) y *D. coriacea* (rango=122.7-171.1 cm). A partir de muestras estomacales y por medio de la técnica de lavado esofágico se identificó que la dieta de *C. mydas* se compone principalmente de algas de los géneros *Ulva* y *Chondracanthus*. Invertebrados de la megafauna bentónica local y restos de peces óseos, fueron encontrados en los contenidos estomacales de *C. caretta*. Avistamientos sistemáticos de *C. mydas* realizados desde miradores en Cerro Verde (Rocha) indicaron que su presencia y actividad varía estacionalmente. La presencia de epibiontes inusuales en el caparazón de esta especie durante invierno y primavera evidenció la posible existencia de períodos de brumación en la región. La recaptura de tortugas verdes previamente marcadas en Uruguay permitió establecer que existirían migraciones estacionales hacia latitudes subtropicales. Los resultados de análisis genéticos preliminares en *C. mydas* indicaron que Uruguay alberga tortugas provenientes de diversas playas de anidación del Océano Atlántico. La amplia y variada distribución de estas playas de origen tiene una destacada importancia en el desarrollo de futuros planes de manejo y conservación de la especie a nivel regional e internacional.

**Palabras clave:** *Chelonia*, *Caretta*, *Dermochelys*, *Lepidochelys*, Uruguay

### ABSTRACT

Four of the seven species of sea turtles are present in Uruguay: green (*Chelonia mydas*), loggerhead (*Caretta caretta*), leatherback (*Dermochelys coriacea*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*). From data collection and monitoring programs of stranded turtles, incidentally caught in fisheries and captured for scientific purpose, it was determined that juvenile individuals of *C. mydas* (range=28-79.5 cm) and adults and immature individuals of *C. caretta* (range=51.4-111.5 cm) and *D. coriacea* (range=122.7-171.1 cm) occur in Uruguay. Analyzing stomach contents and esophageal lavage samples it was identified that primarily algae of the genus *Ulva* and *Chondracanthus* compose the diet of *C. mydas*. Invertebrates from the local benthic megafauna and remains of bony fishes were found in the stomach contents of *C. caretta*. Turtle sightings from observatories in Cerro Verde (Rocha) indicated that their presence and activity varies seasonally. The presence of unusual epibionts in the carapace of this species during winter and spring evidenced the existence of possible periods of brumation in the region. The recapture of green turtles previously tagged in Uruguay allowed establishing the existence of seasonal migrations to subtropical latitudes. Results obtained from preliminary genetic analyses in *C. mydas* indicated that Uruguay hosts green turtles from several nesting beaches in the Atlantic Ocean. The wide range and varied distribution of these beaches of origin is relevant for the development of future management plans and conservation of this species at a regional and international level.

**Key words:** *Chelonia*, *Caretta*, *Dermochelys*, *Lepidochelys*, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existen siete especies de tortugas marinas (Orden Testudines) y se hallan organizadas en dos familias: Cheloniidae y Dermochelyidae. La primera está integrada por *Chelonia mydas* (tortuga verde), *Caretta caretta* (tortuga cabezona), *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey), *Lepidochelys kempii* (tortuga lora), *Lepidochelys olivacea* (tortuga olivácea) y *Natator depressus* (tortuga aplanada). Dermochelyidae incluye una única especie: *Dermochelys coriacea* (tortuga siete quillas o laúd).

El ciclo de vida de estos reptiles es altamente complejo, con tiempos de generación muy largos y maduración tardía, alternando entre playas de anidación, áreas de reproducción y áreas de alimentación y desarrollo, tanto en zonas neríticas como pelágicas. También dependen de ambientes terrestres para el desove e incubación de los huevos. Las tortugas marinas son animales migratorios; dependiendo de la especie y área geográfica pueden recorrer largas distancias para trasladarse entre áreas de alimentación y sitios de reproducción (Åkesson

*et al.* 2003), e inclusive realizar migraciones transoceánicas de más de 11000 km (Nichols *et al.* 2000).

Los apareamientos se llevan a cabo en el mar en las cercanías de las playas tropicales donde las hembras salen a anidar durante la noche. Las hembras nidifican en las playas donde nacieron (filopatría) y salen a desovar varias veces por temporada, desovando cerca de 100 huevos por vez dependiendo de la especie. La incubación ocurre sin cuidado parental. La temperatura prevalente en el nido durante el segundo tercio de la incubación determina el sexo del embrión. Se conoce como "temperatura pivote" o "umbral" a aquella en la cual se obtiene una relación de sexos 1:1, en general cercana a los 29 °C. Temperaturas por debajo de ésta producen más machos y por encima más hembras (Mrosovsky 1994). Las crías emergen aproximadamente entre 45 y 60 días después de la puesta y se dirigen al mar.

Una vez en el mar se inicia la fase juvenil del ciclo de vida, distinguiéndose dos subfases, la oceánica (hábitat de crianza de juveniles avanzados) y la costera (hábitat de desarrollo de juveniles avanzados). Las tortugas inmaduras viajan entre sucesivos hábitat de desarrollo y alimentación los cuales pueden estar separados por varios cientos o miles de kilómetros, donde pueden encontrar alimento y permanecer durante más de 20 años. Los modelos demográficos desarrollados para estimar la tasa de mortalidad de la fase pelágica señalan que puede variar entre 20-60% por año y la tasa para los juveniles en ambientes costeros puede ser alrededor de 30% (Crouse *et al.* 1987). La fase juvenil tardía se desarrolla en ambientes neríticos (Musick & Limpus 1997). Existen excepciones, como *D. coriacea* que una vez que deja la playa, permanece en la zona oceánica. Sin embargo, se alimenta con frecuencia estacional en ciertas áreas costeras. Igualmente, algunas poblaciones de *L. olivacea* permanecen en el ambiente pelágico toda su vida.

Luego de alcanzar la madurez reproductiva entre los 15 y 50 años, dependiendo de la especie, las tortugas marinas realizan migraciones entre sus zonas de alimentación y de reproducción. Basados en datos de recaptura, se ha registrado que pueden realizar migraciones de más de 2000 km. En las zonas de alimentación y desarrollo convergen individuos de diferentes playas de anidación, pudiéndose identificar su procedencia a través de análisis genéticos, siendo esto de gran utilidad para trazar planes de manejo de conservación que cubran el ciclo de vida completo (Frazier 2001).

Las tortugas marinas han sido componentes únicos que forman parte de sistemas ecológicos complejos, dado que viajan y migran a través de miles de kilómetros y tardan décadas en madurar, siendo indicadores de la salud de la costa y los ambientes marinos a escala local, regional y global. La diversidad de ambientes de los que depende el ciclo de vida de las tortugas marinas implica un esfuerzo de conservación que debe abarcar varios ambientes y extensas áreas, incluyendo la cooperación internacional. Por ello las tortugas marinas son modelos de especies emblemáticas tanto para la conservación local

como internacional (Frazier 1999).

En el presente trabajo se reúne la información referente a la biología, ecología y etología de las tortugas marinas que ocurren en Uruguay obtenida desde 1999 hasta el 2004. Se describen estudios puntuales y metodologías específicas utilizadas en proyectos de investigación y conservación llevados a cabo por Karumbé, así como también datos e información colectada a lo largo de los últimos seis años.

## LAS TORTUGAS MARINAS DE URUGUAY

Uruguay forma parte de una región de importante actividad de varias especies de tortugas marinas, el Atlántico Sur Occidental (ASO) (Fig. 1). De las siete especies de tortugas marinas, cuatro están citadas para aguas uruguayas: verde (*C. mydas*), cabezona (*C. caretta*), siete quillas (*D. coriacea*) y olivácea (*L. olivacea*) (Achaval 2001). Tres de ellas se encuentran catalogadas en peligro de extinción (*C. mydas*, *C. caretta* y *L. olivacea*), mientras que la cuarta especie *D. coriacea* se encuentra catalogada en peligro crítico por la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) (Hilton-Taylor 2000).

La determinación de edades de las tortugas marinas no es sencilla; correctamente se debe referir a animales sexualmente inmaduros o maduros, condición que puede ser determinada por examen de las gónadas o por conocimiento de la historia de vida de un individuo (Frazier 1999). No obstante, no siempre es posible acceder a estas características por lo cual se deben adoptar otros criterios. El tamaño mínimo de las hembras maduras que arriban a las playas de anidación más cercanas es un criterio subjetivo que permite clasificar como probables inmaduras a aquellas tortugas menores a esta medida y como probables adultos a las de igual o mayor tamaño (Pandav *et al.* 1995).

La costa uruguaya es una importante área de alimentación y desarrollo para los juveniles de *C. mydas* (López-Mendilaharsu *et al.* 2003). La tortuga verde es la especie más frecuente en Uruguay, presenta un caparazón con cuatro pares de placas costales de color castaño rojizo a gris oscuro. El tamaño mínimo de las hembras de *C. mydas* en las playas de anidación más cercanas (Isla Trinidad, Brasil) es 101 cm de largo curvo del caparazón (LCC) (Moreira *et al.* 1995), mientras que en la costa uruguaya solamente encontramos individuos juveniles entre 28 y 79.5 cm (Tabla 1). Es común verlas en las puntas rocosas y áreas costeras con importante desarrollo de macroalgas, principalmente en los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha. Las zonas de mayor presencia de individuos a lo largo de la costa uruguaya son Cerro Verde, Punta del Diablo, Valizas (Dpto. Rocha), Piriápolis (Dpto. Maldonado) y San Luis (Dpto. Canelones) (López-Mendilaharsu *et al.* 2003).

La tortuga siete quillas (*D. coriacea*) es de hábitos pelágicos y es la tortuga de mayor tamaño del mundo, un adulto puede llegar a medir 2 m de largo total y pesar hasta 700 kg (Fig. 2). El caparazón de esta tortuga es semejante a cuero flexible, con siete quillas dorsales

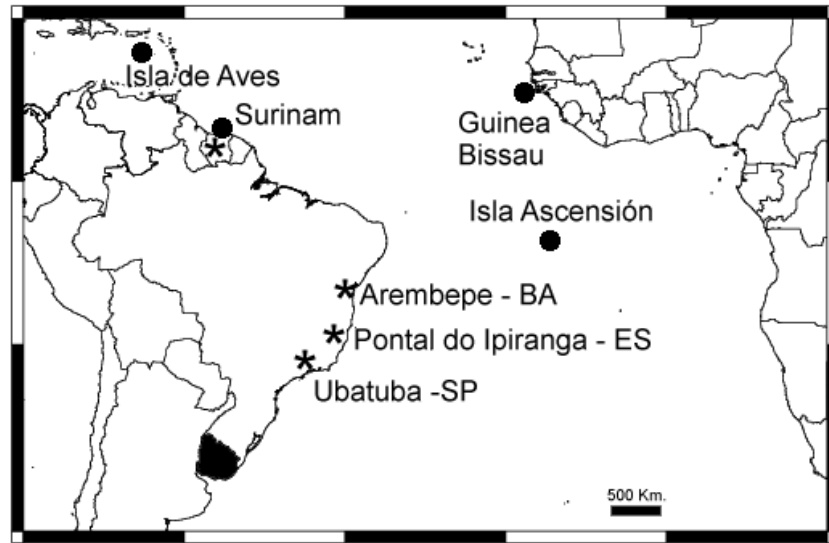


Figura 1. Ubicación de las principales playas de anidación de tortuga verde (*C. mydas*) que contribuyen al stock presente en la costa de Uruguay (círculos negros), y localidades donde fueron marcadas tortugas recapturadas en Uruguay (asteriscos negros).



Figura 2. Tortuga siete quillas (*Dermochelys coriacea*) varada en La Floresta (Dpto. Canelones), en mayo de 2005.

longitudinales, sin escudos. La piel es de color negro con manchas blancas sin escamas. Su alimentación es a base de medusas. En base al tamaño mínimo de las hembras en las playas de anidación de la Guyana Francesa (M. Godfrey, com. pers.), se clasificaron como inmaduros a los individuos de LCC < 137 cm y como adultos a aquellos individuos de LCC igual o mayor a 137 cm. La mayoría de los ejemplares que se encuentran en la costa uruguaya miden entre 123 y 171 cm de LCC (Tabla 1). Ocasionalmente se las puede observar en aguas costeras durante los meses de verano y no es raro que algunas sean capturadas incidentalmente por pesquerías artesanales e industriales (Fallabrino *et al.* 2006; Miller *et al.* en prensa). Sin embargo, aún se desconoce si la costa uruguaya representa un área de alimentación y/o corredor migratorio para esta especie.

La tortuga cabezona (*C. caretta*) presenta un caparazón de color castaño compuesto por cinco pares de placas costales y cinco centrales y su cabeza es proporcionalmente mayor al resto de las especies. El tamaño mínimo de las hembras de esta especie en las playas de anidación ubicadas en la costa brasileña es 83 cm (TAMAR datos no publicados). En Uruguay generalmente se ven individuos inmaduros y adultos de 51 a 112 cm de LCC (Tabla 1) en aguas costeras y de la plataforma continental, donde se alimentan preferentemente de moluscos y crustáceos.

La cuarta especie es la tortuga olivácea (*L. olivacea*). Es la más pequeña de las tortugas marinas. Con un caparazón tan largo como ancho, presenta seis o más placas costales y cinco centrales. Se alimenta de crustáceos, moluscos y tunicados. Es muy rara en Uruguay, existiendo sólo cinco registros, tres en el Dpto. de Rocha (Estrades & Achaval 2003) y recientemente dos en la costa del Dpto. de Canelones (Laporta com. pers.). El tamaño de los individuos en Uruguay varió entre los 48 y 61 cm, todos ellos correspondientes a estadios inmaduros debido a que el tamaño mínimo de las hembras en las playas de Sergipe (Brasil) es 64 cm de LCC (TAMAR datos no publicados).

## DIETA Y HÁBITOS ALIMENTICIOS

### Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

Durante los primeros años de vida en aguas abiertas (pelágicas) del océano las tortugas verdes presentan una dieta principalmente carnívora (Bjorndal 1985; Musick & Limpus 1997). En cambio, en ambientes costeros los estadios juveniles y adultos son predominantemente herbívoros (Bjorndal 1997). Estos hábitat de alimentación y/o desarrollo pueden ser utilizados de manera tempo-

**Tabla 1.** Tallas de los ejemplares de tortugas marinas varadas (vivas o muertas) y capturadas desde 1999 hasta 2004. N=número de individuos, Media (cm), De=desvío estándar (cm), Max=Máximo y Min=Mínimo (cm).

Especie	Estadios inmaduros					Estadios maduros				
	N	Media	DE	Max	Min	N	Media	DE	Max	Min
<i>C. mydas</i>	429	41.4	6.0	79.5	28.0	-	-	-	-	-
<i>D. coriacea</i>	5	128.6	7.2	136.5	122.7	20	149.5	7.2	171.1	139.0
<i>C. caretta</i>	124	68.6	8.0	82.9	51.4	53	96.0	8.3	111.5	83.0
<i>L. olivacea</i>	5	55.1	5.5	61.0	47.5	-	-	-	-	-

ral o residente (Mendonça & Erhart 1982; Musick & Limpus 1997). Hasta hace un par de años, la mayor parte de la información disponible sobre los hábitos alimenticios de las tortugas verdes en el Atlántico Sur incluían estudios puntuales realizados en Brasil, en particular en la costa de Ceará (Ferreira 1968), litoral N de San Pablo (Sazima & Sazima 1983) y Rio Grande do Sul (Pinedo *et al.* 1998; Bugoni *et al.* 2003). En Uruguay no existía ninguna referencia sobre la dieta de esta especie hasta el año 2002, cuando Calvo *et al.* (2003) analizaron el contenido estomacal de siete tortugas verdes juveniles que vararon muertas a lo largo de la costa uruguaya, desde Montevideo (Río de la Plata) hasta La Coronilla (Océano Atlántico). La dieta se compuso principalmente de algas, 12 especies en total (nueve rojas, dos verdes y una parda). También se encontraron algunos fragmentos de mejillones y plásticos probablemente ingeridos accidentalmente (Tabla 2). No se pudo determinar la importancia relativa de cada componente alimenticio en la dieta ya que no se tomaron medidas de volumen o abundancia, aunque sí se determinó la frecuencia de ocurrencia de los mismos. El alga verde *Ulva lactuca* fue la especie más frecuente, encontrándose en todos los estómagos analizados (n=7), seguida de las algas rojas *Chondracanthus teedi* y *Polysiphonia* sp. (Tabla 2). Más recientemente se estudiaron los hábitos alimenticios de tortugas verdes juveniles en dos de sus principales áreas de alimentación en Uruguay, Cerro Verde (Rocha) y San Luis (Canelones) (López-Mendilaharsu *et al.* 2003). En este estudio se analizaron los contenidos estomacales de 11 tortugas muertas incidentalmente en redes de pesca, cinco provenientes de Cerro Verde y seis de San Luis, y se efectuó la técnica de lavado esofágico a un pequeño grupo (n=3) de tortugas capturadas vivas en Cerro Verde.

Se cuantificó la abundancia (% volumen) y frecuencia de ocurrencia de los ítems alimenticios, y se compararon las especies consumidas entre localidades. Las algas verdes *Ulva lactuca* y *Ulva fasciata* fueron agrupadas como *Ulva* spp. debido a que los pequeños fragmentos encontrados no pudieron ser identificados a nivel de especie. El alga verde *Ulva* spp. fue el componente más frecuente y abundante en la dieta de las tortugas provenientes de ambas áreas de alimentación. Sin embargo, de las 12 especies de algas encontradas solamente tres de ellas - *Ulva* spp. y las dos especies del género *Chondracanthus* fueron consumidas por las tortugas en ambas localida-

des (Tabla 3). A partir de la técnica del lavado esofágico (Forbes & Limpus 1993) se obtuvieron resultados similares, siendo *Ulva* spp. el componente alimenticio más frecuentemente recuperado seguido de *Chondracanthus acicularis* (López-Mendilaharsu *et al.* 2003). Esta información es necesaria para interpretar adecuadamente la ecología alimenticia de *C. mydas* en la región, y determinar los recursos alimenticios más importantes que permitan identificar sus hábitats críticos, para poder implementar medidas de manejo adecuadas para proteger esta especie en peligro de extinción. Es por esto que estudios de preferencias alimenticias que incluyan la evaluación de la vegetación presente en estas áreas y el análisis de la dieta de un mayor número de tortugas es prioritario (Ver Darré Castell *et al.* 2005).

**Tabla 2.** Frecuencia de ocurrencia (F%) de ítems recuperados de los estómagos de *C. mydas* (n=7) a lo largo de la costa uruguaya (Calvo *et al.* 2003).

Ítems alimenticios	F %
<b>Chlorophyta</b>	
<i>Ulva lactuca</i>	100
<i>Codium</i> sp.	14
<b>Rhodophyta</b>	
<i>Pterocladia capillacea</i>	29
<i>Polysiphonia</i> sp.	43
<i>Cryptopleura ramosa</i>	14
<i>Chondracanthus acicularis</i>	43
<i>Chondracanthus teedei</i>	29
<i>Gelidium pusillum</i>	14
<i>Grateloupia doryphora</i>	14
<i>Hypnea musciformis</i>	14
<i>Porphyra pujalsiae</i>	14
<b>Phaeophyta</b>	
<i>Levringia brasiliensis</i>	14
Moluscos (restos mejillones)	14
<b>Plásticos</b>	14

#### Tortuga cabezona (*Caretta caretta*)

La tortuga cabezona (Fig. 3) presenta una dieta mayoritariamente carnívora durante toda su vida. En sus primeros años de vida se alimenta de invertebrados pelágicos. Los estadios juveniles tardíos y adultos se encuentran en zonas costeras templadas, alimentándose de invertebrados bentónicos y restos de peces (Musick & Limpus 1997).

**Tabla 3.** Volumen relativo medio (V%) y frecuencia de ocurrencia (F%) de los ítems alimenticios recuperados de los estómagos de *C. mydas* de Cerro Verde (Rocha) y San Luis (Canelones). ES=Error Estándar; T=traza. (López-Mendilaharsu *et al.* 2003)

Ítems alimenticios	Cerro Verde (n=5)		San Luis (n=6)	
	V% Media (ES)	F%	V% Media (ES)	F%
<b>Chlorophyta</b>				
<i>Ulva</i> sp.	39.1 (15.9)	100	53.5 (15.7)	83
<i>Enteromorpha</i> sp.	-	-	15.4 (10.9)	33
<b>Rhodophyta</b>				
<i>Pterocladia capillacea</i>	27.5 (14.9)	100	-	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	T	20	2.9 (2.9)	17
<i>Chondracanthus teedei</i>	21.1 (12.7)	80	2.6 (2.6)	17
<i>Polysiphonia virgata</i>	T	20	-	-
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	-	-	19.2 (13.4)	33
<i>Gelidium pusillum</i>	-	-	3.8 (3.8)	17
<i>Grateloupia doryphora</i>	12.0 (10.8)	60	-	-
<i>Grateloupia filicina</i>	T	20	-	-
<b>Phaeophyta</b>				
<i>Petalonia</i> sp.	1.1 (11.0)	20	-	-
<b>Moluscos</b>				
Fragmentos de mejillones	-	-	2.6 (2.6)	17



**Figura 3.** Tortuga cabezona (*Caretta caretta*) regresando al mar en La Coronilla, en enero de 2005.

Existen únicamente dos antecedentes relativos a la alimentación de esta especie en aguas uruguayas, de los cuales sólo uno refiere a la zona costera. Gudynas (1980) reporta para el contenido estomacal de un individuo varado restos de moluscos gasterópodos (*Zidona dufresnei* y *Costoanachis sertulariarum*), bivalvos *Mactra janeiroensis* y decápodos (*Platyxanthus crenulatus* y *Libinia spinosa*), todos organismos que habitan por lo general fondos de no más de 50 m de profundidad.

Scarabino *et al.* (en prep.) reportan el análisis de 26 contenidos estomacales obtenidos en la costa uruguaya del estuario del Río de la Plata (Montevideo y Costa de Oro, n=7) y Océano Atlántico (Dpto. de Rocha, n=19). Incluyen 23 individuos varados y dos individuos captu-

rados durante operaciones de pesca comercial. Veintitrés individuos fueron identificados como inmaduros (LCC <83 cm). El remanente fueron ejemplares adultos. Para este análisis se colectó el contenido del tubo digestivo pero no se realizó la búsqueda de cnidocitos en las paredes de éste para detectar la posible ingestión de medusas. El análisis de los contenidos indica que el área estudiada constituye una zona de alimentación para *C. caretta*, la más austral reportada para el Atlántico Sur Occidental. En la costa atlántica uruguaya esta especie se alimenta principalmente de los moluscos gasterópodos de tamaño medio a grande (*Tonna galea*, *Cymatium parthenopeum*, *Buccinanops cochlidium*, *Z. dufresnei*) y crustáceos decápodos (*L. spinosa*, *Dardanus insignis*, *Loxopagurus loxochelis*, *Hepatus pudibundus*, *P. crenulatus*, *Platyxanthus patagonicus* y *Portunidae*). Se detectó también un número importante de actinias (Cnidaria, Anthozoa), las cuales son epibiontes de *L. spinosa* y *B. cochlidium*. En tres contenidos se detectó la presencia de zooplancton gelatinoso indeterminado y *Lepas anatifera* (Crustacea Cirripedia), lo cual indicaría que aún en zonas costeras *C. caretta* se alimenta de organismos ubicados en la columna de agua. Por otra parte, en el Río de la Plata se encontró principalmente restos de peces (*Brevoortia aurea* -lacha-, *Micropogonias furnieri* -corvina blanca-, *Macrodon ancylodon* -pescadilla de red-, *Trichurus lepturus* -sable- y *Prionotus* sp. -testolín-) y del caracol invasor *Rapana venosa*. Esas especies de peces, y en particular algunas de las tallas encontradas, coinciden con las del descarte de la pesca comercial costera desarrollada en aguas uruguayas (Rey *et al.* 2000). Dos de los contenidos de ejemplares del Río de la Plata contenían además de restos de peces, numerosos individuos del pequeño caracol *Buccinanops deformis*. Esto se interpreta como el resultado de haber ingerido los peces en el fondo, ya que al ser *B. deformis* una especie carroñera que detecta rápidamente el pescado fresco, estos caracoles habrían sido ingeridos accidentalmente. El registro de *R. venosa* como presa de *C. caretta* representa la primera observación predatoria sobre esta especie en el área, cuya presencia fue detectada en el Río de la Plata desde 1998 (Scarabino *et al.* 1999).

#### **Tortuga siete quillas (*Dermochelys coriacea*)**

Si bien existe alguna información sobre los ítems de dieta de *D. coriacea*, las observaciones sobre sus áreas de alimentación y ecología son escasas a escala mundial. Básicamente esta especie se alimenta de medusas y fisalias (Scyphozoa y Siphonophora), aunque se han registrado en menor proporción anfípodos, tunicados y peces (Bjørndal 1997).

La presencia de medusas de la familia Discomedusae es reportada en un contenido estomacal de un espécimen de *D. coriacea* capturado en aguas costeras cercanas a Piriápolis, en mayo de 1969. Junto a las medusas se observaron ejemplares juveniles del cangrejo araña *L. spinosa*, los cuales colonizan el atrio de las mismas y fueron ingeridos incidentalmente (Gudynas 1980; Frazier *et al.* 1985).

## COMENSALES Y PARÁSITOS

Los caparzones y cuerpos de las tortugas marinas son un excelente sustrato para varias especies marinas, manteniendo relaciones de comensalismo y parasitismo sobre las mismas. Diferentes epibiontes se han registrado para *C. caretta* y *C. mydas* en especímenes juveniles y adultos varados y capturados en la costa uruguaya del Río de la Plata y Océano Atlántico.

Frecuentemente se observan caparzones colonizados por ejemplares de los géneros *Chelonibia* y *Platylepas* (Crustacea Cirripedia). También se han registrado ocasionalmente *Balanus* spp., *Lepas* spp., *Conchoderma* spp. (Crustacea Cirripedia), numerosas colonias de *Membranipora* sp. (Bryozoa) y al menos dos especies de algas (Estrades obs. pers.).

Como ejemplo de parasitismo se ha detectado la presencia de adultos y puestas de la sanguijuela marina *Ozobranchus margoí* (Annelida Hirudinea) en individuos vivos capturados de *C. mydas* y *C. caretta*. Esta especie ocupa preferentemente la zona inguinal de las tortugas, rodeando la cloaca y las aletas posteriores (Estrades obs. pers.).

## ESTIMACIÓN DE ACTIVIDAD

Para identificar las áreas de mayor densidad de individuos de *C. mydas* a lo largo de la costa uruguaya se realizó un estudio que incluyó entrevistas, avistamientos, registro de capturas incidentales en la pesca artesanal y censos preliminares, de acuerdo a la técnica propuesta por Diez & Ottenwalder (1999).

Una vez identificada la zona de Cerro Verde como el lugar con mayor cantidad de juveniles de *C. mydas* (López-Mendilaharsu *et al.* 2003), los esfuerzos en la colecta de datos se concentraron en esa área durante el mes de enero de 2003. De observaciones *ad libitum* realizadas en temporadas anteriores, se pudo observar que estos reptiles salían a la superficie a respirar y con una frecuencia de aparición variable a lo largo del día, durante las estaciones del año y con respecto a las tres zonas de observación en Cerro Verde: mirador Rocoso (33°56'39 S, 53°30'30 W), mirador Verdoso (33°56'43 S, 53°30'24 W) y mirador Zorro (33°56'36" S, 53°30'33 W). Los objetivos de este trabajo fueron: 1) identificar aquellas zonas de Cerro Verde donde existiera mayor concentración de individuos, para luego concentrar futuros esfuerzos de investigación en esas zonas, y 2) determinar si existían diferencias en cuanto a la actividad de los individuos durante las horas del día y durante las distintas estaciones del año. Para esto se entrenó a los observadores con el fin de estandarizar el registro. Es de destacar que no existe a nivel internacional un emprendimiento similar que comprenda la observación directa, continuada y estandarizada con el fin de estimar las actividades de tortugas marinas. En las tres zonas de observación se utilizó un muestreo de barrido (Lenher 1979; Martín & Bateson 1991) de cinco minutos de duración separado por intervalos de muestreo de diez minutos. En cada punto de muestreo se registró la actividad de los indivi-

duos, como criterio de actividad se tomó las veces que la cabeza de uno o varios individuos emergía del agua. Dentro de cada punto de muestreo se calculó la frecuencia de aparición (e.g.  $15/5'=3$ ) luego se calculó el promedio de las frecuencias en base a las tres horas de observación. El período de muestreo se dividió en dos: tres horas de observación en la mañana, a partir de las 9:00 y tres horas de observación en la tarde, a partir de las 15:00, para cada mirador. Con ello se generaron dos variables para cada mirador (Tabla 4). Para determinar si existían diferencias significativas entre las variables se utilizó el test de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que la mayor actividad de los individuos ocurre en el mirador Rocoso en la tarde ( $H=53.020$ ;  $p<0.001$ ).

**Tabla 4.** Valor medio, desvío estándar (DE) y normalidad ( $p=n.s$ ) de las variables ZM=Zorro en la mañana, ZT=Zorro en la tarde, RM=Rocoso en la mañana, RT=Rocoso en la tarde, VM=Verdoso en la mañana, VT=Verdoso en la tarde. Normalidad y homogeneidad de varianzas fueron probadas con el test Kolmogorov-Smirnov y el test Cochran-C respectivamente.

Variable	N	Media	DE	Rango
ZM	27	6.246	1.184	6.200
ZT	25	0.514	0.107	1.969
RM	30	0.696	2.233	7.392
RT	33	3.711	2.233	7.392
VM	28	1.483	1.382	4.477
VT	25	1.466	1.722	5.692

Resultados preliminares de telemetría (mediante el uso de transmisores de radio) muestran que la actividad de los individuos presenta dos máximos, uno entre 9-13 h y otro entre 16-18 h. La toma de datos mediante el uso de transmisores de radio (Fig. 4) se realizó entre diciembre de 2003 y mayo de 2004. Por lo tanto dichos resultados apoyan aquellos obtenidos mediante métodos de observación (López-Mendilaharsu *et al.* 2005).



**Figura 4.** Tortuga verde (*Chelonia mydas*) con radiotransmisor regresando al mar en La Coronilla, en enero de 2004.



### ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE INDIVIDUOS Y PERMANENCIA EN CERRO VERDE

Censos preliminares realizados en Cerro Verde entre noviembre 2001 y enero 2003 constataron la presencia de *C. mydas* a excepción de los meses invernales, julio y agosto (Fig. 5). Estas observaciones fueron realizadas en la mañana durante un período promedio de tres horas. Se interpreta que las tortugas migraron hacia otra zona durante los meses fríos o permanecen en la misma zona pero no son visibles.

### BRUMACIÓN EN TORTUGAS VERDES

La brumación se define como el estado de aletargamiento o dormancia de los organismos ectotermos que ocurre en los meses de invierno como respuesta al descenso gradual de la temperatura, con el fin de reducir el gasto energético durante estos períodos de prolongada inactividad (Gregory 1982). Los registros de dormancia invernal o brumación en tortugas marinas son muy escasos. Las primeras evidencias que demuestran este comportamiento se registraron mediante observación directa de ejemplares reposando en el fondo; marcas producidas por su permanencia en el sedimento y presencia de macroalgas sobre el caparazón. Este fenómeno ha sido reportado en zonas templadas de Norteamérica para *C. mydas* en Baja California, México (Felger *et al.* 1976) y para *C. caretta* en Cabo Cañaveral, Florida (Carr *et al.* 1980). Mientras los individuos se encuentran aletargados en el fondo la fauna epibiótica se adhiere a su caparazón, siguiendo un orden de sucesión determinada, la que es utilizada como un indicador del tiempo que el animal estuvo en el fondo el mar. Castro *et al.* (en prensa a) encontraron epibiontes inusuales como *Balanus* sp. y el alga *Ulva lactuca* en juveniles de tortuga verde en Uruguay. Es de destacar que en los meses de diciembre-enero los individuos hallados presentaron un estado de sucesión avanzado caracterizado por el mejillón *Mytilus edulis* y *Ulva lactuca*. Un ejemplar capturado en Cerro

Verde, poseía a su vez una diversa comunidad de macroinvertebrados habitando la matriz de *M. edulis*, indicando una comunidad relativamente estabilizada que coincide con la fauna de fondos rocosos submareales de la localidad. La edad determinada para los mejillones que se encontraban en este ejemplar fue de tres meses.

Estos resultados apoyan la hipótesis de una presencia anual de *C. mydas* en aguas uruguayas. El hecho de no observar individuos durante los meses invernales no es indicador de no ocurrencia. Aquí, otra vez la telemetría de radio apoya estos resultados, ya que se constató la presencia de tres tortugas verdes juveniles que estaban siendo monitoreadas desde el verano, en los meses de invierno (junio y agosto) (López-Mendilaharsu *et al.* 2005).

### MARCAJE Y RECAPTURA

Los estudios de marcaje y recaptura de individuos adultos y juveniles han aportado considerablemente al conocimiento de las migraciones de las tortugas marinas. Basados en la recuperación de marcas metálicas o plásticas colocadas en las aletas, se han podido establecer las rutas de migración de varias poblaciones anidadoras (Bowen 1994).

La información relativa a los desplazamientos de tortugas marinas a nivel regional es escasa, proviniendo aquella referente a Uruguay del Programa Nacional de Marcaje de Tortugas Marinas llevado adelante por Karumbé.

Las recapturas de *C. mydas* en Brasil previamente marcadas en Uruguay (tres ejemplares marcados a inicios del otoño y recapturados en Brasil en primavera) y viceversa (un individuo marcado en julio en Brasil y recapturado a fines del verano en Uruguay) evidencian la posible existencia de migraciones estacionales entre áreas de alimentación en el Atlántico Sur Occidental (Tabla 5). Sin embargo, el hallazgo de tortugas con hipotermia durante los meses de invierno y primavera, y los indicios de eventos de brumación o períodos de

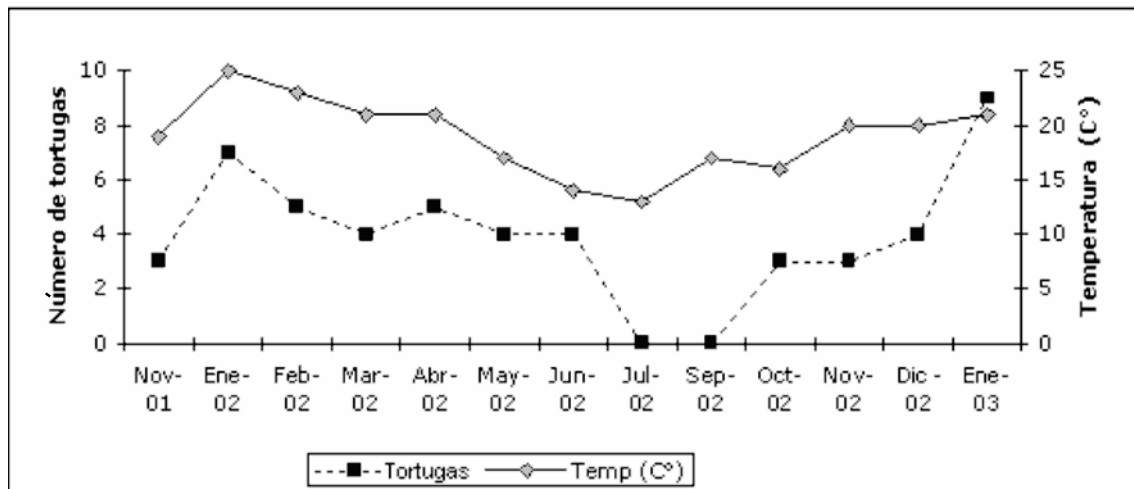


Figura 5. Estimación del número de tortugas y temperatura de la superficie del mar durante noviembre 2001 a enero 2003.

dormancia demostraron que algunas tortugas permanecen en el área aún durante los periodos de baja temperatura del agua.

Con respecto a *C. caretta* solamente se han reportado cuatro recapturas. Tres correspondieron a hembras adultas marcadas en playas de anidación en Brasil por el proyecto TAMAR, que posteriormente fueron encontradas muertas en aguas uruguayas; una de ellas varó en Punta del Diablo (Almeida *et al.* 2000), mientras que las otras dos fueron capturadas incidentalmente por barcos arrastreros en el Río de la Plata (Laporta & López 2003; Miller com. pers.). El cuarto reporte corresponde a un individuo juvenil que varó vivo en Montevideo en mal estado y fue liberado al poco tiempo por el grupo Rescate Eco Marítimo - REM que le colocó una marca plástica en su aleta izquierda. Un mes después la tortuga varó nuevamente en la zona aledaña a la Reserva Ecológica Costanera Sur (Buenos Aires) y fue transportada al Zoológico de Buenos Aires para su rehabilitación (Albareda com. pers.) (Tabla 5).

#### ANÁLISIS MOLECULARES

A pesar de su utilidad, la técnica de marcaje con placas metálicas exhibe varias limitaciones. Además de ser muy largo el tiempo que conlleva generar un número significativo de individuos marcados, la vida útil de la marca es corta y su aplicación relativamente traumática para la tortuga.

Una alternativa al uso de placas es la utilización de variantes a nivel del ADN (nuclear o mitocondrial) que actúan como verdaderas marcas genéticas. Este tipo de marcas ya están presentes en todos los individuos de una población, son indelebles y menos traumáticas en el mo-

mento de la obtención de muestras para el análisis. Los marcadores genéticos se han utilizado con éxito en tortugas marinas en estudios de estructura demográfica, comportamiento migratorio, viabilidad poblacional, entre otros (Formia 2002).

La gran mayoría de los estudios moleculares realizados hasta el momento en tortugas marinas, han utilizado como material genético el ADN mitocondrial (ADNmt). Este se caracteriza por presentar herencia materna, por lo que las variantes (haplotipos), pueden ser utilizadas para revelar el linaje materno.

El empleo del ADNmt ha tenido resultados exitosos en estudios filogeográficos de tortuga verde del Océano Atlántico y también ha contribuido a revelar su estructura poblacional, comportamiento reproductivo y patrones migratorios (Bowen *et al.* 1992; Allard *et al.* 1994; Lahanas *et al.* 1994; Norman *et al.* 1994; Bowen & Avise 1995; Encalada *et al.* 1996; Lahanas *et al.* 1998). Del mismo modo, los marcadores de ADNmt son muy útiles en el momento de definir las unidades de manejo para la conservación (UM). Las UM representan "poblaciones con una divergencia significativa de la frecuencia alélica de un loci nuclear o mitocondrial, sin importar la relación filogenética de los alelos" (Moritz 1994). Esto sucede porque el cambio de las frecuencias alélicas, como consecuencia del aislamiento geográfico, responde más rápidamente que el cambio en los patrones filogenéticos. El ADNmt es especialmente útil para detectar los límites entre UM ya que tiende a ser más propenso al efecto de la deriva génica que los loci nucleares. Conociendo la estructura genética de las poblaciones anidadoras en base al ADNmt se pueden establecer UM demográfica y geográficamente discretas.

**Tabla 5.** Recaptura de tortugas previamente marcadas en diversas zonas en el Atlántico Occidental. CM=*C. mydas*; CC=*C. caretta*; Ind.=indeterminado; H=hembra.

Especie	Estadio	Sexo	Lugar de marcaje	Mes/Año	Lugar de recaptura	Estado	Mes/Año	Referencia
CM	Juvenil	Ind.	Leonsberg (Surinam)	04/1977	Valizas (Rocha, Uruguay)	muerta	03/1979	Reichart (1978)
CM	Juvenil	Ind.	Ubatuba (SP-Brasil)	07/2002	Piriápolis (Maldonado, Uruguay)	muerta	03/2003	López-Mendilaharsu <i>et al.</i> (2003)
CM	Juvenil	Ind.	La Coronilla (Rocha, Uruguay)	04/2003	Hermenegildo (RS-Brasil)	viva	10/2003	J. Soto, com. pers.
CM	Juvenil	Ind.	La Coronilla (Rocha, Uruguay)	04/2003	Enseada de Armação de Itapocoroy (SC-Brasil)	muerta	10/2003	J. Soto, com. pers.
CM	Juvenil	Ind.	La Coronilla (Rocha, Uruguay)	04/2004	Farol da Conceição (RS-Brasil)	viva	9/2004	L. Bugoni, com. pers.
CC	Adulto	H	Pontal do Ipiranga (ES-Brasil)	11/1991	Punta del Diablo (Rocha, Uruguay)	muerta	04/1999	Almeida <i>et al.</i> (2000)
CC	Adulto	H	Arembepe (BA-Brasil)	10/1995	Banco Rouen (Río de la Plata)	muerta	03/2002	Laporta & López (2003)
CC	Juvenil	Ind.	Montevideo (Uruguay)	11/1998	Buenos Aires (Argentina)	viva	12/1998	Albareda (1999)

### Estudios genéticos en tortuga verde *Chelonia mydas*

Se procesaron 20 muestras de tortuga verde juvenil que sirvieron para explorar en forma inicial la composición del stock genético del área de alimentación y desarrollo de Uruguay. Entre las muestras examinadas se identificaron los siguientes seis haplotipos, todos ellos previamente descritos para playas de anidación del Océano Atlántico (Lahanas *et al.* 1994; Encalada *et al.* 1996; Lahanas *et al.* 1998; Formia 2002):

CM5	---	México, Isla de Aves, Surinam y São Tome
CM6	---	Bioko, Isla Ascensión, Surinam y São Tome
CM8	---	Bioko, Isla Ascensión, Guinea Bissau, São Tome, Príncipe y Atol das Rocas
CM9	---	Isla Ascensión y Atol das Rocas
CM10	---	Isla Ascensión
CM24	---	Isla Ascensión

Los resultados de éste análisis preliminar no detectaron ningún nuevo haplotipo, lo que apoya la hipótesis de que el stock de juveniles de Uruguay tendría una contribución de playas de anidamiento ya caracterizadas (Caraccio *et al.* 2006). Esto facilitaría con posteriores estudios genéticos, el esclarecimiento del ciclo de vida y las rutas migratorias. Asimismo, la gran variabilidad haplotípica observada en tan limitado número de muestras sugiere que en la zona de alimentación y desarrollo de juveniles de tortuga verde de Uruguay, convergen poblaciones de un importante número de playas de anidación.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible priorizar estudios en áreas geográficas críticas para las especies aquí tratadas y establecer perspectivas de investigación a efectos de llenar ciertos vacíos en el conocimiento de relevancia para su conservación:

- Establecer el "home range" y movimientos locales de *C. mydas* en sus principales áreas de alimentación en la costa uruguaya. Determinar el tiempo de residencia de esta especie en estas áreas y sus posibles migraciones estacionales mediante el uso de telemetría de radio y satelital;
- Realizar estudios de brumación y actividad de *C. mydas* durante los meses de baja temperatura del agua;
- Realizar un estudio detallado de las especies consumidas por *D. coriacea* en aguas de la costa uruguaya;
- Generar información referente a los movimientos y migraciones de *D. coriacea* en aguas uruguayas y del Atlántico Sur Occidental. Vincular esta información con variables biológicas y ambientales para detectar las probables zonas de concentración de esta especie en el Atlántico Sur a través de estudios de telemetría satelital;
- Establecer el uso de hábitat y movimientos de los estadios inmaduros de *C. caretta* a través de datos obtenidos por parte de observadores a bordo y personal capacitado en la flota industrial;

f) Lograr la caracterización del stock genético de *C. mydas*, *C. caretta* y *D. coriacea* para determinar su procedencia;

g) Impulsar la generación de recursos económicos nacionales para permitir estudios auto-sustentables a largo plazo en áreas clave en Uruguay;

h) Incentivar la apertura de llamados para proyectos de investigación y conservación a nivel nacional; y

i) Obtener apoyo logístico gubernamental para el desarrollo y continuación de tales estudios en Uruguay.

### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La importancia destacada de Cerro Verde como área de alimentación y desarrollo para la especie *C. mydas* (López-Mendilaharsu *et al.* 2003; 2005; Caraccio *et al.* 2006) ha permitido generar a través de diversos estudios valiosa información guiada a la protección de estos habitats críticos y su futura inclusión dentro del Sistema Nacional de Áreas protegidas en el Uruguay (Andrade 2004; Castro 2004 y Castro *et al.* 2005).

El estuario del Río de la Plata representa una importante zona de alimentación y desarrollo para *C. caretta*, en estadios inmaduros y adultos. Esta especie es amenazada por la pesca de arrastre de fondo costero que opera en dicha zona, por lo cual creemos que es necesario enfocar los esfuerzos de conservación en reducir las capturas incidentales (ver Laporta *et al.* en este volumen) y al mismo tiempo continuar con los estudios de distribución y dieta para poder determinar como es el uso de hábitat de *C. caretta* en esta zona.

La determinación de las posibles rutas migratorias utilizadas por *D. coriacea* en aguas del Atlántico Sur permitirá detectar si las mismas coinciden con las principales zonas de pesca de la flota industrial con el fin de implementar medidas de mitigación para disminuir la mortalidad de esta especie en peligro crítico de extinción.

Los estudios de telemetría satelital en conjunto con los análisis moleculares son de vital importancia para el manejo y conservación de esta especie a nivel internacional dado que es necesario trabajar en conjunto con aquellos países en los que estas poblaciones se ven afectadas.

### AGRADECIMIENTOS

A BP Conservation Programme, National Fish and Wildlife Foundation, Padi Foundation, Project Aware Foundation, People's Trust for Endangered Species por el apoyo económico para la realización los proyectos de investigación. A Angela Formia por brindarnos la posibilidad de realizar los primeros análisis moleculares en tortuga verde juvenil de Uruguay en la Universidad de Cardiff, Gales, UK. A Francisco Panzera y Ruben Pérez por permitirnos continuar con estos análisis en el Laboratorio de Genética de la Facultad de Ciencias (Montevideo). Al SEPAE (Servicio de Parques del Ejército), Junta Local de La Coronilla y vecinos, en especial Toto Sanguinetti, Familia Romero, Toto Veiga por su invaluable

apoyo. A Javier Coll por su asesoría y orientación en la identificación de las algas. A Carlos Romero por su enorme ayuda y asistencia en el trabajo de campo. A todos los voluntarios nacionales y extranjeros que a lo largo de los años han colaborado en la etapa de colecta de las muestras. Un especial agradecimiento a Diana Méndez y Rossana Berrini por su apoyo todos estos años.

## REFERENCIAS

- Achaval F** 2001 Actualización sistemática y mapas de distribución de los reptiles del Uruguay. Smithsonian Herpetological Information Service 129:1-21+mapas
- Åkesson S Broderick AC Glen F Godley BJ Luschi P Papi F & GC Hays** 2003 Navigation by green turtles: which strategy do displaced adults use to find Ascension Island? *Oikos* 103:363-372
- Allard MW Miyamoto MM Bjørndal KA Bolten AB & BW Bowen** 1994 Support for natal homing in green turtles from mitochondrial DNA sequences. *Copeia* 1994:34-41
- Almeida AP Baptiste C & JA Schneider** 2000 Loggerhead turtle tagged in Brazil found in Uruguay. *Marine Turtle Newsletter* 87:10
- Andrade MJ** 2004 Presentación de un área de un área prioritaria para la conservación en el departamento de Rocha - Paso fundamental para la aplicación de los Criterios de Selección de Áreas Marinas Protegidas de la UICN. Tesis de Pasantía, Licenciatura en Ciencias Biológicas (Profundización Ecología), Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 51 pp. (Inédita)
- Avise JC Bowen BW Lamb T Meylan AB & G Bermingham** 1992 Mitochondrial DNA evolution at a turtle's space: evidence for low genetic variability and reduced microevolutionary rate in the Testudines. *Molecular Biology and Evolution* 9:457-473
- Bjørndal KA** 1985 Nutritional ecology of sea turtles. *Copeia* 1985:736-751
- Bjørndal KA** 1997 Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp 199-232. *In: Lutz & Musick (eds) The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Bowen BW & JC Avise** 1995 Conservation genetics of marine turtles. Pp 190-237 *In: Avise & Hamrick (eds) Conservation genetics: case histories from nature*. Chapman & Hall, New York
- Bowen BW Kamezaki N Limpus CJ Hughes GR Meylan AB & JC Avise** 1994 Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes. *Evolution* 48:1820-1828
- Bowen BW Meylan AB Ross JP Limpus CJ Balaz GH & JC Avise** 1992 Global population structure and natural history of green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. *Evolution* 46:865-881
- Bugoni L Krause L & MV Petry** 2003 Diet of Sea Turtles in Southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 4(3):685-688
- Calvo V Lezama C López-Mendilaharsu M Fallabrino A & J Coll** 2003 Stomach content analysis of stranded juvenile green turtles in Uruguay. Pp 203-204 *In: Seminoff (comp) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503
- Caraccio MN Formia A Hernandez M Fallabrino A & M Bruford** 2006 Preliminary mixed stock analysis of juvenile green turtles in Uruguay using mitochondrial DNA sequences. Pp 110 *In: Pilcher (comp) Proceedings of the Twenty-third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-536
- Carr A Ogren L & C Mc Vea** 1980 Apparent hibernation by the Atlantic loggerhead turtle off Cape Canaveral, Florida. *Biological Conservation* 19:7-14
- Castro Prieto J Laporta M Scarabino F López-Mendilaharsu M Fallabrino A & G Riestra** En prensa a Presence of unusual epibionts on Juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*): ¿Are They Evidence of Brumation in Uruguayan Waters? *Proceedings of the Twenty-four Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, Costa Rica.
- Castro-Prieto JH** 2004 Propuesta para la implementación de la primer Área Marina Protegida en Uruguay. Justificación y Zonificación. Tesis de Pasantía, Licenciatura en Ciencias Biológicas (Ecología), Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 29 pp. (Inédita)
- Castro J Andrade MJ Ríos M & A Fallabrino** 2005 Cerro Verde: ¿La primera Area Marina Protegida en Uruguay?. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (VIII Jornadas de Zoología del Uruguay & II Encuentro de Ecología del Uruguay):51
- Crouse DT Crowder LB & H Caswell** 1987 A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology* 68(5):1412-1423
- Darré Castel E López-Mendilaharsu M & G Izquierdo** 2005 Hábitos alimentarios de juveniles de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Cerro Verde, Rocha-Uruguay. Pp 15-18 *In: II Jornada de Conservação e Pesquisa de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental (Praia do Cassino, RS, 14-15 de Novembro de 2005)*
- Diez CE & JA Ottenwalder** 1999 Habitat Surveys. Pp 41-44 *In: Eckert Bjørndal Abreu-Grobois & Donnelly (eds) Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC MTSG Publication (4)
- Encalada S Lahanas PN Miyamoto MM Bjørndal KA Bolten AB & BW Bowen** 1996 Phylogeography and population structure of the Atlantic and Mediterranean green turtle *Chelonia mydas*: a mitochondrial DNA control region sequence assessment. *Molecular Ecology* 5:473-484
- Estrades A & F Achaval** 2003 A Sea Turtle Century in Uruguay: Antecedents & Geographic Distribution. Pp 281-283 *In: Seminoff (comp) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503
- Fallabrino A Lezama C & P Miller** 2006 Incidental capture of a Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) by Artisanal Fishermen Off Valizas, Uruguay. Pp 212-214 *In: Pilcher (comp) Proceedings of the Twenty-third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-536
- Felger RS Clifton K & PJ Regal** 1976 Winter dormancy in sea turtles: Independent discovery and exploitation in the Gulf of California by two local cultures. *Science* 191:283-285
- Ferreira MM** 1968 Sobre a alimentação da aruanã, *Chelonia mydas* Linnaeus, ao longo da costa do estado do Ceará. *Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará* 8:83-86
- Forbes G & C Limpus** 1993 A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. *Wildlife Research* 20:339-343
- Formia A** 2002 Population and genetic structure of the green turtle (*Chelonia mydas*) in West and Central Africa; implications for

- management and conservation. PhD Thesis, Cardiff University. 280 pp. (Inédita)
- Frazier J** 1999 Community based conservation. Pp 15-18 *In*: Eckert Bjornald Abreu-Grobois & Donnelly (eds) Research and management techniques for conservation of sea turtle. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication (4)
- Frazier J** 2001 Generalidades de la historia de vida de las tortugas marinas. Pp 3-18 *In*: Eckert & Abreu-Grobois (eds) Conservación de las tortugas marinas en el Gran Caribe: un diálogo para el manejo regional efectivo (Santo Domingo, 16-18 de Noviembre de 1999)
- Frazier J Meneghel MD & F Achaval** 1985 A clarification on the feeding habits of *D. coriacea*. *Journal of Herpetology* 19 (1):159-160
- Gregory PT** 1982 Reptilian hibernation. Pp 53-154 *In*: Gans & Pough (eds) Biology of the Reptilia 13 Physiology D Physiological Ecology. Academic Press, New York
- Gudynas E** 1980 Notes on the sea turtles of Uruguay. *ASRA Journal* 1(3):69-76
- Hilton-Taylor C (comp)** 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK. xviii+61 pp
- Lahanas PN Miyamoto MM Bjorndal KA & AB Bolten** 1994 Molecular evolution and population genetics of Greater Caribbean green turtles (*Chelonia mydas*) as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. *Genetica* 94:57-67
- Lahanas PN Bjorndal KA Bolten AB Encalada SE Miyamoto MM Valverde RA & BW Bowen** 1998 Genetic composition of a green turtle (*Chelonia mydas*) feeding ground population: evidence for multiple origins. *Marine Biology* 130:345-352
- Laporta M & G Lopez** 2003 Loggerhead sea turtle tagged in Brazil caught by a trawler in waters of the Common Argentinian-Uruguayan Fishing Area. *Marine Turtle Newsletter* 102:14
- Lenher PN** 1979 Handbook of ethological methods. Garland STPM Press, New York. 403 pp
- López-Mendilaharsu M Bauzá A Estrades A Fallabrino A & M Morales** 2005 Conservation of critical foraging habitats for juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in Uruguay with the participation of local communities. Final Report: People's Trust for Endangered Species. 20 pp. (Inédito)
- López-Mendilaharsu M Bauzá A Laporta M Caraccio MN Lezama C Calvo V Hernández M Estrades A Aisenberg A & A Fallabrino** 2003 Review and Conservation of Sea Turtles in Uruguay: Foraging habitats, distribution, causes of mortality, education and regional integration. Final Report: British Petroleum Conservation Programme. 109 pp. (Inédito)
- Martin P & P Bateson** 1991 Measuring behavior - An introductory guide. Cambridge University Press, Cambridge. 238 pp
- Mendonça MT & LM Erhart** 1982 Activity, population size and structure of immature *Chelonia mydas* & *Caretta caretta* in Mosquito lagoon, Florida. *Copeia* 1982(1):161-167
- Miller P Domingo A Laporta M & A Fallabrino** En Prensa Bycatch of Leatherback Turtles (*Dermochelys coriacea*) by Uruguayan fisheries in the South Atlantic Ocean. Proceedings of the Twenty Fifth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation Savannah USA 2005.
- Moreira LC Baptistotte J Scalfone JC Thomé & APLS de Almeida** 1995 Occurrence of *Chelonia mydas* on the Island of Trindade, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 70:2
- Moritz C** 1994. Applications of mitochondrial DNA analysis in conservation: a critical review. *Molecular Ecology* 3:401-411
- Mrosovsky N** 1994 Sex ratios of sea turtles. *Journal of Experimental Zoology* 270:16-27
- Musick JA & CJ Limpus** 1997 Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. Pp 137-163 *In*: Lutz & Musick (eds) The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Nichols WJ Resendiz A Seminoff JA & B Resendiz** 2000 Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science* 67 (3):937-947
- Norman JA Moritz C & CJ Limpus** 1994 Mitochondrial DNA control region polymorphisms: genetic markers for ecological studies of marine turtles. *Molecular Ecology* 3:363-373
- Pandav B Choudhury BC & CS Kar** 1995 Occurrence of juvenile Olive ridley sea turtles along the Garhirmatha coast, Orissa, India. *Marine Turtle Newsletter* 71:15-17
- Pinedo MC Capitoli RR Barreto AS & AL Andrade** 1998 Occurrence and feeding of sea turtles in southern Brazil. Pp 117-118 *In*: Byles & Fernandez (comps) Proceedings of the Sixteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology & Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-412
- Pritchard PCH** 1997 Evolution, phylogeny, and current status. Pp 1-28 *In*: Lutz & Musick (eds) The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Reichart HA** 1978 Green ranch pilot Project Matapica, Surinam. *Marine Turtle Newsletter* 7:5
- Rey M Lorenzo MI & E Paez** 2000 Cálculo indirecto del descarte costero. Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico(48)13 pp.
- Sazima I & M Sazima** 1983 Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas*, no litoral norte paulista. *Boletim do Instituto Oceanografico* 32(2):199-203. São Paulo
- Scarabino F Menafra R & P Etchegaray** 1999 Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11 (Segunda época):40
- Scarabino F Estrades A Laporta M Miller P Rinderknecht A & P Sanchez** (en preparación) Feeding ecology of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the Río de la Plata estuary and the southwestern Atlantic, Uruguay
- Wyneken J** 1997 Sea turtle locomotion: Mechanisms, behavior and energetics. Pp 165-198 *In*: Lutz & Musick (eds) The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida

## Conservación y manejo de tortugas marinas en la zona costera uruguaya

MARTÍN LAPORTA, PHILIP MILLER, MARIANA RÍOS, CECILIA LEZAMA, ANTONIA BAUZA, ANITA AISENBERG, MARÍA VICTORIA PASTORINO & ALEJANDRO FALLABRINO

karumbemail@gmail.com



### RESUMEN

Las cuatro especies de tortugas marinas que ocurren en aguas costeras uruguayas se encuentran en peligro de extinción y enfrentan problemáticas como ser la captura incidental en pesquerías, consumo de carne y tráfico ilegal de caparazones, patologías, contaminación, así como el desconocimiento por parte de la población de su presencia en aguas uruguayas. Karumbé es un proyecto de conservación de tortugas marinas que integra esfuerzos de investigación, educación, divulgación y protección. Para abordar la problemática de las pesquerías se considera fundamental trabajar junto a los pescadores, lo cual permite entre otros aspectos obtener importante información sobre la biología de estas especies. Se detectó que se utilizan caparazones como adorno y se consume carne de tortuga. Se han encontrado individuos con hipotermia y fibropapilomas, que en su mayoría han sido rehabilitados exitosamente y reintroducidos a su ambiente. Se ha observado la presencia de desechos antropogénicos en los tractos digestivos de individuos varados muertos. Luego de una etapa preliminar de sensibilización y evaluación, Karumbé está desarrollando un programa de educación dirigido a comunidades costeras y recientemente se ha abierto el primer Centro de Tortugas Marinas del Uruguay. Gracias a las campañas de divulgación y educación ha habido una reducción en la venta de caparazones como adorno así como en el consumo de carne. Es necesario continuar con estas actividades, lo cual representa un gran desafío en Uruguay dado la insuficiente sensibilización acerca de los recursos costero-marinos, así como el escaso apoyo institucional y económico a organizaciones no-gubernamentales. Recientemente la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) ha aprobado una propuesta promovida y presentada por Karumbé, la cual declara el Área Costero-Marina Protegida Cerro Verde como una de las cinco primeras áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

**Palabras clave:** *Chelonia*, *Caretta*, *Dermochelys*, amenazas, extinción

### ABSTRACT

The four sea turtle species that inhabit Uruguayan coastal waters are in the brink of extinction, and face many threats, such as incidental capture in fisheries, meat consumption, carapace trade, pathologies, pollution, and a lack of popular knowledge regarding their presence in Uruguayan waters. Karumbé is a sea turtle conservation project that integrates research, education, public awareness and protection efforts. To approach the fisheries' problematic, it is essential to work together with fishermen, which allows obtaining important information on the biology of these species. The use of carapaces as ornaments and the consumption of meat have been detected. Turtles suffering cold stunning and fibropapillomatosis have been found, and most of them have been successfully rehabilitated and reintroduced to their environment. The presence of anthropogenic debris has been observed in the gut contents of dead stranded individuals. After a preliminary assessment and sensibilization stage, Karumbé is currently developing an educational program directed to coastal communities, and the first Sea Turtle Centre of Uruguay has been recently inaugurated. The use of carapaces as ornaments and the consumption of meat are being minimized thanks to the public awareness and education campaigns. It's necessary to continue with these activities, which are an important challenge in a country that has historically suffered from a lack of appreciation of its marine environments, and where the institutional and financial support for NGOs is limited. Recently, the National Direction of the Environment (DINAMA) has approved a project promoted and presented by Karumbé, which declares the Coastal-Marine Protected Area of Cerro Verde as one of the first five pilot areas in the new National System of Protected Areas.

**Key words:** *Chelonia*, *Caretta*, *Dermochelys*, threats, extinction

### INTRODUCCIÓN

Las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo se encuentran en peligro de extinción. Las principales causas de esta situación son el consumo de carne y comercio de huevos en playas de anidación, la destrucción de sus hábitat marinos y de anidación, y las capturas incidentales por las pesquerías (Boulon 1999;

Mortimer 1999; Witherington 1999; Gibson & Smith 1999; Oravetz 1999). Durante más de 30 años los esfuerzos en conservación e investigación de tortugas marinas se han dirigido casi exclusivamente a proteger las playas de anidación. En comparación, muy poca investigación se ha realizado en mar abierto, en el cual transcurre la mayor parte de su ciclo de vida (Laporta *et al.* en prensa b).

Se desconocen las dimensiones a nivel global de las amenazas que las tortugas tienen que enfrentar mientras están en el mar, aunque se reconoce que la captura incidental en las pesquerías es una de las principales (Oravetz 1999). Sin embargo, no existe un análisis que cuantifique la magnitud de este problema a nivel global. Recientemente Lewison *et al.* (2004) publicaron un trabajo sobre la interacción entre las tortugas marinas y las pesquerías de palangre pelágico a nivel global, pero el mismo es una estimación basada en información desactualizada y en algún caso incompleta.

En aguas uruguayas ocurren cuatro especies de tortugas marinas: tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga cabezona (*Caretta caretta*), tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga siete quillas (*Dermochelys coriacea*) (López-Mendilaharsu *et al.* 2003, ver López-Mendilaharsu *et al.* en este volumen). Las primeras tres están catalogadas como en Peligro de Extinción y la última como en Peligro Crítico de Extinción (Hilton-Taylor 2000).

Karumbé se originó en 1999 como un grupo de personas interesadas en la investigación y conservación de las tortugas marinas en Uruguay. Actualmente, Karumbé está integrado por biólogos, veterinarios, estudiantes, investigadores, educadores y pescadores. El conocimiento acerca de la biología y problemáticas de las tortugas marinas en Uruguay existente antes de 1999 era escaso. Los trabajos publicados hasta esa fecha se limitaban a observaciones anecdóticas en el mar (Murphy 1914), unos pocos reportes de varamientos (Vaz-Ferreira & Sierra 1960; Achaval 1965; 1968; Gambarotta & Gudynas 1979; Gambarotta *et al.* 1999), un estudio de dieta referido a un único contenido estomacal (Frazier *et al.* 1985), guías de identificación (Achaval & Olmos 1997), reportes de colisiones entre tortugas siete quillas y marlines (Achaval & Prigioni 1988; Frazier *et al.* 1994), revisiones en colecciones de museos (Achaval 1965; Gudynas 1980; Frazier 1984) y reportes de interacciones con pesquerías (Achaval *et al.* 1998).

Las primeras investigaciones realizadas por Karumbé en la costa de Uruguay (Fig. 1) permitieron reconocer que las problemáticas que afectan a estas especies en Uruguay son la captura incidental en pesquerías, el comercio ilegal de caparazones, el consumo de carne, diversas patologías y la contaminación. Además, existe un importante desconocimiento por parte de la población de su presencia en aguas uruguayas.

En este trabajo se describen las diferentes problemáticas de conservación que enfrentan las tortugas marinas en la costa uruguaya, las herramientas utilizadas por Karumbé para su abordaje, los resultados obtenidos hasta la fecha y las prioridades y perspectivas de acción para el futuro.

## PROBLEMÁTICAS QUE AFECTAN A LAS TORTUGAS MARINAS EN AGUAS COSTERAS DE URUGUAY

### Pesquerías

Por sus características ecológicas, las tortugas marinas interactúan frecuentemente con diversas pesquerías, dando lugar a capturas incidentales que constituyen un factor de alta mortalidad a nivel regional (Domingo *et al.* 2006). A nivel local, se ha determinado que las pesquerías deportivas, de subsistencia, artesanales e industriales interactúan con las tortugas marinas que ocurren en las aguas costeras uruguayas (Fallabrino *et al.* 2001).

Los principales actores vinculados con esta problemática son los propios pescadores, por lo que es fundamental su participación en todos los procesos relativos a la conservación y manejo de las tortugas marinas. La experiencia de Karumbé demuestra que los pescadores poseen, en su mayoría, un fuerte respeto hacia estos animales y una visión ecosistémica del ambiente marino, producto de un notable conocimiento tradicional. Este conocimiento les permite ser concientes de la gran degradación que está sufriendo este ambiente, por lo cual exis-

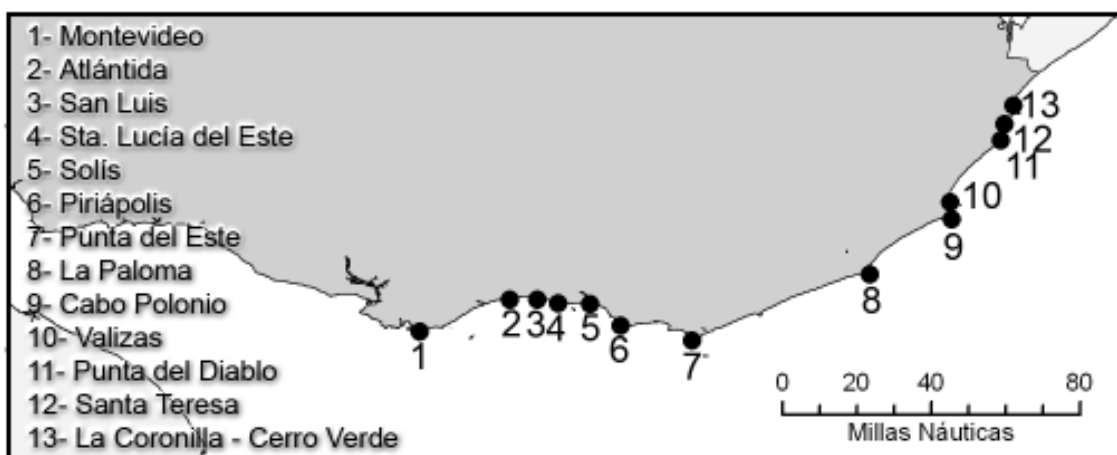


Figura 1. Localidades donde se han realizado los principales esfuerzos de conservación de tortugas marinas en Uruguay.

te preocupación por la depredación y permanente búsqueda de una pesca más responsable (Vidal *et al.* 2004; Laporta & Miller 2005; Laporta *et al.* en prensa a).

En el año 2002, Karumbé se planteó el objetivo prioritario de cuantificar la captura incidental por parte de las pesquerías artesanales e industriales y determinar su distribución espacial y temporal. Se implementó un programa de colecta de datos mediante observadores en la pesca artesanal y pescadores entrenados en el caso de la pesca de arrastre de fondo costero (Lezama *et al.* 2004; Laporta & Miller 2006). Este programa permitirá evaluar la viabilidad de implementar técnicas y dispositivos específicos para evitar la captura incidental y reducir la mortalidad post-captura en las pesquerías. Además de ser una importante problemática para la conservación, las pesquerías brindan también una importante oportunidad para ampliar el estado del conocimiento sobre distribución, migraciones, crecimiento y hábitos alimenticios de las tortugas marinas (ver Witzell 1999; Laporta & López 2003; Lezama *et al.* 2003; Laporta *et al.* 2006; Laporta & Miller 2006; Miller *et al.* en prensa a; Miller *et al.* en prensa b; Scarabino *et al.* en prep.).

#### **Pesca deportiva**

La pesca deportiva con reel a fondo es una actividad común en puntas rocosas de Uruguay. Es muy frecuente que las líneas de pesca se enganchen con las rocas del fondo y sean abandonadas por los pescadores, formando paulatinamente acumulaciones importantes. Estrades *et al.* (2002) reportaron la presencia de tortugas verdes (*C. mydas*) varadas muertas en cercanías a puntas rocosas, enredadas con líneas de tanza de pesca deportiva. Karumbé realizó una serie de entrevistas semi-estructuradas a pescadores deportivos en toda la costa del país, con el objetivo de conocer la frecuencia de interacción con esta pesquería, la cantidad de líneas perdidas, y dónde y cuándo se daban las capturas incidentales (ver López-Mendilaharsu *et al.* 2003). De un total de 32 entrevistas, 84% de los pescadores respondieron que nunca habían capturado tortugas. El resto (16%) reportó capturas ocasionales, la mayoría de las veces enredadas en la línea de pesca y no tan frecuentemente con el anzuelo en la boca. Las capturas incidentales se dieron durante los meses de verano. Más de 75% de los pescadores manifestó que pierden líneas en cada día de pesca; 28% de los mismos pierden entre 1 y 10 líneas por mes, 13% entre 11 y 25, y 37% entre 26 y 50.

A partir de los resultados obtenidos en las entrevistas, se detectó que las líneas perdidas en los fondos de puntas rocosas podrían llegar a ser una importante amenaza para las tortugas verdes que se alimentan en éstas zonas. Karumbé realizó buceos exploratorios en apnea con el fin de remover las madejas de tanzas encontradas. Tanto en Punta Colorada (Dpto. Maldonado), Valizas como en el Cerro Verde (Dpto. Rocha) se observó que las líneas de tanza estaban entremezcladas con las algas allí presentes (principal alimento de *C. mydas*), lo cual explica cómo la tortuga se enreda con la madeja de tanza.

Hasta noviembre de 2004, Karumbé registró 16 tortugas enredadas con líneas de pesca deportiva. Esta problemática requiere atención, y es necesario darle difusión a las consecuencias generadas por las líneas perdidas, para concientizar a los pescadores y motivarlos en la búsqueda de alternativas para no perder sus líneas de pesca. Al mismo tiempo, se continuarán las tareas de limpieza en zonas de puntas rocosas. Creemos importante realizar un estudio sistemático para evaluar la magnitud de los problemas generados por esta pesquería.

#### **Pesca de subsistencia con redes de playa**

Durante los meses de verano, el uso de pequeñas redes de enmalle es común en las playas uruguayas. Sin embargo, debido probablemente a la crisis económica que el país está sufriendo desde 2002, se ha notado un importante incremento en el empleo de este tipo de arte, ya que el mismo provee una fuente alternativa de alimento para los residentes de las comunidades costeras. Las especies objetivo de esta pesquería son corvina (*Micropogonias furnieri*), lisa (*Mugil spp.*), lacha (*Brevoortia aurea*), palometa (*Parona signata*) y pejerrey (*Odontesthes spp.*). Se han observado capturas incidentales de tortugas marinas utilizando este arte de pesca.

En enero de 2002 en Valizas un turista capturó cuatro tortugas verdes juveniles en un período de 20 días, con una pequeña red de 50 m de largo y 1.5 m de alto, con 16 cm de luz de malla. Dicha red fue colocada todas las noches en una ensenada de poca profundidad (no más de 2.5 m), teniendo un tiempo de reposo máximo de 12 h. Solo una de las tortugas se encontró viva y fue liberada, mientras que las tres restantes estaban muertas y se usaron como alimento (sopa y milanesas) (López-Mendilaharsu *et al.* 2003). En enero de 2003 se registró, también en Valizas, la captura de una tortuga cabeza juvenil (*C. caretta*), esta vez en una red que había permanecido cerca de la boca del Arroyo Valizas durante unas pocas horas. El individuo presentaba señales de deshidratación, tenía muchos ectoparásitos y estaba muy débil. Luego de ser rehabilitado durante cuatro días, fue liberado en el mismo lugar (Pastorino *et al.* en prensa a).

En base a entrevistas realizadas a personas que utilizan este tipo de arte de pesca durante los meses de verano, se ha detectado que la interacción con tortugas es frecuente, principalmente en Valizas y en La Coronilla (Rocha). Cuando son capturadas tortugas vivas, existe una tendencia general a liberarlas. En algunos casos en que la tortuga está muerta, es utilizada como alimento y se le extrae el caparazón para utilizarlo como adorno.

Se considera importante continuar difundiendo este problema y sus posibles medidas mitigatorias, con el fin de concientizar a las personas que realizan este tipo de pesca sobre la importancia de reducir la mortalidad de tortugas marinas, y al mismo tiempo motivarlos a reanimar los individuos ahogados y a reportar las capturas. Las posibles medidas mitigatorias que deberían ser difundidas incluyen evitar utilizar este tipo de redes en zonas donde se han registrado capturas incidentales y



reducir el tiempo entre las inspecciones que se hacen a la red, para aumentar las probabilidades de supervivencia de las tortugas capturadas. Acompañando la campaña de difusión, creemos conveniente realizar un estudio sistemático para evaluar la real magnitud de la problemática generada por esta pesquería.

#### **Pesca artesanal**

Se ha detectado que las tortugas marinas interactúan con las pesquerías artesanales que operan en aguas costeras uruguayas (López-Mendilaharsu *et al.* 2003; Lezama *et al.* 2003; Lezama *et al.* 2004; Fallabrino *et al.* 2006; Lezama *et al.* en prensa). La pesca artesanal en Uruguay es aquella efectuada empleando embarcaciones de hasta 10 toneladas de registro bruto (TRB). Se caracteriza por emplear técnicas simples, con un alto componente de trabajo manual (Crossa *et al.* 1991) y por la irregularidad de las capturas debido a limitantes de tipo ambiental y de disponibilidad del recurso (Altez *et al.* 1988). Se utilizan modalidades de pesca pasiva como redes de enmalle y palangres, que se trabajan en la zona costera, generalmente hasta los 30 m de profundidad y hasta 15 millas náuticas de la costa, estando esto sujeto a la disponibilidad de la especie explotada y a las características de los fondos de la zona de pesca en cada localidad. El uso de una u otra arte depende de la época del año, ya que el esfuerzo pesquero se ejerce estacionalmente sobre especies diferentes, dependiendo esto de los hábitos alimentarios y el comportamiento de las mismas. En general, la pesca con redes está dirigida a la captura de *Mustelus schmitti* (gatuso) y del "pescado blanco", e. g. *M. furnieri* (corvina) y *Cynoscion guatucupa* (pescadilla de calada). El palangre es utilizado en algunos puertos, fundamentalmente en otoño e invierno cuando la pesca es dirigida a la captura de *Urophycis brasiliensis* (brótola).

Para evaluar la problemática que enfrentan las tortugas marinas en Uruguay debido a la captura incidental en la pesquería artesanal, Karumbé estableció contacto con los pescadores artesanales que se encuentran a lo largo de la costa. La información correspondiente a la captura incidental fue recabada sobre la base de los reportes efectuados por pescadores artesanales y otros colaboradores del proyecto, así como por un monitoreo con observadores a bordo que tuvo lugar en los puertos de San Luis (Canelones), Piriápolis (Maldonado) y Valizas (Rocha) durante el período comprendido entre octubre de 2002 y mayo de 2003 (Lezama *et al.* 2003).

En el primer caso, en un período de dos años, se reportaron un total de 73 capturas incidentales de tortugas marinas, correspondiendo 94.5% de ellas a la tortuga verde (*C. mydas*). La captura de esta especie fue mayor en las localidades de San Luis (29%), Santa Teresa-Cerro Verde (Rocha) (29%) y Piriápolis (27.6%). El 50.7% de los ejemplares capturados fueron encontrados con vida y liberados, mientras que el restante 49.3% fue encontrado ahogado en las redes (López-Mendilaharsu *et al.* 2003; Lezama *et al.* en prensa). Basándose en la morfometría

de los individuos capturados (Bolten 1999), los mismos fueron clasificados como juveniles, componentes de extremo valor para la recuperación y estabilidad de las poblaciones (Crouse *et al.* 1987).

En el segundo caso, correspondiente al monitoreo a bordo, un total de 20 tortugas verdes quedaron enmalladas en las redes de los pescadores en zonas insulares, rocosas y poco profundas de San Luis y Piriápolis. Dichas capturas ocurrieron durante los meses de verano (Lezama *et al.* 2003). Los resultados expuestos sugieren que la franja costera comprendida entre los puertos de San Luis y Piriápolis (denominada a efectos del presente estudio como "Los Bajos del Solís"), así como el área de Cerro Verde son utilizadas por grupos de tortuga verde juvenil como hábitat de desarrollo y alimentación (López-Mendilaharsu *et al.* 2003).

"Los Bajos del Solís" son también una importante zona de pesca donde operan embarcaciones artesanales de varios puertos de la costa. Debido a esto se planteó el objetivo de evaluar la captura incidental de tortugas verdes juveniles en éste hábitat, de manera de conocer la magnitud del impacto que causa esta pesquería e identificar cuáles son las zonas donde se observan las mayores tasas de captura. Este estudio proveerá datos valiosos para elaborar recomendaciones a ser incluidas en futuros planes de manejo para minimizar la captura incidental de tortugas marinas.

#### **Pesca de arrastre costero**

En base a entrevistas realizadas en el año 2002, se determinó que existen tres pesquerías industriales de arrastre que capturan tortugas marinas de forma incidental (Laporta & Miller 2006). Desde el Puerto de La Paloma operan barcos pesqueros de arrastre de fondo con tangones dirigidos al caracol (*Zidona dufresnei* y *Tonna galea*) y operaban barcos pesqueros de arrastre de media agua con portones dirigida a pez sable (*Trichurus lepturus*) y pargo blanco (*Umbrina canosai*). El puerto de Montevideo es la base de la flota de arrastre de fondo costero a la pareja, dirigida a corvina (*M. furnieri*) y pescadillas de red y calada (*Macrodon ancylodon* y *C. guatucupa*), que opera en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU). Desde el año 2002 Karumbé ha dirigido esfuerzos para monitorear esta pesquería.

Individuos de tortuga verde (*C. mydas*), tortuga cabezona (*C. caretta*) y tortuga siete quillas (*D. coriacea*) interactúan con la pesca de arrastre de fondo costero que opera en el estuario del Río de la Plata (Laporta & Miller 2006). En el marco de la ejecución del "Programa de Marcaje y Colecta de Datos a Bordo" (PROMACODA) llevado a cabo por el grupo de Pesca de Karumbé (Laporta & Miller 2006), Miller *et al.* (en prensa) analizaron la frecuencia de especies y largos de caparzones, distribución espacio-temporal y mortalidad. Se analizaron datos de tortugas marinas capturadas incidentalmente por cinco buques de arrastre de fondo costero, en el período comprendido entre abril de 2002 y febrero 2004. De un total de 46 tortugas capturadas, la

composición y el rango de largo curvo de caparazón fueron los siguientes: *C. caretta* (78.2%; 54.5-107.9 cm), *C. mydas* (15.2%; 40-48 cm) y *D. coriacea* (6.6%; 127-171 cm). Estos datos indican que individuos inmaduros de estas tres especies son capturados por la flota pesquera de arrastre de fondo costero que opera en esta zona. Por la particular relevancia ya mencionada de los juveniles en la conservación de las poblaciones, se considera urgente enfocar los esfuerzos de conservación para reducir las capturas incidentales y mitigar la mortalidad generada por la interacción con esta pesquería.

La mayor cantidad de capturas incidentales se dio durante el verano (n=18), mientras que durante el invierno no hubo registros. Los barcos observados operaron en la misma área durante todo el período de estudio, por lo cual se sugiere que cambios en la temperatura del agua determinan una variación en la ocurrencia de tortugas marinas en ésta zona. La mortalidad alcanzó 21.7%. Todas las tortugas vivas fueron liberadas y 97.2% (n=35) fueron marcadas. Ítems de la fauna megabentónica local, que también constituyen parte de la fauna acompañante de esta pesquería, han sido encontrados dentro de los estómagos de *C. caretta* capturadas incidentalmente (Scarabino *et al.* en prep.). Esto indica que *C. caretta* utiliza esta área como zona de alimentación.

Se destaca la captura de hembras adultas de *C. caretta*, previamente marcada en Brasil (Laporta & Lopez 2003; Miller com. pers.). Es importante remarcar que juveniles y adultos de *C. caretta* y *D. coriacea* utilizan el estuario del Río de la Plata, muy distante de las playas de anidación de estas especies.

Paralelamente a la ejecución del PROMACODA se han realizado talleres y reuniones con pescadores industriales, buscando incrementar el conocimiento sobre esta pesquería, y al mismo tiempo aumentar el grado de interés de los pescadores a favor de la conservación de las tortugas marinas (Fig. 2). Se ha obtenido excelente respuesta, lo que motivó el desarrollo del Programa de Educación y Concientización dirigido a pescadores industriales, el cual comenzó su ejecución en setiembre de 2004.



**Figura 2.** Pescador participante del PROMACODA buscando con un escáner un chip identificatorio interno en una tortuga siete quillas capturada incidentalmente en la Bahía de Samborombón (ZCPAU) en abril de 2005.

Los resultados preliminares obtenidos a partir de investigaciones sobre la interacción con esta pesquería permitieron considerar que es necesario continuar con la colecta sistemática de datos y muestras. Desde marzo de 2004 hasta la fecha, se ha expandido el número de barcos monitoreados (n=12) y pescadores involucrados (ca. 80), lo cual ha permitido incrementar el volumen de información utilizable para evaluar esta problemática. Desde la creación del PROMACODA hasta marzo de 2006, los pescadores han recabado datos de más de 200 tortugas marinas capturadas incidentalmente.

### Tráfico ilegal y uso de las tortugas marinas

Al menos durante las últimas cinco décadas en Uruguay se ha utilizado ocasionalmente a la tortuga marina como fuente de ingreso económico y de alimentación alternativo. Tanto uruguayos como turistas extranjeros utilizan caparazones para la decoración de casas, restaurantes, pescaderías, clubes de pesca, hoteles y también en colecciones privadas (Frazier 1984; López-Mendilaharsu *et al.* 2001; López & Fallabrino 2001). El origen de estos caparazones es principalmente de ejemplares capturados incidentalmente en las pesquerías artesanales e industriales, pero a su vez los turistas y los residentes de comunidades costeras extraen los caparazones de individuos varados muertos en la costa.

Durante entrevistas realizadas a miembros de comunidades costeras y pesqueras se comprobó el consumo de carne, principalmente individuos de *C. mydas* muertos incidentalmente en artes de pesca. La mayoría de las tortugas que aparecen vivas son liberadas y en muy pocas ocasiones se encontró que las mismas fueron sacrificadas. La carne es preparada como sopa, milanesas y estofado. Si bien no es usual que se venda carne, se comprobó esto en una pescadería de Montevideo.

Aunque en Uruguay las tortugas marinas son protegidas por decretos y leyes nacionales, así como acuerdos internacionales, existe desconocimiento de las mismas por parte de la sociedad y las autoridades competentes en el manejo de recursos naturales. Uruguay cuenta con las leyes N° 9481, 13833, 14484, 16320, 16736 y el Decreto 164/996 que protegen a la fauna en general. Las tortugas marinas están protegidas específicamente por el Decreto Presidencial 144/998, el cual prohíbe su uso de cualquier forma con el fin de reducir la mortalidad. A nivel internacional, Uruguay es parte de la "Convención Internacional de Especies Migratorias-CMS" (Ley N° 16062) y de la "Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES" (Ley N°14205, 15626). Desde diciembre de 1998, Uruguay es signatario de la "Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas-IAC", actualmente en etapa de ratificación.

Entre 1999 y 2003 se detectaron 53 caparazones a la venta en diferentes localidades costeras (Montevideo, Atlántida, Piriápolis, Punta del Este, La Barra, La Paloma, Valizas, Aguas Dulces, Punta del Diablo y La Coro-

nilla), 79% correspondiendo a *C. mydas*, 19% a *C. caretta* y 2% a *L. olivacea*. Los precios oscilaron entre 12 y 350 dólares y mostraron una correlación positiva en relación al tamaño de los caparazones (López-Mendilaharsu *et al.* 2001).

López & Fallabrino (2001) encontraron dos cabezas embalsamadas de *C. caretta* y *D. coriacea* a precios muy altos (1500-1700 dólares). Se detectó que a partir de la crisis económica del 2002 se incrementó la oferta de productos de tortuga marina por parte de artesanos y pescadores. Inclusive se observaron anuncios en periódicos y ventas en ferias montevideanas de lámparas artesanales hechas con caparazón, así como artesanías con incrustaciones de hueso. A nivel local, existe tráfico ilegal de caparazones entre balnearios y hacia Montevideo. A nivel transfronterizo, los turistas argentinos llevan caparazones que son pasados por las aduanas fronterizas con total impunidad.

La campaña "Cero Caparazón" (Proyecto Karumbé) comenzó en el 2001 a lo largo de la costa uruguaya, basada en la distribución de folletería y la difusión en los medios masivos de comunicación (radio, internet, periódicos, televisión), enfatizando la ilegalidad de comprar y vender productos de tortuga marina. También se facilitó información sobre la legislación nacional e internacional ya mencionada a las autoridades aduaneras, prefecturas y guardia rural. Durante la campaña se decomisaron cinco caparazones en las localidades de Punta del Este (julio 2002), Montevideo (setiembre 2002) y la Barra de Maldonado (enero 2003). A partir de charlas educativas con artesanos y pescadores se eliminó la venta de caparazones en algunas comunidades costeras (Atlántida, Cabo Polonio, Valizas, Punta del Diablo y La Coronilla). A nivel de los pescadores industriales se está desarrollando un programa de concientización y educación para disminuir la cantidad de caparazones que son traídos a puerto para su comercialización.

Los precios elevados a los que se venden estos productos fomentan este negocio ilícito y podrían incentivar a sacrificar individuos que aparezcan vivos en artes de pesca o en la playa. Por tal motivo, las futuras acciones deben comprender una profundización en la concientización de la sociedad, desanimando el consumo de carne y uso de caparazones, al igual que informar sobre esta problemática a las autoridades gubernamentales. Se están implementando talleres dirigidos a artesanos y a las familias de pescadores, motivando la producción de artesanías alusivas a las tortugas marinas y a otros animales marinos, como forma de disminuir el comercio ilegal de caparazones y carne.

### Patologías y rehabilitación

Entre octubre de 2001 y junio de 2005 se efectuó tratamiento veterinario a individuos juveniles de *C. mydas* y *C. caretta*. En todos los casos, las tortugas presentaron bajo peso corporal y signos de debilitamiento general. Se observaron animales con síntomas correspondientes a cuadros de hipotermia así como de ahogamiento y en un

caso se observó infestación por ectoparásitos (*Ozobranchus margoi*). Al mismo tiempo, se detectaron con frecuencia patologías de piel, caparazón y plastrón (Pastorino *et al.* en prensa a). A los individuos en rehabilitación se les proporcionó hidratación parenteral y un adecuado manejo de la temperatura, salinidad y calidad del agua, y tratamiento específico para cada caso, minimizando el tiempo en cautiverio para disminuir el estrés del animal y optimizar recursos humanos y económicos. Una vez rehabilitado, el animal se liberó a su ambiente natural, siempre que fue posible en el lugar donde aconteció el varamiento o próximo a éste. Siempre se intenta hacer la liberación junto a la comunidad local o a las personas que reportaron al individuo, a efectos educativos y de sensibilización.

Una patología emergente a nivel mundial es la fibropapilomatosis, una enfermedad caracterizada por tumores externos e internos que afecta principalmente a juveniles de *C. mydas* (Fig. 3). La etiología es aún desconocida; un herpesvirus (Herbst 1994; Herbst *et al.* 1995) y un retrovirus (Casey *et al.* 1998) están implicados como posibles agentes etiológicos. Factores como la polución, radiación UV, presencia de huevos de tremátodos y biotoxinas se han relacionado con la enfermedad (Dailey & Morris 1993; Aguirre 1994). En el año 2000 se determinó la presencia de tumores en *C. mydas*, sin confirmarse su identidad como papiloma. Durante el 2003 Karumbé procesó junto a investigadores de Anatomía Patológica (Facultad de Veterinaria, Montevideo) muestras de tumores encontrados en dos *C. mydas* juveniles capturadas en Cerro Verde (Caraccio *et al.* 2005).



Figura 3. Fibropapilomas en cuello, hombro y ojo de una tortuga verde (*Chelonia mydas*) capturada en el Cerro Verde (La Coronilla), en abril de 2005.

Los resultados histopatológicos confirmaron papiloma, no presentando malignidad (Pastorino *et al.* en prensa b). Estos son los primeros diagnósticos de fibropapiloma en tortuga marina en Uruguay siendo los más australes (33°56'S; 53°30'W) del Atlántico Sur Occidental.

Karumbé llevará a cabo un proyecto que consiste en realizar un estudio hematológico completo (hemograma

y bioquímica sanguínea) de tortugas verdes (*C. mydas*) capturadas en el área de alimentación de Cerro Verde. Existen pocos datos hematológicos de ejemplares *in situ* saludables en el mundo y son más escasos aún a nivel regional. Con este trabajo se podrá obtener valores de referencia para la región, siendo esto una importante herramienta para la rehabilitación, lo cual contribuirá para la conservación y conocimiento científico de la especie.

### Contaminación

Los desechos antropogénicos afectan a las tortugas marinas básicamente por ingesta, enredo o contacto externo con los mismos. De todas las fuentes de mortalidad inducidas por el hombre, aquella resultante de la contaminación marina es una de las más difíciles de estimar (Magnuson *et al.* 1990).

La ingesta de desechos puede derivar en la obstrucción parcial o total del tracto digestivo y es difícilmente diagnosticable ya que no se manifiesta externamente. Los efectos pueden ser letales o sub-letales, como la dilución de dieta (sentimiento de saciedad por persistencia de plásticos en el estómago) y disminución de la capacidad de absorber nutrientes. Otra potencial amenaza es el efecto de la ingesta de alimentos contaminados (metales pesados, agrotóxicos, PCB), los que pueden causar intoxicación. Los efectos subletales de la ingesta de desechos tienen un efecto desconocido, aunque potencialmente negativo, sobre las poblaciones de tortugas marinas (Bjorndal *et al.* 1994).

En relación al enredo con desechos antropogénicos, se han observado individuos enredados con porciones de artes de pesca perdidos o descartados (redes de enmalle, anzuelos y tanzas de pesca de palangre pelágico y deportiva), cabos, flejes y bolsos de nylon. Los enredos pueden causar dificultades para nadar y en casos de enredos severos y prolongados en los miembros, pueden llegar a perderse los mismos por necrosis. Estos enredos, no letales en sí mismo, pueden limitar las posibilidades de escape frente a depredadores, o dificultar la anidación de hembras adultas (Balazs 1985; Witzell & Teas 1994).

En Uruguay se están llevando a cabo estudios para determinar la frecuencia de ocurrencia y el tipo y cantidad de desechos encontrados en los tractos digestivos de tortugas encontradas muertas, varadas o capturadas incidentalmente por pescadores. Hasta el momento se ha registrado la presencia de plásticos, nylon, látex, tanza e hidrocarburos, tanto en individuos de *C. mydas* (Calvo *et al.* 2003) como de *C. caretta* (Scarabino *et al.* en prep).

Resulta importante continuar investigando cuáles son los desechos que más impactan sobre las tortugas marinas que utilizan áreas costeras de Uruguay, así como también determinar cuáles son las áreas en las que ocurre mayor impacto. Al mismo tiempo, es necesario dar difusión a esta problemática, buscando generar conciencia en la gente para disminuir la cantidad de desperdicios arrojados al mar. Independientemente de esto, es fundamental que los organismos estatales correspondientes implementen programas adecuados de recolección y

manejo de residuos a lo largo de la zona costera y cuencas del litoral uruguayo. Es importante destacar que las tortugas marinas que habitan en ambientes costeros de Uruguay son parte de un complejo ecosistema que es afectado "como un todo" por los desechos antropogénicos, y que por lo tanto al intentar proteger a la tortuga se está protegiendo a todo su ecosistema.

### EDUCACIÓN Y DESARROLLO COMUNITARIO

La educación es una pieza fundamental de cualquier programa de conservación. La transmisión de conocimiento a todos los actores involucrados en las problemáticas que afectan a especies en peligro posibilita generar cambios de actitud que favorezcan la protección de dichas especies.

Entre julio 2001 y julio 2003, Karumbé realizó charlas de carácter informativo en escuelas, liceos y centros comunales repartidos en 13 localidades a lo largo de la costa uruguaya, con el objetivo de efectuar una primera evaluación sobre la conciencia general y el conocimiento de la situación de las tortugas marinas que habitan las aguas uruguayas. Se trabajó en las escuelas de las comunidades pesqueras más importantes, entre las cuales figuran Atlántida, San Luis, Santa Lucía del Este, Solís, La Paloma, Costa Azul, Cabo Polonio, Valizas y La Coronilla, organizando charlas y actividades interactivas con más de 1600 niños (Bauzá & Aisenberg 2006). En algunos casos, se organizaron actividades fuera de la escuela con pescadores y sus familias. Al mismo tiempo, se visitaron escuelas y liceos distantes de la zona costera desde las cuales se recibieron invitaciones.

Este primer acercamiento permitió crear instancias de intercambio de información, que nos permitieron evaluar el estado de conocimiento popular acerca de la presencia y problemática de las tortugas marinas y recopilar la información necesaria para la elaboración de un programa educativo dirigido hacia estas zonas.

Asimismo, en 2001 se comenzó una campaña informativa en medios de comunicación (televisión, radio, internet, periódicos) a nivel nacional e internacional, encontrando que gran parte de la población uruguaya desconocía la existencia de las tortugas marinas en su país.

El análisis de los resultados de la primera evaluación mostró que las comunidades pesqueras de escasos recursos fueron las que demostraron tener mayor conocimiento y contacto con las tortugas marinas y en muchos casos aportaron información valiosa acerca del impacto de las pesquerías sobre las mismas.

Luego de la etapa preliminar de sensibilización y evaluación, Karumbé comenzó a involucrarse con las comunidades costeras de La Coronilla y San Luis, descubriendo y teniendo en cuenta que el conservar a las tortugas marinas implica abordar su problemática de una forma global y humana (Fig. 4). Esto implica generar alternativas para el desarrollo comunitario, siendo éstas discutidas, aprobadas y eventualmente sugeridas por las propias comunidades. Actualmente, Karumbé se encuentra desarrollando un programa de educación que involucra

niños de las comunidades costeras, escuelas, pescadores artesanales e industriales que participan de forma activa en las actividades del proyecto. El programa incluye actividades educativas de sensibilización, concientización y de desarrollo comunitario, incluyendo talleres de serigrafía y de artesanías dirigidos a esposas de pescadores. La reciente apertura del primer Centro de Tortugas Marinas del Uruguay (CTMU) en la zona de La Coronilla, constituye un novedoso elemento de difusión y educación, los cuales son piezas fundamentales de cualquier programa de conservación.



**Figura 4.** Hijos de pescadores artesanales de San Luis cuidando una tortuga verde capturada incidentalmente en una red de enmalle.

#### **PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

Se han identificado las siguientes investigaciones prioritarias a desarrollar para la conservación y el manejo de las tortugas marinas en la costa uruguaya:

- a) Evaluar cuantitativamente las tortugas afectadas por líneas de pesca deportiva perdidas en zonas rocosas, y desarrollar una campaña de divulgación dirigida a pescadores deportivos sobre esta problemática;
- b) Continuar con el monitoreo de la pesca de arrastre de fondo costero que opera desde Montevideo, incrementando el número de buques y pescadores involucrados en el PROMACODA;
- c) Desarrollar un estudio hematológico completo (hemograma y bioquímica sanguínea) de tortugas verdes (*C. mydas*) capturadas en el área de alimentación del Cerro Verde; y
- d) Continuar investigando cuáles son los deshechos que más impactan a las tortugas marinas que utilizan áreas costeras de Uruguay, así como también determinar cuáles son las áreas en las que ocurre mayor impacto.

#### **IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO**

En Uruguay, las problemáticas de conservación que enfrentan las tortugas marinas en las aguas costeras son muy diversas. Las herramientas utilizadas por Karumbé para su abordaje son específicas para cada problemática y para continuar con su desarrollo es necesario un enfoque multidisciplinario.

Todo el conocimiento generado por Karumbé hasta la fecha (López-Mendilaharsu *et al.* en este volumen) ha sido producto de la cooperación entre los investigadores, las comunidades costeras y los pescadores artesanales e industriales. Esta colaboración entre la comunidad científica y las comunidades locales, basada en la confianza y el respeto mutuo, es fundamental para tener éxito en cualquier programa de investigación o conservación. Karumbé está conservando e investigando a las tortugas marinas intentando trabajar en conjunto e integrando al proyecto a los actores directamente involucrados con las problemáticas. Esta metodología, de amplio reconocimiento mundial, es parte integral del Programa de Conservación de Karumbé y es algo nuevo en Uruguay. Lamentablemente, no es adecuadamente reconocida en algunos sectores académicos uruguayos. El gran desafío es entonces demostrar a la comunidad científica local que la mejor manera de hacer conservación es involucrando y haciendo partícipes a los actores relevantes (Laporta & Miller 2005).

En un país cuya población en general desconoce, y en consecuencia no comprende ni valora los ambientes marinos, es muy difícil trabajar en la conservación de los mismos. En Uruguay, tanto las posibilidades de formación y de desarrollo profesional en Biología y Conservación Marina son escasas. El apoyo institucional y económico de origen nacional para las actividades de conservación es muy reducido. Esta situación dificulta y compromete la implementación y el desarrollo de proyectos de conservación. Al mismo tiempo, el acceso a financiamiento en el exterior es un gran desafío para las ONGs del Uruguay.

Existe un importante problema de acceso y valorización de la información generada por las ONGs por parte de la comunidad científica y de los tomadores de decisiones. Esto puede deberse en parte a una falsa percepción influenciada por la heterogeneidad del movimiento ambientalista en Uruguay, y también a las dificultades que tienen las ONGs para difundir adecuadamente a todos los niveles necesarios las actividades realizadas y el conocimiento por ellas generado.

La conservación es una suma de procesos, una construcción de acciones concretas escalonadas en el tiempo, cuyos resultados pueden tardar años en ser observados. Creemos que para conservar una especie o ecosistema es fundamental conocerlo, y es por esto que investigamos. El conocimiento así generado ha de ser divulgado a todos los niveles de la sociedad (comunidad científica y población en general). Mediante la educación, buscamos incrementar la conciencia conservacionista de los actores involucrados en las diversas problemáticas y sensibilizar respecto a que todos podemos ser partícipes en el proceso de la conservación. Una vez creado este escenario, se está en condiciones de implementar un programa para proteger a la especie, buscando minimizar las problemáticas que afectan a la misma (Laporta 2005). Se identificaron las siguientes acciones prioritarias para la conservación y el manejo de las tortugas marinas:

a) Incentivar entre los pescadores de subsistencia el uso de prácticas que ayuden a disminuir la captura incidental y mortalidad de tortugas;

b) Desarrollar un programa de educación dirigido a los pescadores artesanales, y fortalecer el programa participativo de monitoreo de la pesquería artesanal que opera en "Los Bajos del Solís";

c) Priorizar el desarrollo de acciones dirigidas a consolidar e incrementar el número de pescadores que realizan esfuerzos de reanimación de tortugas comatosas capturadas en la pesca de arrastre de fondo costero, con el fin de reducir la probabilidad de muerte post-captura;

d) Promover el desarrollo de acciones dirigidas a incrementar la concientización de la sociedad sobre el comercio ilegal de tortugas marinas, al igual que informar sobre esta problemática a las autoridades gubernamentales, para lograr minimizar la misma; y

e) Dar continuidad a los programas de educación ambiental dirigidos a pescadores, comunidades costeras y público general;

Karumbé pretende fortalecer cada uno de estos componentes y procesos de la conservación, con el fin de preservar las tortugas marinas que utilizan las aguas costeras de Uruguay. Un punto clave es identificar zonas prioritarias a conservar para impulsar la creación de Áreas Marinas Protegidas en el Uruguay. Karumbé está realizando esfuerzos para impulsar la creación e implementación de una Área Costera Marina Protegida (ACMP) en la zona de Cerro Verde (La Coronilla, Rocha), habiendo presentado una propuesta ante la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA). Ésta fue aprobada, por lo que el ACMP Cerro Verde es una de las cinco áreas piloto designadas por la DINAMA para el nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Recientemente, Karumbé inauguró en El Pinar (Canelones) junto con otras ONGs que trabajan en conservación, el Centro de Investigación y Conservación Marina (CICMAR), cuyo objetivo es la divulgación del medio marino, su flora, fauna y ecología, fomentando la cultura y la educación ambiental acerca del cuidado, conservación y uso racional los recursos costero-marinos.

Además de los esfuerzos a nivel local, para conservar especies migratorias es fundamental trabajar a nivel regional. En este contexto, Karumbé forma parte de una red de instituciones de conservación e investigación de tortugas marinas de la región (Argentina y Brasil) (Red ASO), actualmente elaborando el Plan de Acción Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en el Océano Atlántico Sur Occidental (ASO).

#### AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo de Karumbé no hubiera sido posible sin el soporte logístico y/o financiero de British Petroleum Conservation Programme, Flora and Fauna International, Birdlife International, Wildlife Conservation Society, Conservation International, World Wildlife Fund, National Fish and Wildlife Foundation, Caribbean Conservation Corporation, Archie Carr Center for the Research of Sea

Turtles, Ideawild, International Union Conservation for Nature, Freplata, Padi Foundation, Padi Aware Foundation, People Trust for Endangered Species, Intendencia Municipal de Montevideo, Intendencia Municipal de Canelones, Intendencia Municipal de Maldonado, Intendencia Municipal de Rocha, Programa Nacional de Observadores Abordo de la Flota Atunera, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, Dirección Nacional de Fauna, Servicio de Parques del Ejército, Universidad de la República, Armada Nacional Naval, Centro Interdisciplinario para el Desarrollo, Sindicato Único Nacional de Trabajadores del Mar y Afines, Cooperativa Nacional de Productores de Leche, Projeto Tamar-Ibama, Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental, Programa Regional de Investigación y Conservación de Tortugas Marinas de la Argentina, Programa de Restauración de Tortugas Marinas, Cardiff University, Embajada Británica en Uruguay, Averaves, Vida Silvestre, Profauna, Grupo Cetáceo Uruguay, y muchas personas e instituciones que durante años han colaborado con Karumbé. Un especial agradecimiento a Diana Méndez y Rossana Berrini por su apoyo todos estos años, y a todos nuestros compañeros de Karumbé y sus familias, por la ayuda incondicional de siempre. Los comentarios y sugerencias constructivas de Rodrigo Menafrá y Fabrizio Scarabino realmente ayudaron a fortalecer este artículo.

#### REFERENCIAS

- Achaval F** 1965 Hallazgo de *Chelonia mydas mydas* (Linné) (Tortuga Verde) en el Uruguay. Revista Oficial del Club Ancap 108:27-28. Montevideo
- Achaval F** 1968 Presencia de la tortuga verde *Chelonia mydas mydas* (Linné) en el Uruguay. Zoología Platense 1(3):15-16. La Plata
- Achaval F & A Olmos** 1997 Anfibios y Reptiles del Uruguay. Serie Fauna (1). Barreiro y Ramos SA, Montevideo. 128 pp
- Achaval F & C Prigioni** 1988 Reporte de Colisión de Marlin, *Makaira nigricans* a una Tortuga Laúd, *D. coriacea*. Memorias de la V Reunión Iberoamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados (Montevideo):93
- Achaval F Marin YH & LC Barea** 1998 Incidental capture of turtles with pelagic longline. Pp 83-84 In: Sarti Barragan Suárez Ramírez & Abreu (comps) Proceedings of the Eighteenth International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. US Department of Commerce NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-436, 293
- Aguirre A** 1994 Cellular and hormonal responses to stress and spirorchid trematode eggs of Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapillomas. Honolulu Lab, Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, NOAA, Honolulu, HI 96822-2396. Southwest Fisheries Science Center. Administrative Report H-94-4C, 37 pp
- Altez MC Campos S Crossa M De la Fuente C Guirín L Magallanes W Mantinote A & E Salgueiro** 1988 Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales. Uruguay. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Dirección Nacional de Fomento Cooperativo (1):43 pp
- Balazs GH** 1985 Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion. In: Proceedings of the workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 November,

- 1984, Honolulu, Hawaii. Shomura and Yoshida (editors) NOAA Technical Memorandum-National Marine Fisheries Service-South West Fisheries Center 54 Pp. 387-429.
- Bauza A & Aisenberg** 2006 Karumbé Educational Project: An Approach to Fishing Communities. Pp 165 In: Pilcher (Comp.) Proceedings of the Twenty Third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-536.
- Bjorndal KA Bolten AB & CJ Lagueux** 1994 Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin 28(3):154-158
- Bolten AB** 1999 Techniques for Measuring Sea Turtles Pp. 110-114 In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & Donnelly M (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.
- Boulon RH** 1999 Reducing threats to eggs and hatchlings: *In situ* Protection Pp. 169-174 In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & Donnelly M (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.
- Calvo V Lezama C López-Mendilaharsu M Fallabrino A & J Coll** 2003 Stomach content analysis of stranded juvenile green turtles in Uruguay. Pp 203-204 In: Seminoff (comp) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503
- Caraccio MN Hernández M Vitoreira N Fallabrino A Laporta M Calvo V & C Lezama** 2005 Possible Presence of Fibropapilloma in Green Turtle (*Chelonia mydas*) in Uruguay. Proceedings of the Twenty First Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation Philadelphia US 2001.
- Casey JW** 1998 Retrovirus and herpesvirus associations with fibropapillomatosis of marine turtles. 12 pp, NOAA/NMFS/STH-98-07C.
- Crossa MR Pereiro J Pinheiro G Sorachu F Mateo F & D Trujillo** 1991 Análisis de las pesquerías artesanales del Uruguay I. Documento de Trabajo al Foro. Centro Cooperativista Uruguayo. Sistema de Programas de Pesca Artesanal. Montevideo. 236 pp.
- Crouse DT Crowder LB & H Caswell** 1987 A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. Ecology 68(5):1412-1423
- Dailey M & R Morris** 1993 Relationship of trematode spirorchid parasites and their eggs to the occurrence of fibropapillomas affecting the green turtle (*Chelonia mydas*). Honolulu Lab, Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, NOAA, Honolulu, HI 96822-2396. Southwest Fisheries Science Center Administrative Report H-93-10C, 24 p.
- Domingo A Bugoni L Prosdociami L Miller P Laporta M Monteiro DS Estrades A & D Albareda** 2006 El impacto generado por las pesquerías en las tortugas marinas en el Océano Atlántico sud occidental. WWF Programa Marino para Latinoamérica y el Caribe San José Costa Rica. 72 pág.
- Estrades A Laporta M Caraccio MN Hernández M Quirici V Calvo V Lezama C Fallabrino A & M López** Sea Turtle Research and Conservation in Uruguay - Karumbé Group 1999 2002. Pp. 338-339. In: Mosier A Foley A & B Brost (compilers) Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum National Marine Fisheries Service-South East Fisheries Science Center-477, 369 p.
- Fallabrino A Lezama C & P Miller** 2006 Incidental Capture of a Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) by Artisanal Fishermen off Valizas, Uruguay. Pp 212-214 In: Pilcher (Comp.) Proceedings of the Twenty Third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-536.
- Fallabrino A López M Estrades A Hernández M Caraccio N Lezama C Laporta M Calvo V Quirici V & A Bauzá** 2001 Actividades y Resultados de las Primeras Investigaciones del Proyecto Karumbé - Tortugas Marinas del Uruguay 1999-2000. Actas VI Jornadas Zoológicas del Uruguay. 17 al 21 de setiembre de 2001. Pag.41
- Frazier J** 1984 Las tortugas marinas en el Atlántico Sur Occidental. Asoc. Herpetológica Argentina, Ser Div 2: 2-21
- Frazier J Meneghel MD & F Achaval** 1985 A clarification on the feeding habits of *D. coriacea*. Journal of Herpetology 19(1):159-160
- Frazier JG Fierstine HL Beavers SC Achaval F Suganuma H Pitman RL Yamaguchi Y & CM Prigioni** 1994 Impalement of marine turtles (Reptilia, Chelonia: Cheloniidae and Dermochelyidae) by billfishes (Osteichthyes, Perciformes: Istiophoridae and Xiphiidae). Environmental Biology of Fishes 39(1):85-96
- Gambarotta JC & E Gudynas** 1979 A new record of the green turtle, *Chelonia mydas mydas* from Uruguay. Contribuciones en Biología 1:9-10. Montevideo
- Gambarotta JC Saralegui A & EM González** 1999 Vertebrados tetrápodos del refugio de fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Relevamientos de Biodiversidad 3:1-31. Mus. Nac. Hist. Nat. Mont., Publ. Extra 47
- Gibson J & G Smith** 1999 Reducing threats to Foraging Habitats Pp. 184-188 In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & M Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.
- Gudynas E** 1980 Notes on the sea turtles of Uruguay. ASRA (Assoc. Stud. Rept. Amphib.) Journal 1(3):69-76
- Herbst LH** 1994 Fibropapillomatosis of marine turtles. Annual Review on Fish Diseases. 4:389-425
- Herbst LH Jacobson ER Moretti R Brown T Sundberg JP & PA Klein** 1995 Experimental transmission of green turtle fibropapillomatosis using cell-free tumor extracts. Diseases of Aquatic Organisms 22:1-12.
- Hilton-Taylor C (comp.)** 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK. xviii + 61 pp.
- Laporta M & G López** 2003 Loggerhead Sea Turtle Tagged in Brazil Caught by a Trawler in Waters of the Common Argentinean-Uruguayan Fishing Area. Marine Turtle Newsletter 102:14
- Laporta M** 2005 Conservación, una disciplina que va más allá de la ciencia...Ejemplo de caso: las tortugas marinas en Uruguay. Actas de las VIII Jornadas de Zoología del Uruguay. 24 al 28 de Octubre de 2005 Montevideo Pag. 77.
- Laporta M & P Miller** 2005 Sea Turtles In Uruguay: Where Will They Lead Us...? Maritime Studies (MAST) Special Issue 3(2): Sea Turtles as a Flagship Species. Mast 2005, 3(2) and 4(1): 63-87. Guest Editor: Jack Frazier, Smithsonian Institution.
- Laporta M & P Miller** 2006 Incidental capture of sea turtles by the trawl fishery fleet in the Southwestern Atlantic, Uruguay. Pp 217-219 In: Pilcher (Comp.) Proceedings of the Twenty Third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-536.
- Laporta M Miller P Sánchez P & A Domingo** En prensa a Why do we have to work together with fishermen to avoid the extinction of sea turtles? Proceedings of the Twenty Fifth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Savannah, USA, 2005.

- Laporta M Sales G Arias M Di Paola JL Giffoni B Domingo A & P Miller** En prensa b Description of Industrial Fisheries that interact with Sea Turtles and overview of reported incidental captures in the Southwestern Atlantic Ocean. Proceedings of the Twenty Fourth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. San José, Costa Rica, 2004.
- Laporta M Miller P Horta S & G Riestra** 2006 First Report of Leatherback Turtle Entanglement in Trap Lines in the Uruguayan Continental Shelf. *Marine Turtle Newsletter* 112:9-11
- Lewison RL Freeman SA & LB Crowder** 2004 Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letters* 7:221-231
- Lezama C Miller P Fallabrino A Quirici V Caraccio MN Pérez-Etcheverry D & M Ríos** 2003 Captura incidental de Tortugas marinas por la flota pesquera Artesanal en Uruguay. V Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar Mar del Plata Diciembre 2003 Pag 129.
- Lezama C Miller P & A Fallabrino** 2004 Incidental capture of sea turtles by the artisanal fishery in Uruguay *En: Abstracts of the 4th World Fisheries Congress Mayo 2-6 2004 Vancouver British Columbia Canada* Pp. 61.
- Lezama C Miller P & A Fallabrino** En prensa Incidental Capture of Sea Turtles by the Artisanal Fishery in Uruguay. Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Symposium on Sea Turtles. San José, Costa Rica. Febrero 22-28
- López M & A Fallabrino** 2001 New kind of illegal trade of marine turtles in Uruguay. *Marine Turtle Newsletter* 91:10
- López-Mendilaharsu M Fallabrino A Estrades A Hernández M Caraccio MN Lezama C Laporta M Calvo V Quirici V & A Bauzá** 2001 Comercio ilegal y formas de uso de las Tortugas Marinas en Uruguay. *Actas VI Jornadas de Zoología del Uruguay 17 al 21 de setiembre de 2001* Pag. 50
- Lopez-Mendilaharsu M Bauzá A Laporta M Caraccio MN Lezama C Calvo V Hernández M Estrades A Aisenberg A & A Fallabrino** 2003 Review and Conservation of Sea Turtles in Uruguay: Foraging habitats, distribution, causes of mortality, education and regional integration. Final Report: British Petroleum Conservation Programme & National Fish and Wildlife Foundation 109 pp
- Magnuson JJ Bjorndal KA DuPaul WD Graham GL Owens DW Pritchard PHC Richardson JI Saul GE & CW West** 1990 Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. National Academy Press. Washington, D.C. 274 pp.
- Miller P Laporta M & A Fallabrino** En prensa a Sea Turtles and Trawl Fishery in the Rio de la Plata Estuary: What is going on here? Proceedings of the Twenty Fourth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation San José Costa Rica 2004.
- Miller P Domingo A Laporta M & A Fallabrino** En Prensa b Bycatch of Leatherback Turtles (*Dermochelys coriacea*) by Uruguayan fisheries in the South Atlantic Ocean Proceedings of the Twenty Fifth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation Savannah USA 2005.
- Mortimer JA** 1999 Reducing threats to eggs and hatchlings: Hatcheries Pp. 175-178 *In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & M Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.*
- Murphy RC** 1914 *Thalassochelys caretta* in the South Atlantic. *Copeia* 2:4
- Oravetz CA** 1999 Reducción de la Captura Incidental en Pesquerías. Pp. 217-222 *In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & M Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.*
- Pastorino V Estrades A Fallabrino A Little V Rossi R del Bene D. & A Le Bas** En prensa a Sea turtle rehabilitation programme in Uruguay. Proceedings of the Twenty Fourth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation San José Costa Rica 2004.
- Pastorino V Aguirre A Caraccio MN Hernández M Fallabrino A & JA Moraña** En prensa b First histopathological confirmation of fibropapillomatosis in juvenile green turtles in Uruguay. Proceedings of the Twenty Fourth Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation San José Costa Rica 2004.
- Scarabino F Estrades A Laporta M Miller P Rinderknecht A & P Sanchez** (en preparación) Feeding ecology of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the Rio de la Plata estuary and the southwestern Atlantic, Uruguay.
- Vaz Ferreira R & B Sierra de Soriano** 1960 Notas sobre reptiles del Uruguay. *Revista de Facultad de Humanidades y Ciencias* 18:133-206 Montevideo
- Vidal A Rodríguez E De León G Recalde C Codina S Vignolo J Rodríguez D Pérez C Miller P Domingo A Sánchez P & M Laporta** 2004 Programa de Marcateje y Colecta de Datos a Bordo: el trabajo de los pescadores industriales en Uruguay. Resúmenes de la II Reunión sobre la Investigación y Conservación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental. San Clemente del Tuyú, Buenos Aires, Argentina; 30 September, 1 and 2 October 2004. 53 Pp.
- Witherington BE** 1999 Reducing threats to Nesting Habitat Pp. 179-183 *In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & M Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication N° 4.*
- Witzell WN & WG Teas** 1994 The impacts of anthropogenic debris on marine turtles in the Western North Atlantic Ocean, 1992-1995. *Fishery Bulletin* 97:200-211
- Witzell WN** 1999 Distribution and relative abundance of sea turtles caught incidentally by the U.S. pelagic longline fleet in the western North Atlantic Ocean, 1992-1995. *Fishery Bulletin* 97:200-211



## Aves de la costa sur y este uruguaya: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación

JOAQUÍN ALDABE\*, SEBASTIÁN JIMENEZ & JAVIER LENZI

\*joaquin@aldabe.org



### RESUMEN

La costa uruguaya presenta diversos ambientes (playas, puntas rocosas, arenales, aguas litorales, mar, islas, lagunas costeras salobres, desembocaduras de cursos fluviales, bañados, pastizales inundables y praderas) que son utilizados por las aves. El objetivo de este trabajo es organizar y analizar la información existente sobre las especies de aves que ocurren en los diferentes ambientes costeros de la región S y E de Uruguay. Se mencionan y discuten las principales amenazas para éstas especies y sus ambientes. Además, se caracteriza a los ensambles de aves en cada ambiente según la riqueza de especies, representatividad de las familias, estado de conservación de las especies y especies migratorias, y se presentan los principales sitios de importancia para su conservación. Se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones, tesis e informes nacionales e internacionales producidas a partir de 1950 referidas a las aves que se han registrado desde Playa Penino hasta Barra de Chuy (hasta la isóbata de 50 m). Además, fueron consultadas las colecciones científicas más relevantes de Uruguay y fueron considerados registros no publicados de ornitólogos referentes. Se compilaron 202 especies pertenecientes a 48 familias. Los bañados, las lagunas costeras salobres, las playas y las islas presentaron los mayores números de especies. Laridae, Procellariidae, Anatidae, Scolopacidae, Tyrannidae y Rallidae presentaron la mayor riqueza de especies, siendo la primera quien dominó la mayor cantidad de ambientes. A nivel global, 21 especies presentan problemas de conservación. La mayoría de los taxa amenazadas son aves marinas (albatros, petreles, pingüinos). Las principales amenazas que presentan las aves en la costa uruguaya son: la contaminación por hidrocarburos, la captura incidental en pesquerías y otras actividades antrópicas vinculadas a la pérdida y disturbio de hábitat.

**Palabras clave:** aves, ensambles, ambientes costeros, amenazas, Río de la Plata, costa atlántica

### INTRODUCCIÓN

Con una extensión aproximada de 670 km, la costa uruguaya se ubica sobre el margen N del Río de la Plata y sobre el Océano Atlántico Sudoccidental. Ofrece una gran heterogeneidad de ambientes, destacándose playas arenosas, puntas rocosas, pastizales salobres, lagunas costeras e islas, entre otros, los cuales son utilizados para la alimentación, reproducción y descanso por una gran diversidad de aves terrestres, costeras y marinas.

### ABSTRACT

The Uruguayan coast exhibits diverse habitats (sandy beaches, rocky points, sandy areas and dunes, coastal waters, sea, islands, brackish coastal lagoons, estuaries, wetlands, and grasslands) that are utilized by birds. The aim of this paper is to organize and analyze the existing information about bird species that occur in the different coastal habitats in the S and E regions of Uruguay. The main threats for these species and habitats are mentioned and discussed. Furthermore, bird assemblages in each habitat are characterized through species richness, number of species per family, species conservation status and migratory species, and the most important sites for bird conservation are presented. A bibliographic review was performed on national and international publications, thesis and reports made since 1950 that refer to birds recorded from "Playa Penino" to "Barra de Chuy" (from the coastal line to the 50 m isobath). In addition, the main scientific collections of Uruguay were consulted and non-published records from well-known ornithologists were also considered. Two hundred and two bird species were compiled, representing 48 families. The habitats with the highest species number were wetlands, brackish coastal lagoons, sandy beaches and islands. Laridae, Procellariidae, Anatidae, Scolopacidae, Tyrannidae and Rallidae were the dominant families in species richness, with Laridae being the dominant family in the majority of habitats. On a global scale, 21 species have conservation problems. The majority of the threatened taxa are marine birds (albatrosses, petrels, penguins). The main threats being faced by birds in the Uruguayan coast are: hydrocarbon contamination, incidental fisheries by-catch and other anthropogenic activities related to the loss and disturbance of habitats.

**Key words:** birds, assemblages, coastal habitats, threats, Río de la Plata, Atlantic coast

Algunos sitios, como las islas costeras, son exclusivos para la reproducción de aves marinas, como el caso de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*), el gaviotín real (*Sterna maxima*) y el gaviotín pico amarillo (*Sterna eurygnatha*) (Vaz-Ferreira 1950; 1952; 1956; Teague 1955; Escalante 1970b; 1991; Abente & Antía 1999; Cravino *et al.* 1999; Lenzi *et al.* 2005; 2006a; 2006b). Las playas y puntas rocosas son usadas ampliamente para la alimentación y/o reposo por varias especies de aves, destacán-

dose gaviotas (*Larus* spp.), gaviotines (e.g. *Sterna* spp.) (Teague 1955; Escalante 1970b) y chorlos (e.g. *Tringa* spp., *Calidris* spp., *Charadrius* spp.) (Teague 1955; Gore & Gepp 1978). Las barras arenosas asociadas a desembocaduras de cursos fluviales y lagunas costeras son utilizadas como sitio de reposo por muchas especies de aves, entre las que se destacan, por sus grandes números, el gaviotín sudamericano (*Sterna hirundinacea*), el gaviotín golondrina (*Sterna hirundo*) y el rayador (*Rynchops niger*) (Rudolf 1996; Alfaro 2003). Los pastizales salobres son el ambiente característico del burrito plumizo (*Porzana spiloptera*) y de varias especies de Passeriformes, destacándose el espartillero enano (*Spartonoica maluroides*) y el espartillero listado (*Asthenes hudsoni*) (Arballo & Cravino 1999). Por último, en las lagunas costeras, se alimentan grandes grupos de cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) (Vaz-Ferreira & Rilla 1991) y flamenco (*Phoenicopterus chilensis*) (Rudolf 1996).

Un gran número de publicaciones dan sustento al conocimiento de las aves de la costa uruguaya. En su conjunto, los trabajos de Teague (1955), Vaz-Ferreira (1950; 1952; 1956), Cuello & Gerzenstein (1962), Gerzenstein (1965), Cuello (1975), Gore & Gepp (1978), Arballo & Cravino (1999) y en especial los trabajos de Rodolfo Escalante, quién es una referencia ineludible en el estudio de este grupo de aves, destacándose su libro "*Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas del Océano Atlántico*" (1970). Estos trabajos, entre otros, forman el cuerpo bibliográfico referente a las aves marinas y costeras del Uruguay y constituyen el sustrato fundamental sobre el cual continuar el estudio de las mismas. En este sentido, para la generación de bases para la conservación y el manejo de las aves de la costa uruguaya, surge la necesidad de sintetizar la información referente a las aves costeras, sus ambientes y sus amenazas.

Este trabajo tiene como principal objetivo organizar y analizar la información existente sobre las especies de aves que ocurren en los diferentes ambientes costeros de la región S y E del Uruguay. Por otro lado, se presentan y discuten las principales amenazas para las aves y sus ambientes.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se presenta una lista de las especies de aves que ocurren en los diversos ambientes de la costa S y E uruguaya, seleccionados desde un punto de vista ornitológico. La taxonomía utilizada fue tomada de Claramunt & Cuello (2004).

Se consideró el área comprendida entre Playa Penino (34°46'S, 56°23'W), Dpto. de San José, y el Arroyo Chuy (33°44'S, 53°22'W), ubicado en el límite fronterizo entre Uruguay (Dpto. de Rocha) y Brasil (Estado de Río Grande do Sul), y hasta la isóbata de 50 m. Los ambientes considerados fueron islas, mar, playas, aguas litorales, puntas rocosas, arenales, lagunas costeras, desembocaduras de cursos fluviales, bañados costeros, praderas inundadas y praderas.

A partir del análisis de la lista de especies se caracterizó a cada uno de los ambientes según los siguientes parámetros: riqueza de especies, representatividad de las familias, especies únicas (aquellas que fueron registradas en un único ambiente), especies globalmente amenazadas según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y número de especies migratorias de acuerdo con Azpiroz (2003). Se analizaron los mismos parámetros para la costa en general, a excepción del parámetro "especies únicas". Cabe destacar que no fueron considerados en el análisis de caracterización ornitológica de los ambientes los registros de aves marinas en ambientes en los cuales, por sus hábitos de vida, no son características. Un ejemplo de esto es la frecuente aparición de aves marinas pelágicas en el ambiente "playa" que generalmente llegan allí para luego morir. Por lo tanto, tampoco fueron considerados en este análisis los registros de especies basados en ejemplares encontrados muertos.

En base a la presencia de especies globalmente amenazadas, grandes concentraciones de aves residentes o migratorias y/o colonias de reproducción se analizó cuáles sitios de importancia para la conservación de las aves se destacan en la costa uruguaya. Para la realización de este análisis se utilizó las fuentes de datos que se indican abajo en ésta misma sección.

## Descripción de los ambientes

### Islas

En la costa se distinguen cinco grupos principales de islas. Frente al Dpto. de Rocha se destacan los grupos de La Coronilla (33°56'S, 53°29'W), Castillo Grande (34°21'S, 53°45'W) y Torres (34°24'S, 53°46'W); el grupo de Isla de Lobos (35°01'S, 54°52'W) se sitúa frente a Punta del Este (Dpto. de Maldonado); y el de Isla de Flores (34°56'S, 55°55'W) (Dpto. de Canelones) (ver Vaz-Ferreira 1950; 1952; 1956). Existen otras islas de menor superficie y/o más cercanas a la costa; tal es el caso de la Isla La Tuna (Dpto. de Rocha), Islote de la Sirena e Islotes frente a Santa Lucía del Este (Dpto. de Canelones), Isla de Ratas e Isla de las Gaviotas (Dpto. de Montevideo). En términos generales, las islas mencionadas están compuestas por bloques graníticos, roquedales, y zonas de arena y conchillas. Presentan vegetación predominantemente herbácea (e.g. *Cynodon dactylon*), aunque existen otras formaciones vegetales, e.g. el cañaveral de *Arundo donax* en Isla Verde (Vaz-Ferreira 1952; 1956). Fueron consideradas aquellas aves que hacen uso directo de las islas y del área circundante (Fig. 2c).

### Mar

Este ambiente comprende tanto las aguas del Océano Atlántico como las aguas estuarinas del Río de la Plata. Arbitrariamente se considera las aguas desde las dos millas de la costa hasta la isóbata de los 50 m de profundidad, incluyendo por lo tanto el ambiente pelágico, el cuál es explotado por una gran variedad de aves marinas (Fig. 2a).

### Playas

Está comprendido por la faja arenosa costera propia de las extensas playas que caracterizan la costa uruguaya, incluyendo la orilla marina o estuarina. Excluye los ambientes aledaños a las playas, como arenales, puntas rocosas y desembocaduras de cursos fluviales (Fig. 2e).

### Aguas litorales

Comprendido por la franja acuática costera que se extiende a lo largo del litoral costero uruguayo. El ancho de esta franja abarca las dos primeras millas de aguas oceánicas o estuarinas a partir de la línea de costa continental (Fig. 2b).

### Puntas rocosas

Las extensas playas de la costa uruguaya son comúnmente interrumpidas por puntas rocosas de tamaño variable. Este ambiente está caracterizado por formaciones rocosas que sirven para la alimentación y descanso de diversas especies de aves (Fig. 2d).

### Arenales

Por detrás de las playas arenosas ocurren médanos o dunas, que se encuentran en un plano más elevado y fuera del alcance del oleaje. Estas formaciones arenosas pueden estar provistas de vegetación (dunas semifijas y fijas) o no (dunas libres) (Alonso & Bassagoda 2002). Algunas especies vegetales típicas de los arenales son el pasto dibujante (*Panicum racemosum*), la margarita de los arenales (*Senecio crassiflorus*) y el junco de la playa (*Androtrichum trigimum*) (Arballo & Cravino 1999; Alonso & Bassagoda 2002) (Fig. 2g).

### Lagunas costeras

Son tratadas aquí aquellas lagunas que presentan comunicación con el Océano Atlántico, ya sea directamente por la apertura periódica de la barra arenosa, o indirectamente a través de un curso fluvial. Está caracterizado por la presencia de aguas salobres, consecuencia de la mezcla de agua salada con agua dulce. Las lagunas aquí consideradas son: Laguna José Ignacio (Dpto. de Maldonado, 34°49'S, 54°42'W), Laguna Garzón (Dptos. de Maldonado y Rocha, 34°46'S, 54°33'W), Laguna de Rocha (Dpto. de Rocha, 34°37'S, 54°17'W) y la Laguna de Castillos (Dpto. de Rocha 34°19'S, 53°55'W) (Fig. 2h).

### Desembocaduras de cursos fluviales

Este ambiente comprende las porciones de los tramos terminales de cursos fluviales y de las lagunas costeras que se conectan al mar. Este ambiente está caracterizado por la presencia de aguas salobres, consecuencia de la mixtura de agua salada con agua dulce (estuarios). La desembocadura de ríos y arroyos en el mar se produce de manera oblicua a éste, generándose barras arenosas que son hábitat de un importante número de especies de aves. Los principales cuerpos de agua

con desembocadura al océano o Río de la Plata son: Río Santa Lucía (límite de los Dptos. de San José y Montevideo 34°47'S, 56°21'W), Arroyo Carrasco (límite de los Dptos. de Montevideo y Canelones 34°52'S, 56°01'W), Arroyo Pando (Dptos. de Canelones 34°47', 55°51'W), Arroyo Solís Grande (límites de los Dptos. de Canelones y Maldonado, 34°47'S, 55°23'W), Laguna José Ignacio (Dpto. de Maldonado, 34°50'S, 54°20'W), Arroyo Maldonado (Dpto. de Maldonado 34°55'S, 54°51'W), Laguna de Rocha (34°41'S, 54°16'W), y el Arroyo Valizas (Dpto. de Rocha, 34°20'S, 53°47'W) (Fig. 2f).

### Bañados costeros

Este ambiente está constituido por formaciones vegetales cuyas especies están adaptadas a suelos saturados de agua, ya sea temporal o permanentemente. A lo largo de la costa, estas formaciones ocurren en las depresiones interdunares, en los márgenes de las desembocaduras de cursos fluviales y en cercanías de las lagunas costeras. Algunas especies vegetales representativas de este ambiente son el junco, la totora, y el caragatá (Alonso & Bassagoda 2002). Se destacan los bañados del tramo terminal del Río Santa Lucía y del Arroyo Maldonado (34°55'S, 54°51'W) y los bañados aledaños a la Laguna de Castillos.

### Praderas inundables

Este ambiente está constituido por las praderas (comunidad herbácea de bajo porte, con predominio de gramíneas) aledañas a las lagunas costeras con influencia marina. La saturación con agua de estas praderas está determinada por el incremento del nivel del agua de las lagunas.

### Praderas

Comprende las praderas aledañas a las lagunas costeras que, a diferencia de las praderas inundables, no están sometidas a inundación periódica.

### Fuente de datos

Se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones, tesis e informes nacionales e internacionales referidas a las aves de la costa uruguaya, que suman 83 documentos. De éstos, 36 corresponden a publicaciones editadas en Uruguay, 23 fueron editadas en el exterior del país, nueve corresponden a informes técnicos y tesis y 15 a resúmenes en publicaciones de congresos nacionales e internacionales.

Por otra parte, fueron revisados 2080 especímenes pertenecientes a la colección científica del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo) y 239 especímenes pertenecientes a la colección científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Montevideo). También se incluye información obtenida a partir de observaciones de campo de los autores (desde tierra y barcos de pesca comercial) y comunicaciones personales de biólogos y ornitólogos referentes.



**Figura 2.** Fotografías de los principales ambientes costeros para las aves en Uruguay. A) Mar. Próximo a la isóbata de 50 m. Se observa un individuo juvenil de albatros real del sur (*Diomedea epomophora*). B) Aguas litorales. Punta del Diablo. Se observa un individuo juvenil de petrel gigante del norte (*Macronectes giganteus*). C) Islas. Isla Verde, La Coronilla. Se distingue cañaveral de *Arundo donax*. En el centro se observa una colonia mixta de gaviotín real (*Sterna maxima*) y pico amarillo (*S. eurynatha*). En la periferia de la colonia se observan gaviotas cocineras (*Larus dominicanus*). D) Puntas rocosas. Santa Teresa. E) Playas. La Coronilla. F) Desembocaduras de cursos fluviales. Arroyo Solís Grande. Se observa un gaviotín chico (*Sterna superciliaris*). G) Arenales. Cabo Polonio. H) Lagunas Costeras. Laguna de Rocha. Se distingue el espejo de agua y las praderas aledañas. (Fotos A-B: Sebastián Jiménez, Proyecto Albatros y Petreles; Fotos C y G: Javier Lenzi, Averaves Proyecto Sterna; Fotos D, E y F: Sebastián Jiménez; Foto H: Macarena Sarroca).

### Crterios y definiciones para la construccin de las listas de especies por ambiente

Se incluyeron: a) todas las especies que fueron registradas vivas en cada ambiente y su registro publicado a partir de 1950 (Tabla 1); b) aquellas especies que fueron registradas mediante observaciones personales de individuos vivos que hacan uso del ambiente; y c) aquellas que fueron registradas a partir de ejemplares colectados vivos y depositados en colecciones cientficas pblicas.

De manera independiente fueron consideradas aquellas especies que solo fueron registradas a partir de ejemplares muertos ingresados en colecciones cientficas y/o documentados en publicaciones.

### RESULTADOS

Se registró un total de 202 especies de aves para los ambientes estudiados en el área considerada (Tabla 1). Las especies registradas pertenecen a 48 familias. Aquellas representadas con mayor número de especies fueron Laridae (17 especies), Procellariidae y Anatidae (16), Scolopacidae y Tyrannidae (15) y Rallidae (12). También tuvieron un número importante de especies las familias Hirundinidae, Icteridae y Furnariidae (9), Ardeidae y Charadriidae (8).

Dentro del área de estudio ocurrieron 21 especies amenazadas a nivel global (10% de las especies encontradas), pertenecientes principalmente a las familias Procellariidae (6) y Diomedidae (4) (Tabla 2). Por otro lado, se registraron 78 especies migratorias (38.6%) mayormente de las familias Scolopacidae (15) y Procellariidae (12).

Del total de especies registradas 196 corresponden a registros realizados a partir de aves vivas en los distintos ambientes dentro del área de estudio. Las restantes seis especies han sido registradas sólo a partir de aves muertas. Se trata de aves marinas que fueron encontradas en playas y barras arenosas, pertenecientes a las familias Procellariidae (3), Stercorariidae (2) y Pelecanoididae (1) (Tabla 1).

### Composicin de especies por ambiente

Los ambientes estudiados presentaron composiciones de especies caractersticas. Esto se refleja en la riqueza de especies, en las familias dominantes (mayor número de especies) y las especies únicas (especies registradas a partir de aves vivas en un único ambiente). Además, los ambientes difirieron en el número de especies con problemas de conservacin a nivel mundial y en la cantidad de especies de aves migratorias registradas. A continuacin se resumen los principales resultados para cada ambiente estudiado.

#### Islas

Fueron registradas 67 especies representando a 33 familias (Tabla 1). La composicin de este ambiente fue muy variada, encontrándose tanto aves marinas, como costeras y terrestres. Esto se reflejó en las familias dominantes: Laridae (8), Scolopacidae y Tyrannidae (7). Este

ambiente se registraron seis especies únicas, entre las cuales se encuentra el cormorán de vientre blanco (*Phalacrocorax albiventer*), el cuervo de cabeza negra (*Coragyps atratus*) y el playerito trinador (*Numenius phaeopus*). Fueron registradas cinco especies globalmente amenazadas, de las cuales una se encuentra en "peligro" (albatros ceja negra, *Thalassarche melanophrys*), tres "amenazadas" y una "casi amenazada" (Tabla 2). Además fueron registradas en este ambiente 31 especies de aves migratorias donde las familias con mayor riqueza fueron Scolopacidae (7), Laridae (5) y Procellariidae (4) (ver Tabla 1).

#### Mar

En este ambiente se registraron 22 especies representantes de siete familias (Tabla 1), con un claro dominio de la familia Procellariidae con 11 especies (50%). Se destacan también las familias Diomedidae y Laridae con cuatro y tres especies, respectivamente. Este ambiente presentó siete especies únicas: el albatros real del sur (*Diomedea epomophora*), el albatros cabeza gris (*Thalassarche chrysostoma*), el albatros pico amarillo (*Thalassarche chlororhynchos*), el petrel atlántico (*Pterodroma incerta*), el petrel de anteojos (*Procellaria conspicillata*), la pardela grande (*Calonectris diomedea*) y el piquero pardo (*Sula leucogaster*). En este ambiente ocurrió el mayor número de especies globalmente amenazadas (10), destacándose la presencia del petrel de anteojos, considerado en "peligro crítico". De las nueve especies restantes, dos están consideradas en "peligro", cinco "amenazadas" y dos "casi amenazadas" (Tabla 2). Fueron registradas para este ambiente 19 especies migratorias principalmente de la familia Procellariidae (10) y en menor medida Diomedidae (3), Stercorariidae y Laridae (2) e Hydrobatidae (1) (ver Tabla 1).

#### Playa

Fueron registradas 72 especies que pertenecen a 24 familias (Tabla 1). La familia dominante en cuanto a su riqueza fue Laridae con 15 especies, seguida por Scolopacidae (9) y Tyrannidae y Charadriidae (8). Este ambiente presentó dos especies únicas: chorlo cabezón (*Oreopholus ruficollis*) y playerito unicolor (*Calidris bairdii*). Se registró una especie globalmente amenazada catalogada como "vulnerable" (gaviota cangrejera, *Larus atlanticus*) y 31 especies de aves migratorias (Tabla 2). Estas últimas pertenecen principalmente a las familias Scolopacidae (9), Charadriidae (6), Laridae (5) e Hirundinidae (4) (ver Tabla 1).

#### Aguas litorales

Se registraron 38 especies correspondientes a 11 familias (Tabla 1). La familia con mayor número de especies fue Laridae (10), seguida por Procellariidae (8). Cabe resaltar que el saltador grande (*Stercorarius pomarinus*) sólo ha sido registrado en este ambiente en la costa uruguayana. Las aguas litorales uruguayas ocupan el segundo lugar en cuanto a número de especies globalmente

amenazadas (7). De éstas, una se halla en “peligro” (albatros ceja negra, *Thalassarche melanophrys*), cuatro “amenazadas” y dos “casi amenazadas” (Tabla 2). Las aves migratorias registradas en este ambiente comprenden 20 especies, donde las familias que presentaron mayor número fueron Procellariidae (8) seguida de Laridae (4) y Stercorariidae (3) (ver Tabla 1).

#### **Puntas rocosas**

En este ambiente se registraron 45 especies pertenecientes a 17 familias (Tabla 1). Laridae fue la familia que dominó con 10 especies representantes, seguida por Tyrannidae y Scolopacidae (6). La dormilona cara negra (*Muscisaxicola macloviiana*) fue la especie única encontrada en este ambiente. Se registró una especie amenazada (gaviota cangrejera) cuyo estatus de conservación es “vulnerable” y 17 especies de aves migratorias donde las familias con mayor riqueza fueron Scolopacidae (5) y Tyrannidae (4) (Tabla 2, ver Tabla 1).

#### **Arenal**

El número de especies encontradas en este ambiente fue 25, representantes de 14 familias (Tabla 1). Las familias dominantes fueron Hirundinidae con cuatro especies y Falconidae, Accipitridae y Laridae con tres especies cada una. Como especie única se registró al caranchillo (*Buteo magnirostris*). En este ambiente no fueron registradas especies con problemas de conservación a nivel global. Este ambiente presentó siete especies de aves migratorias pertenecientes a las familias Hirundinidae (4), Accipitridae (1) y Tyrannidae (1) (ver Tabla 1).

#### **Lagunas costeras**

Se registraron 83 especies de aves pertenecientes a 23 familias (Tabla 1). Las familias que dominaron fueron, en orden de importancia, Anatidae (15), Laridae (12) y Scolopacidae (9). Este ambiente presentó seis especies únicas: el pato zambullidor (*Oxyura vittata*), el carao (*Aramus guarana*), gallareta escudete rojo (*Fulica rufifrons*), el playero zancudo (*Micropalama himantopus*), el martín pescador grande (*Ceryle torquata*) y el dragón (*Xanthopsar flavus*). Esta última especie, junto con la gaviota cangrejera, el flamenco y el playerito canela (*Tryngites subruficollis*) fueron las especies globalmente amenazadas. Las primeras dos están en la categoría “vulnerable” y las dos restantes en “casi amenazado” (Tabla 2). Se observó que este ambiente presenta 31 especies de migratorias principalmente de las familias Scolopacidae (9), Anatidae (6), Hirundinidae (6) y Laridae (5) (ver Tabla 1).

#### **Desembocaduras de cursos fluviales**

Fueron registradas 50 especies de aves representantes de 18 familias (Tabla 1). La familia Laridae dominó claramente con 12 especies. La cigüeña común (*Ciconia maguari*) fue registrada como especie única. Se encontraron dos especies globalmente amenazadas: la gaviota cangrejera (con estatus “vulnerable”) y el flamenco (*P.*

*chilensis*) (catalogado como “casi amenazado”) (Tabla 2). Este ambiente presentó 22 especies de aves migratorias fundamentalmente de las familias Charadriidae (5), Laridae (5), Scolopacidae (4) e Hirundinidae (4) (ver Tabla 1).

#### **Bañado**

Se encontró una riqueza de 84 especies de aves que representan a 22 familias (Tabla 1). La familia con mayor número de especies fue Anatidae (14), seguida por Rallidae (10), Hirundinidae (9) y Furnariidae (8). Se registraron 24 especies únicas entre las cuales se encuentran siete de Furnariidae, seis de Rallidae, tres especies de Tyrannidae e Icteridae, la garza colorada (*Tigrisoma lineatum*), la cigüeña cabeza pelada (*Mycteria americana*), la Jacana (*Jacana jacana*), el verdón (*Embernagra platensis*) y el arañero cara negra (*Geothlypis aequinoctialis*). Las cuatro especies globalmente amenazadas fueron el burrito plomizo (*Porzana spiloptera*) catalogado como “vulnerable”, y el playerito canela, el espartillero enano (*Spartonotica maluroides*) y la pajonalera pico recto (*Limnocittes rectirostris*) en la categoría “casi amenazados” (Tabla 2). Fueron registradas 28 especies migratorias, las cuales estuvieron representadas fundamentalmente por las familias Hirundinidae (9), Scolopacidae (7) y Anatidae (4).

#### **Praderas inundadas**

Se encontraron 40 especies de aves de 17 familias (Tabla 1). Este ambiente estuvo dominado, en cuanto al número de especies, por la familia Hirundinidae (9). Con un número de especies inferior siguieron las familias Scolopacidae (5), Anatidae y Tyrannidae (4). Las siguientes tres especies sólo fueron registradas en este ambiente: cachirla común (*Anthus furcatus*), pecho colorado (*Sturnella superciliaris*) y la viudita blanca grande (*Heteroxolmis dominicana*). Esta última especie, al igual que el playerito canela, se encuentra globalmente amenazada con estatus “vulnerable” y “casi amenazado”, respectivamente (Tabla 2). Se observó que este ambiente presenta 19 especies de aves migratorias pertenecientes, básicamente, a las familias Hirundinidae (9) y Scolopacidae (5).

#### **Pradera**

En este ambiente se registró un total de 29 especies que representan a 15 familias (Tabla 1). La familia con mayor número de especies fue Hirundinidae con seis representantes. Les siguió Tyrannidae con cuatro especies y Falconidae e Icteridae con tres. Se registraron las siguientes cuatro especies únicas en este ambiente: garza amarilla (*Syrigma sibilatrix*), la cachirla chica (*Anthus lutescens*), el tordo pico corto (*Molothrus rufoaxillaris*) y el tordo músico (*Molothrus badius*). Este ambiente no presentó ninguna especie con problemas de conservación a nivel global (Tabla 2). Siete especies de aves migratorias de las familias Hirundinidae (6) y Charadriidae (1) fueron registradas en este ambiente.

**Tabla 1.** Lista de especies de aves de la costa uruguaya S y E y clasificación por ambientes. Las x indican que las especies fueron registradas a partir de aves vivas. El símbolo † indica que la especie fue registrada para el ambiente a partir de aves muertas. Las especies migratorias se señalan con \*, mientras que las aves marinas que han sido registradas en ambientes que no son propios de ellas se muestran con «o». IS=islas; MA=mar; AL=aguas litorales; PL=playas; PR=puntas rocosas; AR=arenales; DC=desembocaduras de cursos fluviales; LA=lagunas costeras; BÑ=bañados costeros; PI=praderas inundables y PA=praderas.

Nombre científico	Nombre común	Ambiente										
		IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<b>Tinamidae</b>												
<i>Nothura maculosa</i>	Perdiz						x					x
<b>Spheniscidae</b>												
<i>Aptenodytes patagonicus</i>	Pingüino Rey				o							
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino de Frente Dorada							o				
<i>Eudyptes chrysocome</i> *	Pingüino de Penacho Amarillo	x		x		o						
<i>Spheniscus magellanicus</i> *	Pingüino de Magallanes	x	x	x	o							
<b>Podicipedidae</b>												
<i>Rollandia rolland</i>	Macá Común			x					x	x		
<i>Podiceps major</i>	Macá Grande	x		x					x			
<i>Podilymbus podiceps</i>	Macá Pico Grueso			x					x	x		
<b>Diomedidae</b>												
<i>Diomedea epomophora</i> *	Albatros Real del Sur		x									
<i>Thalassarche melanophrys</i> *	Albatros de Ceja Negra	x	x	x	o							
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros Cabeza Gris		x									
<i>Thalassarche chlororhynchus</i> *	Albatros de Pico Amarillo		x									
<b>Procellariidae</b>												
<i>Macronectes giganteus</i> *	Petrel Gigante del Sur	x	x	x	o	o						
<i>Macronectes halli</i> *	Petrel Gigante del Norte				o							
<i>Fulmarus glacialisoides</i> *	Petrel Plateado	x	x	x								
<i>Daption capense</i> *	Petrel Damero	x	x	x								
<i>Pterodroma incerta</i>	Petrel Atlántico		x									
<i>Aphrodroma brevirostris</i>	Petrel de Kerguelen				o							
<i>Pterodroma mollis</i>	Petrel de Collar Gris				†							
<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel Azulado							†				
<i>Pachyptila desolata</i> *	Prión de Pico Ancho				†							
<i>Pachyptila belcheri</i> *	Prión Pico Fino		x	x								
<i>Procellaria aequinoctialis</i> *	Petrel de Barba Blanca	x	x	x								
<i>Procellaria conspicillata</i> *	Petrel Anteojos		x									
<i>Calonectris diomedea</i> *	Pardela Grande		x									
<i>Puffinus gravis</i> *	Pardela Parda		x	x								
<i>Puffinus griseus</i> *	Pardela Oscura		x	x								
<i>Puffinus puffinus</i> *	Pardela Boreal		x	x	o							
<b>Hydrobatidae</b>												
<i>Oceanites oceanicus</i> *	Petrel de las Tormentas de Wilson	x	x									
<b>Pelecanoididae</b>												
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Petrel Zambullidor				†							
<b>Sulidae</b>												
<i>Sula leucogaster</i>	Piquero Pardo		x									

Aves de la costa este y sur uruguayas: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación

Nombre científico	Nombre común	IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<b>Phalacrocoracidae</b>												
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Biguá	x		x	X	x	x	x	x	x		
<i>Phalacrocorax albiventer*</i>	Cormorán de Vientre Blanco	x										
<b>Fregatidae</b>												
<i>Fregata magnificens*</i>	Fragata	x		x								
<b>Ardeidae</b>												
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza Colorada									x		
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Garza Amarilla											x
<i>Ixobrychus involucris</i>	Mirasol Chico								x	x		
<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca Grande	x			x	x		x	x	x		
<i>Ardea cocoi</i>	Garza Mora				x	x		x	x	x		
<i>Egretta thula</i>	Garza Blanca Chica	x			x	x		x	x	x		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Bueyera	x						x			x	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Bruja	x						x		x		
<b>Ciconiidae</b>												
<i>Mycteria americana*</i>	Cigüeña Cabeza Pelada									x		
<i>Ciconia maguari</i>	Cigüeña Común							x				
<b>Plataleidae</b>												
<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada								x	x		
<i>Phimosus infuscatus</i>	Cuervillo Cara Pelada								x	x	x	
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervillo de Cañada	x			x	x			x	x		
<i>Harpiprion caerulescens</i>	Bandurria Mora								x		x	
<b>Cathartidae</b>												
<i>Coragyps atratus</i>	Buitre Cabeza Negra	x										
<i>Cathartes aura</i>	Buitre Cabeza Roja				x		x					x
<b>Phoenicopteridae</b>												
<i>Phoenicopus chilensis*</i>	Flamenco							x	x			
<b>Anhimidae</b>												
<i>Chauna torquata</i>	Chajá								x	x		x
<b>Anatidae</b>												
<i>Metopiana peposaca*</i>	Pato Picazo								x	x		
<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato Cabeza Negra								x	x		
<i>Calloneta leucophrys</i>	Pato de Collar								x	x		
<i>Mareca sibilatrix</i>	Pato Overo								x	x		
<i>Anas bahamensis*</i>	Pato Gargantilla								x	x		
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Pato Brasileiro								x	x		
<i>Anas platalea*</i>	Pato Cuchara								x	x	x	
<i>Anas cyanoptera*</i>	Pato Colorado								x	x		
<i>Anas georgica</i>	Pato Maicero			x	x	x			x	x		
<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino								x	x	x	
<i>Anas versicolor</i>	Pato Capuchino					x			x	x		
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pato Canela			x	x					x	x	
<i>Dendrocygna viduata</i>	Pato Cara Blanca				x				x	x	x	
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Coscoroba			x				x	x			
<i>Cygnus melanocoryphus</i>	Cisne Cuello Negro			x				x	x	x		
<i>Oxyura vittata</i>	Pato Zambullidor								x			
<b>Accipitridae</b>												
<i>Pandion haliaetus*</i>	Águila Pescadora			x	x			x	x	x		
<i>Rosthamus sociabilis*</i>	Caracolero						x			x		
<i>Circus buffoni</i>	Gavilán Alilargo						x	x		x	x	



Nombre científico	Nombre común	IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<i>Buteo magnirostris</i>	Caranchillo						x					
<b>Falconidae</b>												
<i>Falco sparverius</i>	Halconcito Común				x		x	x				x
<i>Milvago chimango</i>	Chimango	x			x		x		x	x	x	x
<i>Caracara plancus</i>	Carancho			x			x	x	x	x	x	x
<b>Aramidae</b>												
<i>Aramus guarauna</i>	Carao								x			
<b>Rallidae</b>												
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Gallineta Común				x	x			x	x		
<i>Aramides ypecaha</i>	Gallineta Grande								x	x		
<i>Laterallus leucopyrrhus</i>	Burrito Patas Rojas									x		
<i>Laterallus melanophaius</i>	Burrito Patas Verdes									x		
<i>Porzana spiloptera</i>	Burrito Plomizo									x		
<i>Coturnicops notata</i>	Burrito Enano									x		
<i>Porphyryla martinica</i> *	Polla de Agua Azul									x		
<i>Gallinula melanops</i>	Polla Pintada									x		
<i>Gallinula chloropus</i>	Polla de Agua								x	x		
<i>Fulica armillata</i>	Gallarreta Grande			x		x		x	x		x	
<i>Fulica leucoptera</i>	Gallarreta Ala Blanca	x		x		x			x	x	x	
<i>Fulica rufifrons</i>	Gallarreta Escudete Rojo								x			
<b>Jacaniidae</b>												
<i>Jacana jacana</i>	Jacana									x		
<b>Rostratulidae</b>												
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Aguatero									x	x	
<b>Haematopodidae</b>												
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Común	x			x	x	x	x	x			
<i>Haematopus ater</i>	Ostrero Negro					x		x				
<b>Recurvirostridae</b>												
<i>Himantopus mexicanus</i>	Tero Real	x			x			x	x	x	x	
<b>Charadriidae</b>												
<i>Vanellus chilensis</i>	Tero	x			x	x	x	x		x		x
<i>Pluvialis dominica</i> *	Chorlo Pampa	x			x	x		x	x		x	x
<i>Pluvialis squatarola</i> *	Chorlo Ártico				x			x				
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito de Collar	x			x		x	x	x			
<i>Charadrius falklandicus</i> *	Chorlito de Doble Collar				x			x	x			
<i>Charadrius modestus</i> *	Chorlito Pecho Canela				x			x	x		x	
<i>Charadrius semipalmatus</i> *	Chorlito Palmado	x			x			x				
<i>Oreopholus ruficollis</i> *	Chorlo Cabezón				x							
<b>Scolopaciidae</b>												
<i>Actitis macularia</i> *	Playerito Manchado	x				x						
<i>Arenaria interpres</i> *	Vuelvepiedras	x			x	x						
<i>Calidris alba</i> *	Playerito Blanco	x			x				x			
<i>Calidris bairdii</i> *	Playerito Unicolor				x							
<i>Calidris canutus</i> *	Playerito Rojizo	x			x	x		x				
<i>Calidris fuscicollis</i> *	Playerito Rabadilla Blanca	x			x			x	x	x		
<i>Calidris melanotos</i> *	Playerito Pectoral				x			x	x	x		
<i>Limosa haemastica</i> *	Becasa de Mar				x			x	x			
<i>Tringa flavipes</i> *	Chorlo Menor de Patas Amarillas				x	x			x	x	x	
<i>Tringa melanoleuca</i> *	Chorlo Mayor de Patas Amarillas	x			x	x			x	x	x	
<i>Tringa solitaria</i> *	Chorlo Solitario								x	x	x	
<i>Tryngites subruficollis</i> *	Playerito Canela								x	x	x	

Aves de la costa este y sur uruguayana: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación

Nombre científico	Nombre común	IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<i>Gallinago paraguaiiae</i> *	Becasina									x	x	
<i>Numenius phaeopus</i> *	Playerito Trínador	x										
<i>Micropalama himantopus</i> *	Playero Zancudo								x			
<b>Chionidae</b>												
<i>Chionis albus</i> *	Paloma Antártica	x			x	x		x				
<b>Stercorariidae</b>												
<i>Catharacta antarctica</i> *	Escúa Antártica	x	x	x	x							
<i>Catharacta chilensis</i>	Gaviota Parda Chilena				†							
<i>Stercorarius longicaudus</i> *	Salteador de Cola Larga				†			†				
<i>Stercorarius parasiticus</i> *	Salteador Chico			x				x				
<i>Stercorarius pomarinus</i> *	Salteador Grande			x								
<b>Laridae</b>												
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Cocinera	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Larus atlanticus</i> *	Gaviota Cangrejera			x	x	x		x	x			
<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaviota Capucho Gris			x	x	x						
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota Capucho Café	x		x	x	x		x	x	x		x
<i>Sterna nilotica</i>	Gaviotín Pico Grueso				x		x	x	x			
<i>Chlidonias niger</i> *	Gaviotín Negro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phaetusa simplex</i>	Atí			x	x			x	x			
<i>Sterna hirundinacea</i> *	Gaviotín Sudamericano	x	x	x	x			x	x			
<i>Sterna hirundo</i> *	Gaviotín Golondrina	x	x	x	x	x		x	x			
<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín Ártico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sterna superciliosa</i>	Gaviotín Chico Común			x	x		x	x	x			
<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín de Antifaz	x		x	x	x		x	x		x	
<i>Sterna vittata</i> *	Gaviotín Antártico	x			x							
<i>Sterna eurygnatha</i>	Gaviotín de Pico Amarillo	x		x	x	x		x	x			
<i>Sterna sandvicensis</i>	Gaviotín de Pico Negro				x	x						
<i>Sterna maxima</i>	Gaviotín Real	x		x	x	x		x	x			
<i>Rynchops niger</i> *	Rayador	x		x	x	x		x	x			
<b>Columbidae</b>												
<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	x			x	x						
<i>Columba picazuro</i>	Paloma de Monte				x	x						
<i>Zenaidura macroura</i>	Torcaza	x			x	x						
<i>Columbina picui</i>	Torcacita Común	x										
<b>Cucullidae</b>												
<i>Guira guira</i>	Pirincho	x			x							
<b>Strigidae</b>												
<i>Athene cunicularia</i>	Lechucita de Campo	x					x					
<b>Trochilidae</b>												
<i>Chlorostilbon lucidus</i> *	Picaflor Verde	x										
<b>Alcedinidae</b>												
<i>Ceryle torquatus</i>	Martín Pescador Grande								x			
<b>Furnariidae</b>												
<i>Furnarius rufus</i>	Hornero				x				x			x
<i>Cinclodes fuscus</i> *	Remolinera	x			x	x			x	x	x	
<i>Limnornis curvirostris</i>	Pajonalera Pico Recto									x		
<i>Limnornis curvirostris</i>	Pajonalera Pico Curvo									x		
<i>Asthenes hudsoni</i>	Espartillero Listado									x		
<i>Spartonnoia maluroides</i>	Espartillero Enano									x		
<i>Phleocryptes melanops</i>	Junquero									x		

Nombre científico	Nombre común	IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Curutié Colorado									x		
<i>Cranioleuca sulphuriphera</i>	Curutié Ocráceo									x		
<b>Tyrannidae</b>												
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Benteveo	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tyrannus melancholicus*</i>	Benteveo Real	x			x	x						
<i>Machetornis rixosa</i>	Margarita	x			x				x			x
<i>Tyrannus savana*</i>	Tijereta	x			x	x	x					
<i>Xolmis cinereus</i>	Escarchero				x	x						x
<i>Xolmis irupero</i>	Viudita Blanca Chica				x							x
<i>Heteroxolmis dominicanus</i>	Viudita Blanca Grande										x	
<i>Lessonia rufa*</i>	Sobrepuesto	x			x	x		x	x	x	x	
<i>Muscisaxicola maclovianus*</i>	Dormilona Cara Negra					x						
<i>Serpophaga subcristata</i>	Tiquitiqui Común	x			x							
<i>Serpophaga nigricans</i>	Tiquitiqui Oscuro									x		
<i>Thachuris rubrigastra</i>	Sietecolores de Laguna	x							x			
<i>Hymenops perspicillatus</i>	Pico de Plata								x	x	x	
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	Piojito Amarillo									x		
<i>Fluvicola albiventer*</i>	Lavandera Blanca									x		
<b>Hirundinidae</b>												
<i>Pygochelidon cyanoleuca*</i>	Golondrina Azul Chica				x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tachycineta leucorrhoa*</i>	Golondrina Ceja Blanca				x		x	x	x	x	x	x
<i>Progne chalybea*</i>	Golondrina Azul Grande	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Progne tapera*</i>	Golondrina Parda				x		x	x	x	x	x	x
<i>Alopocheilidon fucata*</i>	Golondrina Cara Rojiza								x	x	x	x
<i>Stelgidopteryx ruficollis*</i>	Golondrina Cuello Canela								x	x	x	x
<i>Hirundo rustica*</i>	Golondrina Tijereta									x	x	
<i>Petrochelidon pyrrhonota*</i>	Golondrina Rabadilla Canela									x	x	
<i>Riiparia riparia*</i>	Golondrina Parda Chica									x	x	
<b>Motacillidae</b>												
<i>Anthus correndera</i>	Cachirla Uña Larga	x						x			x	
<i>Anthus chii</i>	Cachirla Chica											x
<i>Anthus furcatus</i>	Cachirla Común										x	
<b>Troglodytidae</b>												
<i>Troglodytes musculus</i>	Ratonera	x			x	x						
<b>Mimidae</b>												
<i>Mimus saturninus</i>	Calandria	x							x			
<b>Turdidae</b>												
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabíá								x			x
<b>Emberizidae</b>												
<i>Sicalis luteola</i>	Misto	x					x				x	x
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	x			x	x						x
<i>Embernagra platensis</i>	Verdón									x		
<b>Thraupidae</b>												
<i>Thrauphis bonariensis</i>	Naranjero	x										
<b>Parulidae</b>												
<i>Geothlypis aequinoctialis*</i>	Arañero Cara Negra									x		
<b>Fringillidae</b>												
<i>Carduelis magellanica</i>	Cabecita Negra						x					x
<b>Icteridae</b>												
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Común	x			x		x					

Aves de la costa este y sur uruguaya: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación

Nombre científico	Nombre común	IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<i>Chrysomus thilius</i>	Alferez									x		
<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Garibaldino									x		
<i>Pseudoleistes virescens</i>	Pecho Amarillo									x		x
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	Tordo Pico Corto											x
<i>Agelaioides badius</i>	Tordo Músico											x
<i>Xanthopsar flavus</i>	Dragón								x			
<i>Amblyramphus holosericeus</i>	Federal									x		
<i>Sturnella superciliaris</i>	Pecho Colorado										x	
<b>Ploceidae</b>												
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion	x			x	x						

**Tabla 2.** Especies de aves globalmente amenazadas según BirdLife International (2004) de la costa uruguaya S y E y los ambientes en donde fueron registradas. IS=islas; MA=mar; AL=aguas litorales; PL=playas; PR=puntas rocosas; AR=arenales; DC=desembocaduras de cursos fluviales; LA=lagunas costeras; BÑ=bañados costeros; PI=praderas inundables y PA=praderas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Ambiente										
			IS	MA	AL	PL	PR	AR	DC	LA	BÑ	PI	PA
<b>Peligro Crítico</b>													
Procellariidae	<i>Procellaria conspicillata</i>	Petrel de Anteojos			x								
<b>Peligro</b>													
Diomedidae	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatros de Ceja Negra	x	x	x								
Diomedidae	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Albatros de Pico Amarillo		x									
<b>Vulnerable</b>													
Spheniscidae	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de Penacho Amarillo	x		x								
Spheniscidae	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino de Frente dorada											
Diomedidae	<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros Real del Sur			x								
Diomedidae	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros Cabeza Gris			x								
Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel Gigante del Sur	x	x	x								
Procellariidae	<i>Pterodroma incerta</i>	Petrel Atlántico			x								
Procellariidae	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel de Barba Blanca	x	x	x								
Rallidae	<i>Porzana spiloptera</i>	Burrito Plomizo									x		
Laridae	<i>Larus atlanticus</i>	Gaviota Cangrejera				x	x	x		x	x		
Tyrannidae	<i>Heteroxolmis dominicana</i>	Viudita Blanca Grande										x	
Icteridae	<i>Xanthopsar flavus</i>	Dragón								x			
<b>Casi Amenazado</b>													
Spheniscidae	<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	x	x	x								
Procellariidae	<i>Macronectes halli</i>	Petrel Gigante del Norte											
Procellariidae	<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura		x	x								
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco							x	x			
Scolopacidae	<i>Tryngites subruficollis</i>	Playerito Canela								x	x	x	
Furnariidae	<i>Spartonoica maluroides</i>	Espartillero Enano									x		
Furnariidae	<i>Limnortyx rectirostris</i>	Pajonalera Pico Recto									x		
<b>Total de especies amenazadas por ambiente</b>			<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

### Sitios de importancia para la conservación de las aves

Dentro del área comprendida por este trabajo en el Océano Atlántico y el estuario del Río de la Plata se encontró un número significativo de especies globalmente amenazadas. Sin embargo, resulta compleja la delimitación de sitios de particular importancia debido a que los sistemas oceánico y estuarino son sumamente dinámicos y a que las especies de aves marinas registradas en él poseen un rango de distribución extremadamente amplio debido a su gran capacidad de dispersión. No obstante, fuera del área de interés para este trabajo, el talud continental es un área de relevancia para las aves marinas, ya que allí se han registrado varias especies amenazadas de albatros y petreles (Jiménez obs. pers.) y las tasas de captura incidental en palangre son elevadas en relación a la media mundial (Jiménez 2005).

Playa Penino (34°46'S, 56°27'W) se destaca por el importante número de especies registrado (Arballo 1996) entre las cuales se incluyen la gaviota cangrejera (*L. atlanticus*), el chorlito canela (*T. subruficollis*) y la pajonlera de pico recto (*L. rectirostris*) (Rocha 1999), consideradas globalmente amenazadas. A su vez, este sitio es de gran relevancia para especies de chorlos migratorios neárticos y neotropicales. Las principales amenazas son generadas por el desarrollo urbano y la contaminación ambiental (Rocha 1999).

La Laguna José Ignacio (34°49'S, 54°42'W), en conjunto con los bañados, praderas inundables y otros ambientes asociados presenta un total de 167 especies (Thierry Rabau com. pers.). Entre éstas fueron registrados importantes números de especies globalmente amenazadas como la gaviota cangrejera (*L. atlanticus*), 221 ind. en julio de 2005 (Thierry Rabau com. pers.) y el flamenco (*P. chilensis*), 230 indiv. en setiembre de 2006 (Aldabe obs. pers.). Otras especies amenazadas registradas en el lugar son el chorlito canela (*T. subruficollis*), la pajonlera de pico recto (*L. rectirostris*) y la viudita blanca grande (*H. dominicana*). A su vez, se destacan los registros de aves marinas, varias de las cuales son consideradas amenazadas, y de varias especies de chorlos y playeros migratorios (Thierry Rabau com. pers.).

La Laguna de Rocha (34°37'S, 54°17'W), es quizás uno de los sitios más importantes para la conservación de las aves en la costa uruguaya, debido a su elevada riqueza y abundancia de especies residentes y migratorias, y presencia de especies globalmente amenazadas (Morrison & Ross 1989; Rudolf 1996). En la cuenca de la laguna fueron registradas 220 especies de aves de las cuales 156 estuvieron presentes en la zona de la barra (Rudolf 1996). Se destacan en este sitio las mayores concentraciones de cisne de cuello negro (*C. melanocoryphus*) y de coscoroba (*C. coscoroba*) (Vaz-Ferreira & Rilla 1991). Presenta especies globalmente amenazadas como el flamenco (*P. chilensis*), la gaviota cangrejera (*L. atlanticus*), el chorlito canela (*T. subruficollis*) y la viudita blanca grande (*H. dominicana*). Se destacan en este sitio grandes concentraciones de gaviotines (Laridae) y aves limícolas (Charadriidae y Scolopacidae) (Alfaro 2003),

siendo también sitio de reproducción del gaviotín chico (*Sterna superciliaris*). Las principales amenazas para las aves de la Laguna de Rocha se vinculan con la urbanización y turismo no controlado. El tránsito de vehículos sobre la colonia de gaviotines (*S. superciliaris*) es una amenaza importante.

La Laguna de Castillos, con un total de 235 especies registradas (Gambarotta *et al.* 1999), es otro sitio de gran importancia para las aves. Al igual que en la Laguna de Rocha, las poblaciones de cisne de cuello negro (*C. melanocoryphus*) y de coscoroba (*C. coscoroba*) se ponen de relieve en el contexto nacional (Gambarotta *et al.* 1999). Las especies con problemas de conservación son el ñandú (*Rhea americana*), el flamenco (*P. chilensis*), la gaviota cangrejera (*L. atlanticus*), el chorlito canela (*T. subruficollis*), la pajonlera de pico recto (*L. rectirostris*), la viudita blanca grande (*H. dominicana*) y la loica pampeana (*Sturnella defilippii*), ésta última registrada en una sola ocasión (Gambarotta *et al.* 1999). Una de las amenazas para algunas especies en esta laguna la constituye la captura incidental con redes de pesca (Gambarotta *et al.* 1999).

El grupo de islas de La Coronilla (33°56'S, 53°29'W) está compuesto por la Isla Verde y el Islole Coronilla. En la primera se reproduce la gaviota cocinera (*L. dominicanus*), el gaviotín real (*S. maxima*), el gaviotín pico amarillo (*Sterna eurygnatha*) (Cravino *et al.* 1999; Lenzi *et al.* 2005; 2006a; 2006b), la garza blanca chica (*Egretta thula*), la garza bueyera (*Bubulcus ibis*), el ostrero (*Haematopus palliatus*) (Proyecto Sterna-Averaves datos no publicados) y se ha registrado también la reproducción del gaviotín sudamericano (*Sterna hirundinacea*) (Arballo & Cravino 1999). En el Islole Coronilla se reproduce la gaviota cocinera y se ha registrado recientemente la nidificación del gaviotín real y gaviotín pico amarillo (Lenzi *et al.* 2005; 2006a; 2006b). Debe destacarse la importancia de este sitio a escala regional, ya que es la única colonia mixta de gaviotines conocida en aproximadamente 2000 km de costa atlántica. En cuanto a las amenazas debe destacarse que estas islas eran sitio de recreación para habitantes locales y allí ocurría colecta de huevos para consumo. Actualmente forman parte del Parque Nacional Isla Costeras y no es permitido su acceso. Otra amenaza es la predación de huevos y pichones de gaviotines por la gaviota cocinera, que generó el fracaso reproductivo de la colonia durante la temporada 2005 (Lenzi *et al.* 2005; 2006a; 2006b).

Por último, la extensión de playas desde el Balneario La Esmeralda hasta la Barra del Chuy (desde 34°06'S, 53°36'W hasta 33°44'S, 53°22'W) se destaca por ser sitio de congregación de especies migratorias como el playerito rojizo (*Calidris canutus*) y el playerito blanco (*Calidris alba*) (Arballo & Cravino en prensa).

### DISCUSIÓN

#### Caracterización del ensamble de aves costeras

Para la región costera S y E del Uruguay se registraron 202 especies de aves, las cuales representan más del 46% de la avifauna del país según las listas de Arballo &

Cravino (1999); Azpiroz (2003); Claramunt & Cuello (2004). Los ambientes con mayor riqueza son bañado y lagunas costeras, presentando cada uno 41% de las especies encontradas en el área de estudio. Otros ambientes donde se observa un alto porcentaje de las especies son playa e islas (35% y 33%, respectivamente)

Varias familias de aves que hacen uso de la costa son muy numerosas en cuanto a la cantidad de especies, destacándose Laridae, Procellariidae, Anatidae, Scolopacidae, y Tyrannidae. Al estudiar la riqueza específica se encontró que estas familias dominan o presentan valores altos en distintos ambientes. La familia Laridae (gaviotas y gaviotines) es la que tiene mayor número de especies y domina más ambientes de la costa (puntas rocosas, desembocaduras de cursos fluviales, aguas litorales e islas), mostrando también un número importante de especies en lagunas costeras. La familia Procellariidae (petreles) domina ampliamente el ambiente mar y en aguas litorales presenta una elevada riqueza de especies. La familia Anatidae (patos) domina los ambientes de lagunas costeras y bañados. Scolopacidae (playeros) y Tyrannidae (e.g. benteveo, tijereta) no dominaron en ningún ambiente, aunque presentan una riqueza específica alta en playas, islas, y puntas rocosas. Además, Scolopacidae también presenta un número importante de especies en lagunas. Otras familias importantes en el área de estudio son Rallidae (pollas de agua, gallaretas y burritos), que muestra una riqueza alta en bañados, e Hirundinidae (golondrinas), que dominan pradera inundada, pradera y arenal.

Las aves de la costa analizadas en este trabajo exhiben una gran proporción de especies de aves migratorias que, en relación al total de las especies del país, alcanza 17.5%. Existen distintos tipos de migraciones (ver Hayes 1995), destacándose las especies migratorias neárticas que nidifican en América del Norte y migran hacia el S en la época no reproductiva. Muchas especies de chorlos (e.g. *C. canutus*, *C. alba*, *C. fuscicollis*, *Pluvialis dominica* y *Tringa* spp.) y el gaviotín golondrina (*S. hirundo*) son ejemplo de este tipo de migración. También hay migratorias paleárticas, provenientes de Europa, que visitan las costas uruguayas durante la primavera y el verano austral, como es el caso de algunas pardelas (*Puffinus puffinus* y *Calonectris diomedea*), y migratorias neotropicales que nidifican en el S de Sudamérica y migran hacia el N de este sub-continente durante la época no reproductiva (e.g. *S. magellanicus*, *L. atlanticus*, *C. falklandicus* y *C. modestus*). Existen también especies de albatros y petreles que llegan a la costa uruguaya provenientes de distintas regiones del Hemisferio S como Nueva Zelanda (*D. epomophora*), Australia (*M. halli*) (Escalante 1980; Olmos 2002), Tristan da Cunha (*P. conspicillata*), Islas Malvinas (*T. melanophrys*) (Tickell 1967), etc. A su vez, varias especies, cuya estacionalidad no es totalmente conocida, realizan movimientos regionales en busca de sitios para su alimentación; por ejemplo el flamenco (*P. chilensis*), el pato colorado (*A. cyanoptera*), el pato cuchara (*A. platalea*) y el pato picazo (*Metopiana peposaca*)

(Arballo & Cravino 1999). Existen también otras especies cuyos patrones migratorios son pocos conocidos como el gaviotín real (*S. maxima*), el gaviotín pico amarillo (*S. eurynatha*) y el gaviotín sudamericano (*S. hirundinacea*) (Escalante 1968; 1970a; 1970b; Vooren & Chiaradia 1990; Efe *et al.* 2000; Bugoni & Vooren 2005; Yorio 2005).

Además de tener familias representativas, los ambientes mostraron especies únicas (i.e. que solo han sido registradas en uno de los ambientes estudiados). En este sentido, se destaca el bañado donde 29% del total de especies son propias de este ambiente (e.g. espartilleros, pajonaleras y burritos). Un porcentaje de especies únicas aún mayor (32%) se observó en el mar, debido principalmente a la presencia de albatros y petreles.

Algunas especies cuyas preferencias de hábitat son conocidas y corresponden a alguno de los ambientes establecidos, no aparecen incluidas en tales, ya sea por la falta de registros, por la ausencia de éstos en la bibliografía publicada, o debido a que no se explicita el ambiente en la publicación que refiere al registro. Por ejemplo el salteador chico (*Stercorarius parasiticus*), el salteador grande (*S. pomarinus*), los pingüinos de frente dorada (*Eudyptes chrysolophus*) y de penacho amarillo (*E. chrysolome*), y el petrel gigante del norte (*Macronectes halli*) no han sido registrados en el ambiente mar, de donde son característicos (Harrison 1983). Este último es considerado raro u ocasional (Arballo & Cravino 1999; Azpiroz 2003) en Uruguay; no obstante, fuera del área de estudio registros visuales se han obtenido con gran frecuencia en aguas jurisdiccionales uruguayas durante los meses de Mayo, Julio y Diciembre de 2005 a partir del talud continental (i.e. isóbata de los 200 m) (Jiménez obs.pers.).

La información presentada en la tabla 1 permite su reorganización y adaptación al contexto de futuras necesidades relacionadas a la investigación y conservación de las aves de la costa uruguaya. Por otro lado existen ciertas diferencias de escala entre algunos de los ambientes designados y por lo tanto éstos pueden no ser directamente comparables. A su vez, la información relevada sobre los registros de aves proviene de diversas fuentes, por lo cual no se cuenta con esfuerzos de muestreo estandarizados entre los ambientes. En muchos casos la bibliografía consultada no detalla la metodología empleada para la obtención de datos en el campo, o simplemente los datos no fueron tomados en base a un diseño de muestreo ajustado al tipo de ambiente, lo cual podría afectar a la detectabilidad de las especies.

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

1) Realización de estudios sistemáticos a mediano y largo plazo que permitan caracterizar los ensambles de aves de la costa uruguaya con la finalidad de determinar áreas clave para su reproducción, alimentación y descanso, así como los movimientos migratorios de varias especies. Estos estudios son importantes para obtener información para la realización de planes de manejo para las poblaciones, comunidades y ambientes costeros.

2) Realizar estudios sobre la biología reproductiva y estimación de tamaños poblacionales de las especies que nidifican en la costa uruguaya, en especial sobre la gaviota cocinera (*L. dominicanus*), el gaviotín real (*S. maxima*) y el gaviotín pico amarillo (*S. eurygnatha*). Estos estudios son necesarios para conocer el estado de conservación y para detectar tendencias poblacionales a largo plazo.

3) Realizar estudios sobre patrones espaciales y temporales de distribución (estacionalidad y áreas de alimentación) y ecología trófica, especialmente en albatros, petreles y otras especies de aves marinas. Éstos serán útiles para la generación de pautas de manejo de las poblaciones de aves y en especial de las pesquerías que interactúan con ellas.

4) Incentivar estudios para la detección de sitios de importancia para la alimentación y descanso de aves migratorias, especialmente para chorlos (e.g. *C. canutus*, *C. alba* y *T. subruficollis*).

5) Realización de campañas nacionales e internacionales de anillamiento de aves haciendo énfasis en especies cuyos movimientos son poco conocidos, como los patos (e.g. *Anas sibilatrix*, *A. versicolor*, *A. cyanoptera*, *A. platalea*, *Metopiana peposaca*, *Heteronetta atricapilla* y *Oxyura vittata*), cisne de cuello negro (*C. melancoryphus*), coscoroba (*C. coscoroba*), flamenco (*P. chilensis*) y gaviotines (*S. maxima*, *S. eurygnatha* y *S. hirundinacea*).

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

### Amenazas para las aves costeras en Uruguay

Más de la mitad de las especies de aves globalmente amenazadas presentes en Uruguay se encuentran en la costa (Tabla 2). La problemática de estas especies es variada y depende tanto de la autoecología de las mismas, como de distintas actividades antrópicas que pueden afectar su supervivencia. Las aves marinas son un caso emblemático en la conservación de las aves a nivel mundial, la problemática en relación a este grupo de aves también se ve reflejada en la costa uruguaya (Tabla 2). La captura incidental en pesquerías industriales y la contaminación por el derrame de hidrocarburos (Vaz-Ferreira *et al.* 1995; Stagi *et al.* 1998), entre otras, son las principales causas que afectan a varias especies en el país. La pesquería con palangre pelágico, que opera más allá del área de estudio, es una de las principales amenazas para albatros y petreles en aguas uruguayas, especialmente en el talud continental donde se han registrado elevados índices de captura a nivel mundial (Jiménez 2005). El hallazgo de aves empetroladas, principalmente pingüinos de magallanes, ha sido reportado como un hecho frecuente en la costa uruguaya. (Vaz-Ferreira 1952; 1956; Cuello & Gerzenstein 1962; Gore & Gepp 1978; Arballo & Cravino 1999; Azpiroz 2003).

Las causas que subyacen la problemática de otras especies costeras se relacionan con modificación y/o disturbio del hábitat, dado principalmente por el desarrollo urbano, el turismo no controlado, la realización de deportes náuticos, el tránsito con vehículos por la costa y la

colecta de huevos para consumo (Escalante 1984; 1985; 1991; Rudolf 1996). El tránsito de vehículos e ingreso de personas en las colonias del gaviotín chico (*Sterna superciliaris*) ubicadas en las barras de la Laguna de Rocha y del Arroyo Solís Grande (Jiménez obs.pers.) y la colecta de huevos realizada frecuentemente sobre colonias de gaviotas (Escalante 1991) y garzas en las islas costeras, son algunos ejemplos.

Otra potencial amenaza para las aves de la costa es la alteración en la disponibilidad de recursos, como la sobreexplotación pesquera de las presas naturales de las aves (Escalante 1985) o la liberación de recursos (descartes pesqueros, basurales y otras fuentes artificiales de alimento), que son aprovechados por determinadas especies, como la gaviota cocinera. Esto podría inducir un crecimiento poblacional en estas especies, con una posible alteración en la estructura del ensamble (Yorio *et al.* 1998). Esto podría tener como consecuencia la disminución en las poblaciones de aquellas especies que presentan algún tipo de interacción antagonica con la(s) especie(s) que se beneficie(n) con la modificación de los recursos arriba mencionada.

### Especies migratorias

A raíz del carácter transnacional de las especies migratorias mencionadas, surge la necesidad de coordinar esfuerzos internacionalmente para tomar acciones de conservación. Entre ellos se destaca la "Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres" (CMS) que considera a las especies migratorias en peligro (Apéndice I) y a las especies migratorias que necesitan acuerdos internacionales para su conservación (Apéndice II). En el Apéndice I se encuentran *T. subruficollis*, *L. atlanticus* y *X. flavus* y en el Apéndice II se encuentran *D. epomophora*, *T. melanophrys*, *T. chlororhynchus*, *T. chrysostoma*, *Macronectes giganteus*, *M. halli*, *Procellaria aequinoctialis*, *P. conspicillata*, *P. chilensis*, *Pandion haliaetus* y *Sterna paradisaea*. También se encuentran en este apéndice las especies migratorias integrantes de las familias Anatidae, Accipitridae, Charadriidae y Scolopaciidae.

Otros acuerdos internacionales destinados a la conservación y protección de la vida silvestre o sus hábitat como la "Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres" (CITES), la "Convención Ramsar" y el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", también pueden ser utilizados como herramientas para la conservación de las aves costeras de Uruguay.

### Recomendaciones

A partir de lo presentado en este trabajo en relación a las amenazas de las aves y sus ambientes, se hacen las siguientes recomendaciones:

1) Implementación de programas de educación ambiental, dirigidos tanto a las comunidades locales costeras como a los turistas, tendientes a la valorización del ambiente y la fauna silvestre.

2) Se deben implementar acciones tendientes a la detección y mitigación de las principales amenazas que afectan a las aves de la costa uruguaya. Es necesario elaborar estrategias de manejo y control que permitan un adecuado desarrollo de las actividades pesqueras, sin perjudicar a la fauna marina asociada a esa actividad. Asimismo, es esencial la creación de áreas protegidas marino-costeras y el fortalecimiento de las áreas protegidas existentes en la costa (e.g. islas y lagunas costeras) mediante planes de manejo y fiscalización.

3) Monitorear las principales fuentes de contaminación de la costa y controlar el vertido de aceites y combustibles por barcos. Detectar y caracterizar los principales contaminantes tanto en los afluentes (lagunas, arroyos y canales) como en el Océano Atlántico y Río de la Plata. A su vez, es recomendable analizar aves que aparecen muertas a lo largo de la costa, con la finalidad de detectar sus principales causas de mortalidad.

4) Monitoreo de la captura incidental de aves marinas en las distintas pesquerías (e.g. arrastre de altura, arrastre costero, palangre pelágico). Estos estudios son necesarios para caracterizar el impacto de cada flota sobre las aves y las zonas de mayor interacción.

5) Implementación nacional de medidas de mitigación para reducir la captura incidental de aves en pesquerías. Se necesita evaluar la efectividad así como la aplicabilidad de las distintas medidas conocidas internacionalmente en flotas uruguayas (e.g. líneas espantapájaros y tinción azul de carnada en palangre).

6) Fiscalización del tránsito vehicular en la costa. Esto evita posibles pérdidas en la reproducción en especies que nidifican sobre el suelo (e.g. *C. collaris*, *S. superciliaris*) y un gasto innecesario de energía y tiempo, especialmente en especies migratorias.

7) Control del acceso a las islas pertenecientes al Parque Nacional Islas Costeras, principalmente durante la estación reproductiva de las aves. Esto evita la colecta de huevos y posibles pérdidas, como el abandono de nidos o la predación de huevos y pichones por especies oportunistas, durante el disturbio generado por la presencia humana.

8) Proteger los ambientes costeros de los cambios antrópicos que afectan el régimen hídrico de los humedales, ya que éstos modifican el ambiente interfiriendo en la reproducción, alimentación y descanso de las aves acuáticas.

Las aves de la costa uruguaya en su conjunto presentan características notables, dada la riqueza y abundancia de especies. La presencia regular de especies globalmente amenazadas indica la necesidad de implementar investigaciones que provean de sustrato para la planificación de estrategias de conservación. Para el éxito de las mismas, éstas deberían estar integradas a la realidad socio-económica del Uruguay, apuntando de esta manera al desarrollo social, cultural y económico de una manera armoniosa con el medio ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes personas e instituciones por su colaboración detallada en cada caso: Alejandro Gatto y Pablo Yorio por su cuidadosa revisión y comentarios, que mejoraron sustancialmente este trabajo; Santiago Claramunt por sus permanentes y valiosos aportes; Adrián Azpiroz por su gran aporte y comentarios en la construcción de las listas de especies y por brindarnos fotografías; Asociación Averaves, especialmente a los integrantes del Proyecto Sterna-Averaves por compartir información sobre la reproducción de aves marinas en Isla Verde; Proyecto Albatros y Petreles-Uruguay y Programa Nacional de Observadores de la Flota Atunera Uruguaya de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, especialmente Andrés Domingo por su apoyo para la realización de trabajos de campo de SJ; Martín Abreu por sus observaciones en el mar y costa, y diversos lugares de La Paloma; Thierry Rabau por compartir sus registros de aves en la Laguna José Ignacio; Matilde Alfaro por brindarnos comunicaciones personales de registros en la Laguna de Rocha; Diego Caballero por facilitarnos registros fotográficos de *S. sandvicensis*; Macarena Sarroca por proporcionarnos fotografías de la Laguna de Rocha; Fabrizio Scarabino, José Abente, Adrián Stagi y Eduardo Arballo por habernos facilitado bibliografía pertinente; Enrique González por incentivarlos a escribir este artículo; Juan Carlos Gambarotta por su aporte a la lista de especies costeras; Museo Nacional de Historia Natural y Antropología y al Departamento de Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias, por permitirnos revisar sus colecciones científicas. Por último, agradecemos a los editores por enriquecer este manuscrito.

## REFERENCIAS

- Abente J & J Antía** 1999 Isla de Flores. Achará 2:7-10. Montevideo
- Alfaro M** 2003 Variación estacional en la composición de especies de las familias Charadriidae, Scolopacidae y Sternidae de la barra de la laguna de Rocha, Uruguay. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 39 pp (Inédita)
- Alonso E & MJ Bassagoda** 2002 La vegetación costera del SE uruguayo: ambientes y biodiversidad. Documentos de divulgación Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Montevideo 5:1-6
- Arballo E** 1996 Playa Penino y las aves migratorias. Pp 208-215 pp *In*: Almanaque del Banco de Seguros del Estado. Editorial Barreiro & Ramos, Montevideo
- Arballo E & J Cravino** 1999 Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. 465 pp
- Arballo E & J Cravino** (en prensa) Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 2. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo.
- Azpiroz A** 2003 Aves del Uruguay. Lista e introducción a su biología y conservación. Aves Uruguay-GUPECA, Montevideo. 104 pp
- BirdLife International** 2004 Threatened Birds of the World. CD-ROM
- Bugoni L & CM Vooren** 2005 Distribution and Abundance of Six Tern Species in Southern Brazil. Waterbirds 28(1):110-119



- Claramunt S & JP Cuello** 2004 Diversidad de la Biota Uruguaya. Aves. Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (2ª Serie) 10 (6):1-76 pp
- Cravino JL Arballo E & A Ponce de León** 1999 Isla Verde, Uruguay: Sitio de reproducción de tres especies de gaviotines (*Thalasseus maximus*, *T. sandvicensis eurygnatha* y *Sterna hirundinacea*) en el Atlántico Sudoccidental. VI Congreso de Ornitología Neotropical (Monterrey, 4-10 de octubre de 1999)
- Cuello J** 1975 Las aves del Uruguay (suplemento I). Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 139(10):1-27
- Cuello J & E Gerzenstein** 1962 Las aves del Uruguay. Lista sistemática, distribución y notas. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 7(93):1-191
- Efe MA do Nascimento JLX de Lima Serrano do Nascimento I & C Musso** 2000 Distribuição e ecología reproductiva de *Sterna sandvicensis eurygantha* no Brasil. *Melopsittacus* 3(3):110-121
- Escalante R** 1968 Notes on the Royal Tern in Uruguay. *Condor* 70:243-247
- Escalante R** 1970a Notes on the Cayenne Tern in Uruguay. *Condor* 72:89-94
- Escalante R** 1970b Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas de Océano Atlántico. Barreiro & Ramos SA, Montevideo. 199 pp
- Escalante R** 1980 Notas sobre tres Procellariiformes en el Uruguay y Río de la Plata (*Pterodroma brevirostris*, *Pachyptila belcheri*, *Macronectes halli*). I Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 29 de setiembre-4 de octubre de 1980), Resúmenes 1:123-124
- Escalante R** 1984 Problemas en la conservación de dos poblaciones de Láridos sobre la costa atlántica de Sud América (*Larus (belcheri) atlanticus* y *Sterna maxima*). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales 13(14):147-152
- Escalante R** 1985 Taxonomy and conservation of austral-breeding Royal Terns. *Neotropical Ornithology Ornithological Monographs* 36:935-942
- Escalante R** 1991 Status and conservation of seabirds breeding in Uruguay. ICBP Technical Publication 11:159-164
- Gambarotta JC** 1999 Vertebrados tetrápodos del refugio de Fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Aves, reptiles y anfibios. Relevamientos de Biodiversidad 3:7-31. Montevideo
- Gerzenstein E** 1965 Aves de la costa marítima y orilla fluvial del Uruguay. *Hornero* 10:235-246
- Gore MEJ & ARM Gepp** 1978 Las aves del Uruguay. Mosca Hnos., Montevideo. 283 pp
- Harrison P** 1983 Seabirds. An identification guide. Houghton Mifflin Company, Boston. 448 pp
- Hayes FE** 1995 Definitions for Migrant Birds: What is a Neotropical Migrant? *The Auk* 112(2):521-523
- Jiménez S** 2005 Captura incidental de Aves Marinas en el Océano Atlántico sudoccidental: interacción con la flota uruguaya de palangre pelágico. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 31 pp (Inédita)
- Lenzi J Jiménez S Alfaro M Caballero-Sadi D Lanfranconi A Laporta P Seguí R Ziegler L & N Zaldúa** 2005 Algunos Aspectos de la Biología Reproductiva de *Thalasseus maximus* y *T. sandvicensis eurygnatha* (Aves, Laridae) en Isla Verde (Rocha, Uruguay). Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (VIII Jornadas de Zoología del Uruguay & II Encuentro de Ecología del Uruguay):78
- Lenzi J Jiménez S Alfaro M Caballero-Sadi D & P Laporta** 2006a Breeding biology of Royal Tern (*Thalasseus maximus*) and Cayenne Terna (*T. sandvicensis eurygnatha*) on Isla Verde island, Uruguay. Northamerican Ornithological Congress (Veracruz, October 2006)
- Lenzi J Jiménez S Alfaro M Caballero-Sadi D & P Laporta** 2006b Isla Verde: the only nesting site of Royal Tern and Cayenne Tern in Uruguay. Final report for the Ruffor Small Grants for Nature Conservation (Inédito)
- Morrison RIG & RK Ross** 1989 Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America. Canadian Wildlife Service Special Publication 1:1-128; 2:129-325
- Olmos F** 2002 Non-breeding seabirds in Brazil: a review of band recoveries. *Ararajuba* 10(1):31-42
- Rocha G** 1999 Playa Penino y la conservación de los hábitats costeros de Uruguay. *Cotinga* 11:68-70
- Rudolf JC** 1996 Aves de la Laguna de Rocha. Serie: Documentos de Trabajo (11). PROBIDES (Rocha, Uruguay). 46 pp.
- Stagi A Vaz-ferreira R Marin Y & L Joseph** 1998 The conservation of albatrosses in Uruguayan waters. Pp 220-224 *In*: Robertson & Gales (eds) Albatross Biology and Conservation. Chipping Norton: Surrey Beatty & Sons
- Teague GW** 1955 Aves del litoral uruguayo. Observaciones sobre las aves indígenas y migratorias del orden Charadriiformes (chorlos, gaviotas, gaviotines y sus congéneres) que frecuentan las costas y esteros del litoral del Uruguay. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4(72):1-58
- Tickell WLN** 1967 Movements of Black-browed and Grey-headed Albatrosses in the South Atlantic. *Emu* 66:357-367
- Vaz-Ferreira R** 1950 Observaciones sobre la Isla de Lobos. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 5:145-176. Montevideo
- Vaz-Ferreira R** 1952 Observaciones sobre la Isla de Torres y de Castillo Grande. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 9:237-258. Montevideo
- Vaz-Ferreira R** 1956 Características generales de las Islas uruguayas habitadas por Lobos marinos. Servicio Oceanográfico y de Pesca. Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (1):23 pp. Montevideo
- Vaz-Ferreira R & F Rilla** 1991 Black-necked Swan *Cygnus melancoryphus* and Coscoroba Swan *Coscoroba coscoroba* in a wetland in Uruguay. *Wildfowl*, Supplement 1:272-277
- Vaz-Ferreira R Stagi A & C Rios** 1995 Conservation of albatrosses in Uruguay. First International Conference of the Biology and Conservation of Albatrosses (Hobart, 28 August-1 September 1995)
- Vooren CM & A Chiaradia** 1990 Seasonal abundance and behaviour of coastal birds on Cassino beach, Brazil. *Ornitología Neotropical* 1:9-24
- Yorio P** 2005 Estado poblacional y de conservación de gaviotines y escúas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. *El Hornero* 20(1):75-93
- Yorio P Bertolotti M Gandini P & E Frere** 1998 Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentine coast: population status and relationship with coastal management and conservation. *Marine Ornithology* 26:11-18

## La franciscana *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) en la costa uruguaya: estudios regionales y perspectivas para su conservación

CAROLINA ABUD, CATERINA DIMITRIADIS, PAULA LAPORTA & MARILA LAZARO

franciscana@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La franciscana (*Pontoporia blainvillei*) es un delfín endémico del Atlántico Sudoccidental que ha concitado la atención no sólo de investigadores de Argentina, Brasil y Uruguay, sino también del Hemisferio Norte. Esta especie es capturada incidentalmente en redes de pesca artesanal a lo largo de toda su distribución. La franciscana es considerada "insuficientemente conocida" por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Sin embargo, la subpoblación de Rio Grande do Sul/Uruguay fue formalmente catalogada como "vulnerable" en el año 2003. Últimamente los esfuerzos se han enfocado en estudios que permitan determinar posibles medidas de manejo para su conservación. Así, la estimación de abundancia, la identificación de stocks poblacionales, los estudios sobre ecología y comportamiento, además de la concientización de las poblaciones locales y público en general son consideradas acciones prioritarias. También resultan importantes los monitoreos sistemáticos de las pesquerías artesanales a lo largo de la distribución de la especie. Este trabajo tiene como objetivo resaltar los estudios realizados sobre la franciscana en la costa uruguaya dentro del contexto regional, tratando particularmente los trabajos vinculados a captura incidental en redes de pesca artesanal. Se presentan también las últimas iniciativas vinculadas a la franciscana en Uruguay. A pesar de estar protegida legalmente en toda su distribución, es difícil implementar medidas para su conservación debido a la biología de la especie y a las implicancias sociales de la necesaria reestructuración de las pesquerías asociadas.

**Palabras clave:** captura incidental, mortalidad, pesca artesanal, stocks, manejo

### ABSTRACT

The franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) is endemic to the Southwestern Atlantic Ocean and has called the attention of researchers from Argentina, Brazil and Uruguay, as well as from the Northern Hemisphere. It is incidentally caught in artisanal fishing nets all along its distribution range. The species is considered "insufficiently known" by the International Union for the Conservation of Nature. However, the Rio Grande do Sul/Uruguay subpopulation was catalogued as "vulnerable" in the year 2003. Lately, efforts have been focused on studies that would enable the determination of possible management measures for its conservation. Studies on abundance estimation, identification of population stocks, ecology and behavior, as well as local community and general public education are considered high priority actions. Also, systematic monitoring of artisanal fisheries along the species distribution range has been considered of great importance. This paper highlights the research conducted on franciscana in the Uruguayan coast, within the regional context, particularly addressing studies on the incidental capture in artisanal fishing nets. The latest initiatives in relation to franciscana in Uruguay are presented herein. In spite of the species being legally protected along its distribution range, implementing conservation measures is a difficult matter, due to the biology of the species and the social implications of restructuring the associated fisheries.

**Key words:** incidental capture, mortality, artisanal fishery, stocks, management

### UNA ESPECIE PARTICULAR

El delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*) es una especie endémica de la costa sudoccidental del Océano Atlántico cuya distribución se extiende desde Itaúnas (18°25'S-30°42'W) en el Estado de Espírito Santo, Brasil (Siciliano 1994) hasta el Golfo Nuevo (42°35'S-64°48'W) en la Provincia de Chubut, Argentina (Crespo *et al.* 1998)

Se trata de la única especie de delfines de río que incurre en aguas oceánicas. La relación filogenética entre estos delfines es aún controvertida por tratarse de especies de distribución restringida pero con gran distancia

geográfica entre ellas (ríos de Asia y Latinoamérica). Los delfines de río son morfológica y fisiológicamente distintos a los delfines marinos, pero presentan una apariencia similar entre ellos: picos largos, ojos pequeños y longitud que oscila entre 1.5 y 3 m.

La franciscana es de color marrón grisáceo en el dorso y más claro en el vientre (Fig. 1). Tiene la cabeza pequeña, el hocico largo y angosto, con 50 dientes pequeños en cada fila dentaria. Su aleta dorsal es triangular, con una extensión en forma de quilla hasta la cola y las aletas pectorales son redondeadas (Ridgway & Harison 1999).



Figura 1. Individuo juvenil de franciscana (Foto: Rafael Alvarez).

Los machos adultos alcanzan un tamaño entre 1.21 y 1.58 m, mientras que las hembras miden de 1.37 a 1.77 m (Kasuya & Brownell 1979). Alcanzan la madurez sexual a los dos o tres años de edad y tienen crías cada dos años. Los nacimientos ocurren luego de 11 meses de gestación, en los meses de noviembre y diciembre. La lactancia dura aproximadamente 12 meses; luego se alimentan de peces, calamares y camarones (Ridgway & Harison 1999).

Los estudios sobre franciscana en vida libre son escasos por ser una especie solitaria, o al menos no gregaria, de pequeño tamaño y coloración críptica (Bordino *et al.* 1999). Sin embargo, existen algunos estudios de su comportamiento en Bahía Anegada, Argentina (Bordino *et al.* 1999; Bordino *et al.* 2002) y en Río de Janeiro, Brasil (Di Benedetto & Ramos 2001). Hasta hace pocos años los datos sobre la biología de la franciscana provenían casi exclusivamente del estudio de los ejemplares muertos o varados, producto principalmente de la interacción con la pesca.

#### LA FRANCISCANA Y LA PESCA

La franciscana es susceptible a las operaciones pesqueras debido a ciertos aspectos directamente vinculados a su biología. Se considera que su distribución se extiende hasta una profundidad máxima de 30 m o a una distancia de la costa de entre 25-30 millas náuticas (mn) (Pinedo *et al.* 1989), área donde se llevan a cabo operaciones pesqueras artesanales y de arrastre costero. Se alimenta de modo oportunista principalmente de peces teleósteos juveniles de fondo y calamares, que probablemente limiten su hábitat (Crespo *et al.* 1998). De esta forma, las presas que componen su dieta generalmente coinciden con las especies de interés comercial para la pesca. Las franciscanas son encontradas muertas en las redes cuando los pescadores retiran su captura, y debido al tiempo prolongado que éstas permanecen en el agua (entre 8-24 h) existen pocas oportunidades de liberarlas vivas (Fig. 2).

En Uruguay la pesca artesanal se caracteriza por operar cerca de la costa (0-15 mn) con embarcaciones de pequeño tamaño (4-9 m de eslora) y poca potencia de motor (entre 5-30 HP), lo cual implica una baja capaci-



Figura 2. Captura incidental de franciscana en redes de pesca artesanal. Valizas (Rocha, Uruguay), 2003. Foto: Philip Miller (Karumbé).

dad de carga y un número reducido de tripulantes (generalmente tres personas). Las artes de pesca que se utilizan son redes de enmalle cuyo tamaño de malla varía de acuerdo a las especies que se busca capturar y a la modalidad de operación. En la tabla 1 se muestran las características de las principales pesquerías de Brasil (Río Grande do Sul), Uruguay (Rocha) y Argentina (Provincia de Buenos Aires) de acuerdo a los factores más importantes que influyen directamente en la captura incidental de la franciscana. Estos factores, en orden de importancia son: tamaño de malla de la red, distancia y profundidad de calado con relación a la costa y el esfuerzo pesquero en metros de red (Praderi 1997).

La captura incidental de franciscanas en redes de pesca ha sido reportada en pesquerías costeras a lo largo de todo su rango de distribución (Perrin *et al.* 1989). En Uruguay los primeros registros de esta interacción datan de finales de la década del 60 y principios de la del 70, por parte de los pescadores de Punta del Diablo, donde se estimó la captura anual en 2000 y 1500 individuos respectivamente (Brownell & Ness 1970). En esta pesquería comenzaron a obtenerse datos sistemáticos de la captura incidental de la franciscana e información del impacto de las pesquerías sobre la especie (Brownell & Praderi 1974; Brownell 1975). En la misma época se registraban ejemplares varados en la costa de Río Grande do Sul, Brasil (Pinedo 1994), mientras que en Argentina la primera estimación de mortalidad incidental de franciscanas fue en 1984 (Pérez Macri & Crespo 1989).

Debido a la continua mortalidad incidental en gran parte de su distribución (Praderi *et al.* 1989), la franciscana parece ser la especie de pequeños cetáceos más amenazada en el Atlántico Sudoccidental (Crespo 2000). En 20 años de estudio se detectaron 3617 ejemplares capturados en redes de pesca artesanales sólo en Uruguay (Praderi *et al.* 1993; Praderi 1997; Little *et al.* 1997). Recientemente, la captura ha disminuido notablemente debido a circunstancias indirectas relacionadas a los factores económicos de la pesca artesanal y a la disminución de especies de tiburones de valor económico (Praderi 2000). Para el período 1996-1997 se registró una captura de 23 individuos en cinco localidades pesqueras (Praderi 2000). Esta disminución no ha sido registrada en las

**Tabla 1.** Principales características de las pesquerías artesanales, estimaciones de mortalidad anual y método de colecta de los datos para Brasil, Uruguay y Argentina. Presenta las mayores cifras de captura y períodos de estudio más prolongados. \*Últimas cifras estimadas en 1992-1993. †Los datos de mortalidad presentados son un promedio obtenido de los diversos estudios realizados en la Provincia de Buenos Aires desde 1984 hasta el 2000.

	BRASIL	URUGUAY	ARGENTINA
Región	Río Grande do Sul*	Rocha†	Provincia de Buenos Aires‡
Tamaño de embarcación	10-18 m	6-8 m	5-12 m
Arte de pesca	Enmalle (fondo y superficie)	Enmalle de fondo	Enmalle, lámpara, tapadura, redes camaroneras
Especies objetivo	Tiburones, corvina, brótola, lisa, anchoita	Cazón, martillo, sarda, trompa de cristal, gatuzo, angelito, corvina, anchoita	Gatuzo, cazón, corvina, lisa, pejerrey, caballa, anchoita, pescadilla, langostino, camarón
Tamaño de malla	9-38 cm	10/12 cm, 20/22 cm, 32/34 cm	10/12 cm, 14/18 cm, 30/32 cm
Longitud de red	300-11000 m	Mayor a 1680 m	200 a 4000 m
Profundidad	Hasta 40 m	6 a 30 m	4 a 40 m
Distancia a la costa	Hasta 30 mn	2 a 30 mn	2 a 30 mn
Época de mayor interacción	Primavera	Primavera- verano	Primavera- verano
Pesquería con más interacción	Río Grande	Punta del Diablo y Valizas	General Lavalle, San Clemente del Tuyú, Necochea y Claromecó
Colecta de datos	A) 11 años de registro de animales varados (1976-1987) B) 1 año de programa de monitoreo del 25% de la flota (1994) C) Entrevistas	A) 20 años de programa de monitoreo de las cinco pesquerías de la zona (1974-1994) B) Entrevistas	A) Estudios no sistemáticos desde 1984 hasta 2000 B) Entrevistas
Mortalidad anual	A) 84 B) Mín: 196, Prom: 461, Máx: 518	Mín: 66, Prom: 184, Máx: 418	450-500
Referencias	A) Pinedo (1994) B) Secchi <i>et al.</i> (1997); Kinas & Secchi (1998); Ott (1998); Ott <i>et al.</i> (2000); Moreno <i>et al.</i> (2001)	Praderi <i>et al.</i> (1989); Praderi (1997)	Corcuera <i>et al.</i> (1994; 2000); Capozzo <i>et al.</i> (2000); Corcuera (1994)

pesquerías de la costa brasileña y argentina. En Río Grande do Sul la especie ha sufrido y sigue sufriendo altos niveles de captura incidental estimada entre 496-1360 delfines por año (Secchi *et al.* 1997; Moreno *et al.* 1997; Ott 1998; Kinas & Secchi 1998; Secchi 1999; Ott *et al.* 2000). En Río de Janeiro la mortalidad anual es de 15 delfines (Di Benedetto *et al.* 1998; Di Benedetto & Ramos 2001). Otras localidades como Santa Catarina, Paraná y São Pablo se han comenzado a monitorear recientemente (Cremer *et al.* 1995; Zanelatto 1997; Bertozzi & Zerbini 2002; Rosas *et al.* 2002). En Argentina las estimaciones de mortalidad para la década del 80 y 90 sugieren un promedio anual de 237 individuos (Crespo *et al.* 1994; Corcuera 1994; Corcuera *et al.* 1994). Actualmente la

captura mínima anual de franciscanas parece ser de 450 a 500 individuos para las pesquerías de la Provincia de Buenos Aires (Cappozzo *et al.* 2000; Corcuera *et al.* 2000).

Otro tipo de pesca en la cual se han reportado capturas incidentales de franciscana es la pesca de arrastre de fondo costero, existiendo registros para pesquerías de Brasil y de Argentina (Crespo *et al.* 1994; Zanelatto 1997). En Uruguay, el Programa de Marcaje y Colecta de Datos a Bordo (PROMACODA/Karumbé; ver Laporta *et al.* este volumen) llevado a cabo por el grupo de Pesca de Karumbé ha registrado la captura incidental de franciscanas por parte de la flota de arrastre de fondo costero que opera desde el puerto de Montevideo. Desde el año 2003 este programa ha registrado 15 capturas incidentales, habiéndose observado lances en los cuales se capturaron dos y cuatro individuos. Estos datos corresponden al monitoreo de cuatro de los 33 barcos que componen esta flota (Laporta com. pers.).

## ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES

A nivel regional, la comunidad científica dedicada a la investigación de este pequeño cetáceo se reúne periódicamente en los Talleres Regionales sobre Biología y Conservación de la Franciscana, instancias muy importantes para la actualización, coordinación y determinación de estudios prioritarios sobre la especie en toda su distribución (Perrin *et al.* 1989; Crespo 1992; Pinedo 1997; Crespo 2000). Estos talleres de trabajo se realizan cada dos años y son dirigidos por especialistas que discuten los estudios realizados y las posibles medidas para el manejo y conservación de la especie. En el último taller, 37 investigadores presentaron 31 trabajos originales sobre distribución, comportamiento, ecología, parámetros vitales, interacción con pesquerías, estimación de abundancia, identificación de stocks, legislación y educación, acciones futuras y recomendaciones, siendo datos que ilustran el crecimiento en el área.

Tres tópicos de particular interés son tratados aquí. Por una parte, la estimación de abundancia se ha considerado de especial importancia, ya que permitiría obtener un panorama más acertado de la situación que experimenta la especie en relación a la mortalidad, así como realizar importantes proyecciones a la hora de considerar planes de manejo. Por otro lado, el monitoreo de la mortalidad incidental de la franciscana resulta necesario para actualizar las cifras y actuar de acuerdo a las fluctuaciones existentes. Por último, los estudios de estructura genética poblacional han sido un gran aporte a la identificación de stocks, lo cual consiste en identificar las unidades poblacionales sobre las cuales aplicar medidas de manejo, otro tema que ha sido considerado prioritario para la conservación de la especie.

## Estimaciones de abundancia

La única estimación de abundancia preliminar fue realizada por Secchi *et al.* (2001) para el stock sugerido para Río Grande do Sul y Uruguay. Esta estimación proviene de un censo aéreo, en el que se registró un total

de 34 individuos (29 grupos) en un área de 435 km<sup>2</sup> en Río Grande do Sul. La estimación obtenida fue de 286 animales (95% CI: 225-364). Sin embargo, el área de estudio representa solamente un 0.7% de la distribución sugerida para ese stock.

Actualmente se están realizando estimaciones de abundancia para la zona de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). A pesar de los esfuerzos realizados para estimar la abundancia de franciscanas en la región, aún no se han aceptado totalmente las cifras obtenidas, ya que estos estudios presentan sesgos vinculados a la extrapolación hacia otras áreas de su distribución y al tipo de muestreo utilizado (Crespo *et al.* 2002). En el caso de los censos aéreos un aumento en la velocidad del avión y/o en la altitud del vuelo podrían llevar a perder un gran número de avistajes y por lo tanto a una subestimación de la densidad. Sin embargo, se puede recorrer una mayor área con un menor costo (Crespo 2000) si se lo compara con la utilización de embarcaciones con plataformas de observación elevadas. En este caso el costo es mayor, el área recorrida es menor y los ruidos del motor probablemente alejen a las franciscanas de la embarcación (Pinedo *et al.* 1989; Secchi *et al.* 2001), aunque la observación es más confiable. En ambos casos, ciertas características de la especie dificultan el avistaje de individuos: breves períodos de respiración en superficie sin despliegues llamativos, pequeño tamaño de grupo, pequeño tamaño corporal y coloración críptica (Crespo *et al.* 2002).

#### Estimaciones de mortalidad

Si bien se puede tener un panorama general de las capturas a partir de las cifras estimadas en los diferentes estudios realizados, resulta difícil unificar la información sobre mortalidad de franciscanas a nivel regional, ya que se han aplicado distintas metodologías para su estudio en cada país.

Una forma de cuantificar la mortalidad es a través de estimaciones de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), tomando como esfuerzo la longitud de la red y el tiempo de permanencia de calado de las mismas. Estas estimaciones son presentadas de manera distinta en los tres países y deberían estandarizarse, de forma de permitir una comparación de los resultados obtenidos a nivel regional y calcular una estimación global (ver Pérez-Macri & Crespo 1989; Praderi 1997; Little *et al.* 1997; Capozzo *et al.* 2000; Ott *et al.* 2000; Bertozzi & Zerbini 2002). Es recomendable también que las estimaciones consideren los factores que influyen principalmente en la mortalidad y que los esfuerzos de pesca se expresen en relación a la superficie de red y no a su longitud.

La principal fuente de información para la colecta de datos en los tres países han sido las entrevistas a los pescadores, aunque en algunas zonas de Brasil también se realizaron recorridas sistemáticas por las playas en busca de animales varados (Pinedo & Polacheck 1999) y embarques de los investigadores como observadores a bordo (Ott *et al.* 2000; Bertozzi & Zerbini 2002). Resulta

importante estimar la mortalidad de la forma más precisa posible, y en ese sentido el monitoreo directo por observadores a bordo independientes parece ser lo más indicado.

Es de rigor lograr una continuidad temporal en los estudios de estimación de mortalidad. En Uruguay los estudios de captura incidental de franciscana se realizaron sistemáticamente entre 1974-1994 en las cinco pesquerías del Dpto. de Rocha (La Paloma, Cabo Polonio, Valizas, Punta del Diablo y La Coronilla) (Praderi 1997; Little *et al.* 1997). En Argentina, sin embargo, el primer relevamiento de las principales pesquerías artesanales se realizó entre 1985 y 1986 (Pérez-Macri & Crespo 1989) para la costa de la Provincia de Buenos Aires, mientras que los registros subsiguientes no presentaron una continuidad temporal (Crespo *et al.* 1994; Albareda & Albornoz 1997; Capozzo *et al.* 2000). En Brasil la costa ha sido monitoreada desde 1976, aunque no de forma continua; los estudios varían en su duración, pudiendo ser puntuales o alcanzando un máximo de nueve años (ver Pinedo & Polacheck 1999).

La información obtenida en Uruguay fue de gran importancia para determinar los factores involucrados en la mortalidad incidental de franciscana. Sin embargo, estos registros de estadísticas de captura y mortalidad en las cinco pesquerías fueron interrumpidos en el año 1993 (exceptuando Punta del Diablo). Esta falta de información durante aproximadamente diez años fue subrayada en los últimos Talleres Regionales de trabajo. Actualmente se han retomado los estudios de captura incidental, por parte de un grupo de biólogos de la Facultad de Ciencias (Proyecto Franciscana/Cetáceos Uruguay), con el fin de conocer las cifras actuales de mortalidad y detectar las pesquerías que presentan mayor interacción con la especie en toda la costa uruguaya.

#### Identificación de stocks

Con el fin de determinar stocks o unidades de manejo se recopilaron los resultados de distintos estudios de estructura poblacional de la especie, que utilizaron datos de distribución, abundancia, carga de contaminantes y parásitos, parámetros reproductivos, así como datos fenotípicos y genotípicos (Secchi *et al.* 2003).

El primer estudio que utilizó datos genotípicos se realizó en Brasil con muestras de ese país (Secchi *et al.* 1998), sugiriendo la existencia de dos subpoblaciones: una al N del país y otra al S. El análisis se amplió en Uruguay, con muestras de ese país y de Argentina, abarcando regiones a lo largo de toda la distribución de la especie y volviendo a constatar dichas subpoblaciones, esta vez entre el N de Brasil y las restantes muestras (Lázaro 2001). Al ampliar la obtención de muestras particularmente en Brasil, se propusieron tres subpoblaciones de franciscanas genéticamente distintas: (1) Río de Janeiro; (2) São Paulo y Paraná; y (3) S de Santa Catarina, Río Grande do Sul, Uruguay y Argentina, con una leve diferenciación genética separando a Argentina dentro de la tercera unidad (Ott 2002).

Sumando a todos los datos disponibles consideraciones de tipo político (fronteras entre países y legislación), se sugirió la separación de cuatro Áreas de Manejo (Franciscana Management Area, FMA): a) estados de Espírito Santo y Rio de Janeiro (Brasil), b) Paraná y Santa Catarina (Brasil), c) Rio Grande do Sul (Brasil) y Uruguay, y d) provincias de Buenos Aires, Río Negro y Chubut en Argentina (Secchi *et al.* 2003).

Más allá de los avances logrados en la identificación de stocks, aún falta detallar aspectos relacionados a la estructura poblacional. Uno de ellos es la confirmación del patrón simple de aislamiento por distancia, propuesto como hipótesis alternativa al aislamiento estricto entre stocks poblacionales (Lázaro *et al.* 2004). Por otra parte, los datos moleculares, entre los que se encuentra un bajo valor de diversidad para Rio de Janeiro, sugieren que podría haber ocurrido un evento de expansión de rango en o hacia dicha zona (Lázaro *et al.* 2004). Si bien el estudio de la estructura genética poblacional ha sido un aporte importante a la identificación de stocks poblacionales, también permite conocer a la especie con una perspectiva histórica, obteniendo datos sobre su evolución que encierran particular importancia al diseñar un plan de manejo.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Desde el ámbito científico, un aporte básico ha sido la recopilación de la información disponible hasta el momento en las distintas áreas temáticas (e.g. Secchi *et al.* 2002; Ott *et al.* 2002). Por la propia dinámica científica estas síntesis requieren constante actualización. También resulta necesario optimizar la obtención de datos. Con respecto a la captura incidental, sería conveniente implementar programas de observadores a bordo para obtener cifras no sesgadas de la mortalidad de franciscanas en las pesquerías. Además es importante estandarizar las estimaciones de CPUE para poder realizar comparaciones de la mortalidad por unidad de esfuerzo en la totalidad del rango de distribución de la especie. A nivel general, resulta fundamental entrenar recursos humanos y realizar estudios en coordinación entre los grupos de investigadores de la región.

En particular, es necesario realizar estimaciones de abundancia de la población total de franciscanas, incorporando las críticas y recomendaciones realizadas en los trabajos previos.

Actualmente las zonas de la costa uruguaya habilitadas para la pesca artesanal deberían ser reevaluadas en relación a sus límites espaciales, teniendo en cuenta la flota pesquera industrial de arrastre de fondo costero. Es importante generar un control efectivo de la captura de las especies objetivo, de las especies acompañantes (incluyendo la franciscana) y de las zonas donde operan dichas flotas. Conjuntamente con estudios dirigidos a las principales especies de interés comercial en la zona costera uruguaya, se podrá obtener un panorama más real de la situación de las pesquerías artesanales y de la

franciscana como especie amenazada por la captura incidental, por lo que la coordinación de los distintos actores involucrados se vuelve imprescindible.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la información existente sobre estructura poblacional, distribución y abundancia no es suficiente para colocar a la franciscana en alguna de las categorías de amenaza. Es así que esta especie está citada en el Libro Rojo de la UICN como "insuficientemente conocida" (UICN 2004). Sin embargo, en el año 2000 se realizó el 4<sup>to</sup> Taller para la Coordinación de las Investigaciones y Conservación de la Franciscana, en el que se recomendó la reevaluación del estatus de conservación dada la disponibilidad de nueva información. Dicha reevaluación sólo fue posible hacerla en uno de los stocks propuestos, el de Rio Grande do Sul/Uruguay (Secchi & Wang 2002), y como resultado esa subpoblación fue formalmente listada en el año 2003 como "vulnerable" (UICN 2003). Por otra parte, la Convención de Especies Migratorias (CMS) recientemente ha incluido a la franciscana en el Apéndice I, dentro de la lista de "especies migratorias en peligro".

Si se considera que se trata de una especie endémica y de bajo potencial reproductivo, el problema de mortalidad incidental podría ser altamente negativo para sus poblaciones. Se puede considerar un aumento del riesgo de extinción, no sólo debido a la reducción de su tamaño poblacional, sino también indirectamente a través de posibles cambios evolutivos en respuesta a la presión de mortandad aumentada, como lo son las modificaciones en el tamaño y edad de la madurez sexual, que pueden causar una menor adaptación al ambiente (Lande 1991). Pero reducir la mortalidad incidental en redes de pesca no resulta fácil teniendo en cuenta las variables sociales en juego. Si bien la especie cuenta con protección legal en los tres países asociados a su distribución, en algunos casos sólo por el hecho de ser un cetáceo o incluso un mamífero marino (Arias *et al.* 2002; Secchi & Wang 2002), esto puede no ser suficiente. Muchas recomendaciones se han hecho enfocándose en ciertos aspectos de la política para la conservación de la especie: obtener representación de todos los actores (desde el gobierno, los científicos y los pescadores), promover la estabilidad económica para los pescadores, impulsar una campaña de educación sobre conservación marina y lograr cooperación y coordinación a nivel internacional (Weiskel *et al.* 2002).

Hasta la fecha dos acciones de manejo fueron propuestas en algunas comunidades pesqueras: el reemplazo de redes por palangre (Corcuera *et al.* 1994) y la delimitación de áreas restringidas para la pesca en el S de Brasil (Secchi 1999). Sin embargo, se considera insuficiente el conocimiento sobre los patrones espaciales y temporales de la captura incidental como para proponer regular las operaciones pesqueras (Secchi & Wang 2002). Por otra parte, se experimentó con alarmas acústicas

para reducir la captura incidental en Cabo San Antonio, Argentina, y aunque la misma se redujo, también aumentó la tasa de ataques del león marino (*Otaria flavescens*) sobre los peces capturados en las redes (Bordino *et al.* 2002). Los estudios en esta línea continúan y de resultar efectivos será necesario estudiar la viabilidad de su implementación. También es necesaria una estrategia de manejo más amplia que incluya otras especies marinas (Secchi & Wang 2002), para lo cual es necesario contar con investigaciones que la fundamenten debidamente, tanto desde el punto de vista científico como social.

Cualquier futuro establecimiento de medidas de manejo y protección para la especie afectará directa o indirectamente a las comunidades locales relacionadas a las pesquerías artesanales. Este factor influirá en gran medida en el balance entre lo deseable y lo posible, volviéndose fundamental la integración de las comunidades locales pesqueras de forma activa. Un acercamiento a lograr dicha participación es a través de emprendimientos educativos y divulgativos, basados en la importancia de la conservación de esta especie y los recursos naturales en general. En este sentido Uruguay ha contado con una experiencia exitosa, con la participación de más de 300 niños, que condujo a la edición de un libro temático (Lázaro 2003). La continuidad de este tipo de emprendimientos, así como de las tareas de investigación pertinentes, la cooperación y coordinación de todas las partes involucradas, y la consecuente toma de decisiones permitirán conservar esta especie y su hábitat.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Ing. Ricardo Praderi por la bibliografía facilitada y por las charlas sobre la historia de la captura incidental de franciscana en Uruguay. A las organizaciones yaqu pacha y The Rufford Maurice Laing Foundation por financiar proyectos de educación e investigación sobre la franciscana en Uruguay. Al Proyecto Karumbé, en particular al Programa PROMACODA y a los coordinadores de este último, Martín Laporta y Philip Miller por compartir el trabajo con el Proyecto Franciscana. A los pescadores integrantes de dicho programa por colectar la información de forma desinteresada y entusiasta: Andrés "Gringo" Vidal, Gustavo "Piraña" De León, Ernesto "Coca" Rodríguez, Daniel Rodríguez, Jorge "Cabeza" Vignolo, César "Canario" Larrañaga, Luis Vidal y César Pérez. A todos los pescadores artesanales de la costa uruguaya con los que estamos trabajando actualmente, por brindarnos información confiable y tener una muy buena disposición para ayudarnos. A nuestras compañeras del Proyecto Franciscana, Paula Costa, Valentina Franco, Mariana Piedra, Cecilia Passadore, María Nube Szephegyi y a nuestras colaboradoras Verónica Iriarte y Alejandra de Georgi por compartir el trabajo y las ganas de estudiar los cetáceos en Uruguay. A Fabrizio Scarabino y al resto del Grupo Editor de este libro por darnos la oportunidad de participar y hacer de la franciscana una especie cotidiana y relevante de la zona costera uruguaya.

#### REFERENCIAS

- Albareda AD & N Albornoz** 1997 Mortalidad de franciscanas en la pesquería artesanal de San Bernardo y Mar de Ajó – Provincia de Buenos Aires - Argentina. Pp 54-61 *In:* Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994). Editora da FURG, Rio Grande
- Arias A da Rocha J Weiskel HW Fidelix L De Haro C Cremer M Lázaro M & S Siciliano** 2002 Report of the working group of legislation and education. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 1(1):67-70
- Bertozi C & A Zerbini** 2002 Incidental mortality of franciscana, *Pontoporia blainvillei*, in the artisanal fisheries of Praia Grande, São Pablo State, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 1(1):153-160
- Bordino P Thompson G & M Iñiguez** 1999 Ecology and behaviour of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Bahía Anegada, Argentina. *Journal of Cetacean Research Management* 2:213-222
- Bordino P Graus S Albareda D Fazio A Palmerio A Mendez M & S Botta** 2002 Reducing incidental mortality of franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* with acoustic warning devices attached to fishing nets. *Marine Mammal Science* 18(4):833-842
- Brownell RL** 1975 Progress report on the biology of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*, in Uruguayan waters. *Journal of Fisheries Research Board Canada* 32(7):1073-1078
- Brownell RL & R Ness** 1970 Preliminary notes on the biology of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Platanistidae). Pp 23-28 *In:* Proceedings of Sixth Annual Conference of Biology and Sonar Diving Mammals-1969 (Stanford Research Institute, Menlo Park)
- Brownell RL & R Praderi** 1974 Present research and conservation problems with the franciscana, *Pontoporia blainvillei* in Uruguayan waters. *Ad hoc Group 2 on Small Cetaceans and Sirenians*, Advisory Committee on Marine of the Food and Agriculture Organization of the United Nations 23 (La Jolla, 16-19 December 1974) 10 pp 6 tablas (Inédito)
- Cappozzo LH Monzón F Pérez J E Albareda D & J Corcuera** 2000 Mortalidad del delfín franciscana, *Pontoporia blainvillei*, en la Provincia de Buenos Aires. Technical paper WP24 presentado en el IV Workshop para a Coordenação da Pesquisa e Conservação da Franciscana, *Pontoporia blainvillei*, no Atlântico Sul Occidental. (Porto Alegre, 5-9 de noviembre de 2000)
- Corcuera J** 1994 Mortality of *Pontoporia blainvillei* in Northern Buenos Aires Province: the threat of small fishing camps. Pp 291-294 *In:* Perrin Donovan & Barlow (eds) Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15)
- Corcuera J Monzón F Crespo EA Aguilar A & JA Raga** 1994 Interactions between marine mammals and the coastal fisheries of Necochea and Claromecó (Buenos Aires, Argentina). Pp 283-290 *In:* Perrin Donovan & Barlow (eds) Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15)
- Corcuera J Monzón F Conrejo I Pérez J Beilis A Gingarelli M Albareda D & A Arias** 2000 Mortalidad de *Pontoporia blainvillei* en el norte de la Provincia de Buenos Aires. Pp 75-80 *In:* UNEP/CMS (eds) Report of the Third Workshop for Coordinated Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic. UNEP/CMS, Bonn

- Cremer MJ Brutto LF Simões-Lopes PC & CO Diefenbach** 1995 The incidental capture of *Pontoporia blainvillei* in Santa Catarina state, southern Brazil. XI Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (Orlando, 14-18 December 1995):26
- Crespo EA** 1992 Report of the Workshop for the Coordination of Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic (Buenos Aires, 25-28 September 1992) Presented to the United Nations Environment Program, Nairobi. 30 pp. (Inédito)
- Crespo EA** 2000 Reporte del Tercer Taller para la Coordinación de la Investigación y la Conservación de la Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) en el Atlántico Sudoccidental. Reported to the Convention of Migratory Species (UNEP) (Bonn, 1998). 23 pp
- Crespo EA Corcuera JF & A López Cazoria** 1994 Interactions between marine mammals and fisheries in some coastal fishing areas of Argentina. Pp 269-281 *In*: Perrin Donovan & Barlow (eds) Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15)
- Crespo EA Harris G & R González** 1998 Group size and distributional range of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. Marine Mammal Science 14:845-849
- Crespo EA Secchi ER Dalla Rosa L Kinas PG Danilewicz D & P Bordino** 2002 Report of the Working group on abundance estimates. Latin American Journal of Aquatic Mammals 1(1):65-66
- Di Benedetto APM & RMA Ramos** 2001 Biology and conservation of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the north of Rio de Janeiro state, Brazil. Journal of Cetacean Research and Management 3(2):185-192
- Di Benedetto APM Ramos RMA & NRW Lima** 1998 Fishing activity in northern Rio de Janeiro State (Brazil) and its relation with small cetaceans. Brazilian Archives of Biology and Technology 41:296-302
- IUCN** 2004 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland
- Kasuya T & RL Brownell** 1979 Age determination, reproduction and growth of franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. Scientific Report of Whales Research Institute 31:45-67
- Kinas PG and ER Secchi** 1998 Modelling truncated data to estimate incidental kills of Franciscana, *Pontoporia blainvillei*, by gillnets. Report of the International Whaling Commission 48:533-536
- Lande R** 1991 Applications of genetics to management and conservation of cetaceans. Report International Whaling Commission (Special Issue) 13:301-311
- Lázaro M** 2001 Estructura genética poblacional de la franciscana (*Pontoporia blainvillei*). Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología. 93 pp (Inédita)
- Lázaro 2003** (ed) La franciscana en la escuela. 96 pp. Montevideo
- Lázaro M Lessa EP & H Hamilton** 2004 Geographic genetic structure in the franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei*. Marine Mammal Science 20(2):201-214
- Little V Rodríguez L & M Lázaro** 1997 Capturas incidentales de *Pontoporia blainvillei* en las pesquerías artesanales del departamento de Rocha, Uruguay, durante 1992-1993. Pp 70-77 *In*: Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994). Editora da FURG, Rio Grande
- Moreno IB Ott PH & DS Danilewicz** 1997 Análise preliminar do impacto da pesca artesanal costeira sobre *Pontoporia blainvillei* no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Pp 31-41 *In*: Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994). Editora da FURG, Rio Grande
- Moreno IB Danilewicz DS Ott PH Martins MB Olivera LR & G Caon** 2001 10 años de praia: Uma revisão dos registros de mamíferos marinhos no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 1991-2001. I Congresso Brasileiro de Mastozoologia (Porto Alegre, 6-9 de setembro de 2001):44
- Ott PH** 1998 Análise das capturas acidentais de *Pontoporia blainvillei* (Gervais e D'Orbigny, 1844) (Cetacea, Pontoporiidae) nas comunidades pesqueiras do litoral norte do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. Tesis de Mestrado, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 120 pp (Inédita)
- Ott PH** 2002 Diversidade genética e estrutura populacional de duas especies de cetaceos do Atlantico Sul Ocidental: *Pontoporia blainvillei* e *Eubalaena australis*. Tesis de Doctorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 142 pp (Inédita)
- Ott PH Secchi E Crespo EA & S Dans** 2000 Estrutura etária da população de *Pontoporia blainvillei* acidentalmente capturada pela atividade pesqueira na Costa do Rio Grande do Sul, Brasil. Pp 62-65 *In*: Report of the 3rd Workshop for Coordinates Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic. UNEP/CMS, Bonn
- Ott PH Secchi E Moreno IB Danilewicz D Crespo EA Bordino P Ramos R Di Benedetto AP Bertozzi C Bastida R Zanelatto R Pérez J & PG Kinas** 2002 Report of the Working Group on Fishery Interactions. Latin American Journal of Aquatic Mammals 1(1):55-64
- Perez-Macri G & EA Crespo** 1989 Survey of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*, along the Argentine coast, with a preliminary evaluation of mortality in coastal fisheries. Pp 57-63 *In*: Perrin Brownell Kaiya & Jiankang (eds) Biology and Conservation of the River Dolphins. Occasional Papers IUCN SSC (3). Gland
- Perrin WF Brownell RL Z Kaiya & L Jiankang** 1989 Biology and Conservation of the River Dolphins. Occasional Papers IUCN SSC (3). Gland
- Pinedo MC** 1994 Impact of incidental fishery mortality on the age structure of *Pontoporia blainvillei* in southern Brazil and Uruguay. Pp 261-264 *In*: Perrin Donovan & Barlow (eds) Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15)
- Pinedo MC** 1997 Relatório do 2º Encontro. Pp 1-7 *In*: Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994). Editora da FURG, Rio Grande
- Pinedo MC & T Polacheck** 1999 Trends in franciscana (*Pontoporia blainvillei*) strandings rates in Rio Grande do Sul, Southern Brazil (1979-1998). Journal of Cetacean Research and Management 1(2):179-189
- Pinedo MC Praderi R & RL Brownell** 1989 Review of the biology and status of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. Pp 46-51 *In*: Perrin Brownell Kaiya & Jiankang (eds) Biology and Conservation of the River Dolphins. Occasional Papers IUCN SSC (3). Gland
- Praderi R** 1997 Análisis comparativo de estadísticas de captura y mortalidad incidental de *Pontoporia blainvillei* en Uruguay durante 20 años. Pp 42-53 *In*: Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994). Editora da FURG, Rio Grande
- Praderi R** 2000 Estado actual de la mortalidad de franciscana en las pesquerías artesanales de Uruguay. Pp 12-16 *In*: Report of the 3rd Workshop for Coordinates Research and Conservation



- of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the South-western Atlantic. UNEP/CMS, Bonn
- Praderi R Pinedo MC & EA Crespo** 1989 Conservation and management of *Pontoporia blainvillei* in Uruguay, Brazil and Argentina. Pp 52-56 *In*: Perrin Brownell & Jiankang (eds) Biology and Conservation of the River Dolphins. Occasional Papers IUCN SSC (3). Gland
- Praderi R Little V Gorga J & G Rondini** 1993 Pesquerías de tiburón en la costa de Uruguay. Subproyecto 2: Evaluación de la mortalidad incidental de delfines en pesquerías costeras de Uruguay y Argentina. Informe Técnico. Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA). Proyecto Binacional Argentina/Uruguay: Problemas de Conservación y Manejo de los Mamíferos Marinos del Atlántico Sudoccidental en Uruguay y Argentina: Un Proyecto Conjunto de Investigación. 73 pp.
- Reeves RR Smith BD Crespo EA & G Notarbartolo di Sciarra (comps)** 2003 Dolphins, Whales and Porpoises: 2002–2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. IUCN/SSC. Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland and Cambridge. i-ix+139 pp.
- Ridgway SM & SR Harison** 1999 Handbook of Marine Mammals. The second book of dolphins and the porpoises. Vol 6 (Ridgway SM & SR Harison Eds.) Academic Press, San Diego. 137-182 pp.
- Rosas FCW Monteiro-Filho ELA & MR de Oliveira** 2002 Incidental catches of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) on the southern coast of São Paulo state and the coast of Paraná state, Brazil. Latin American Journal of Aquatic Mammals (1):161-167
- Secchi E** 1999 Taxa de crescimento potencial intrínseco de um estoque de franciscanas, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1846) (Cetacea, Pontoporiidae) sob o impacto da pesca costeira de emalhe. Tesis de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 152 pp (Inédita)
- Secchi ER & JY Wang** 2002 Assessment of the conservation status of a franciscana *Pontoporia blainvillei* stock in the franciscana management area III following the IUCN Red List process. Latin American Journal of Aquatic Mammals 1(1):183-190
- Secchi ER Danilewicz D & PH Ott** 2003 Applying the phylogeographic concept to identify franciscana dolphin stocks: implications to meet management objectives. Journal of Cetacean Research and Management 5:61-68
- Secchi ER Wang JY Murray B Roccha-Campos CC & BN White** 1998 Populational differences between Franciscana, *Pontoporia blainvillei*, from two geographical locations as indicated by sequences of mtDNA control region. Canadian Journal of Zoology 76:1622-1627
- Secchi ER Ott PH Crespo EA Kinas PG Pedraza SN & P Bordino** 2001 A first estimate of Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) abundance off southern Brazil. Journal of Cetacean Research and Management 3(1):95-100
- Secchi E Zerbini AN Bassoi M Dalla Rosa L Moller LM & CC Rocha-Campos** 1997 Mortality of franciscanas, *Pontoporia blainvillei* in coastal gillnetting in Southern Brazil: 1994-1995. Report of the International Whaling Commission 47:653-658
- Siciliano S** 1994 Review of small cetacean and fisheries interactions in coastal waters of Brazil. Pp 241-250 *In*: Perrin Donovan & Barlow (eds) Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15)
- Weiskel HW Bordino P & AM Arias** 2002 Gillnets and conservation of the franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Argentina: a policy perspective. Latin American Journal of Aquatic Mammals 1(1):175-185
- Zanelatto RC** 1997 Captura accidental de toninha *Pontoporia blainvillei* Gervais & d'Orbigny, 1844 (Cetacea, Pontoporiidae) no litoral do estado do Paraná, Brasil. Pp 23-30 *In*: Pinedo & Barreto (eds) Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de outubro de 1994). Editora da FURG, Rio Grande

## Revisión preliminar de registros de varamientos de cetáceos en la costa uruguaya de 1934 a 2005

DANIEL DEL BENE, VIRGINIA LITTLE, RICARDO ROSSI  
& ALFREDO LE BAS\*

\*lebas@fcien.edu.uy



### RESUMEN

El registro de los cetáceos varados en la costa uruguaya provee información valiosa para el conocimiento de la biología de las especies y para fundamentar medidas de conservación. Se realizó un registro sistemático de todos los cetáceos reportados entre agosto de 2000 y febrero de 2005, así como una revisión de los registros anteriormente documentados. Se contabilizaron 35 varamientos individuales y dos en masa, con un total global de 56 individuos registrados. La revisión bibliográfica elevó el número de registros a 288. Aunque el estudio dista de ser exhaustivo, permite concluir que: 1) la ocurrencia de misticetos se concentra entre julio y noviembre; 2) los varamientos de *Pontoporia blainvillei* ocurren durante todo el año, con un pico durante el verano; 3) el resto de los odontocetos presenta una mayor frecuencia de varamientos durante julio-setiembre; y 4) el registro geográfico de los varamientos está fuertemente correlacionado con la urbanización. Se analizan las causas de los varamientos, destacándose la importancia de las tormentas con viento SE, la captura incidental, y las variaciones oceanográficas anuales. Se plantea la importancia de la continuidad en este tipo de estudios, la necesidad de recursos humanos calificados y de la realización de recorridos sistemáticos en áreas costeras poco pobladas.

**Palabras clave:** ballenas, delfines, conservación, rescate, varamientos

### ABSTRACT

The record of cetaceans stranded along the Uruguayan coast provides valuable information on the biology of species and contributes to the establishment of conservation measures. A systematic record of all reported stranded cetaceans was carried out between August 2000 and February 2005, as well as a revision of previous reports. Thirty-five individual and two mass strandings account for a total of 56 records. The bibliographic revision increased this figure to 288. Although this study is far from exhaustive, the obtained results allow some conclusions: 1) mysticete strandings mostly occur between July and November; 2) the strandings of *Pontoporia blainvillei* are distributed during the whole year, with a peak in summer; 3) the other odontoceti exhibit a higher stranding frequency during July to September; and 4) the geographic location of reported strandings is highly correlated to urbanization. Analyzing stranding causes, the most frequent are storms with SE winds, by-catch and annual oceanographic variations. The continuity of this type of studies is proposed, as well as the need for qualified human resources and a systematic examination of uninhabited coastal areas.

**Key words:** whales, dolphins, conservation, rescue, strandings

### INTRODUCCIÓN

A lo largo de los aproximadamente 680 km de costa uruguaya del Río de la Plata y Océano Atlántico, la frecuente presencia de cetáceos se acompaña de varamientos ocasionales de ejemplares debilitados o muertos. La ocurrencia de una ballena viva atrapada a bajas profundidades interesa y preocupa a la opinión pública, que reclama una acción rápida por parte de las autoridades. Por otra parte, el estudio de los ejemplares muertos provee valiosa información que permite a largo plazo conocer mejor la biología de estas especies y fundamentar medidas de conservación.

El varamiento de los cetáceos es conocido desde la antigüedad, pero recién desde la década de 1970 su estudio comienza a hacerse en forma sistemática al amparo de legislación conservacionista adoptada por los gobiernos (Malakoff 2001). Actualmente, la mayoría de los países costeros han desarrollado una coordinación entre

organismos estatales, ONG's y universidades para optimizar la vigilancia y los procedimientos de rescate, muestreo y registro ("stranding network" o "red de varamientos").

En Uruguay el estudio de los cetáceos varados comenzó hace 50 años con el trabajo pionero del Ing. Agr. Ricardo Praderi (Praderi 2003). En los últimos 15 años, nuevos investigadores se han sumado a esta disciplina, fundamentalmente dedicados al estudio de la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y la ballena franca austral (*Eubalaena australis*).

Los objetivos del presente trabajo son: 1) presentar los resultados de un registro sistemático de cetáceos varados entre agosto de 2000 y febrero de 2005; y 2) analizar los varamientos de cetáceos en Uruguay en base a datos obtenidos directamente y a los documentados en la bibliografía y la prensa con anterioridad al año 2000.

## METODOLOGÍA

El registro sistemático de varamientos se realizó bajo la coordinación de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) y con la colaboración de Prefectura Nacional Naval, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (MUNHINA), Facultad de Ciencias (FC), ONG's y grupos de investigadores. Se concurre a todos los sitios con varamiento reportados para intentar la liberación de los ejemplares vivos o tomar medidas corporales y muestras biológicas en animales muertos. En el primer caso, se procede de acuerdo a las instrucciones de la DINARA, priorizándose la liberación antes que el registro de datos individuales. Ante un cetáceo muerto, se toman las medidas corporales estándar (Norris 1961), se hace una descripción *in situ* del patrón de coloración con registro fotográfico, se determinan las coordenadas geográficas y se reseñan las condiciones meteorológicas y oceanográficas recientes antes de proceder a la necropsia. Esta última se realiza de acuerdo a los protocolos establecidos (Geraci & Lounsbury 1993; Jefferson *et al.* 1994; Rowles *et al.* 2001; Raverty & Gaydos 2005), pero frecuentemente las condiciones de trabajo obligan a adecuar el procedimiento. Los cráneos colectados son ingresados a la Colección de Zoología Vertebrados de FC, las muestras de tejido muscular son remitidas al Banco de

Tejidos de Cetáceos de la Sección Evolución de la FC, y las réplicas de datos de campo son enviadas a DINARA y al MUNHINA. Las muestras e informes parasitológicos son entregados a la Sección Zoología de Invertebrados de la FC, mientras que las correspondientes a otras patologías se remiten a especialistas en la materia.

Se tomaron en cuenta los ejemplares pertenecientes a la Colección de Zoología Vertebrados de la FC. Se consideraron las publicaciones y comunicaciones científicas que reportan varamientos para el país, revisándose revistas y eventos vinculados al tema, así como artículos de prensa y comunicaciones personales confiables.

No siendo propósito de este trabajo la discusión del *status* taxonómico de las especies citadas para Uruguay, se tomó en cuenta la "Nómina Oficial de Especies de la Fauna Silvestre" del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). De acuerdo al decreto N° 514/001 del Poder Ejecutivo, dicha nómina es la única válida para el Uruguay y su actualización es competencia de la Dirección de Recursos Naturales Renovables del MGAP (<http://www.mgap.gub.uy/renare/default.htm>). Sin embargo, aquí optamos por actualizar el nombre específico de *Delphinus delphis* por el de *D. capensis*, en base al estudio de Heyning & Perrin (1994), ya incorporado por González (2001). No se tuvieron en cuenta categorías subespecíficas (Tabla 1).

Tabla 1. Lista taxonómica de los cetáceos citados para Uruguay.

Ubicación sistemática	Nombre científico	Nombre vulgar	Nombre vulgar (inglés)
<b>SUBORDEN Mysticeti</b>			
<b>Familia Balaenidae</b>	<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca austral	Southern right whale
<b>Familia Balaenopteridae</b>			
Subfamilia Balaenopterinae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena Minke	Minke whale
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	Sei whale
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Blue whale
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	Fin whale
Subfamilia Megapterinae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada ó Yubarta	Humpback whale
<b>SUBORDEN Odontoceti</b>			
<b>Superfamilia Ziphioidea</b>			
<b>Familia Ziphiidae</b>	<i>Hyperoodon planifrons</i>	Delfín de frente plana ó ballena nariz de botella	Flathead bottlenosed dolphin
	<i>Mesoplodon layardii</i>	Delfín picudo de Layard ó ballena de Layard	Straptooth beaked whale
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Delfín picudo de Cuvier	Goosebeaked whale
<b>Familia Phocoenidae</b>			
Subfamilia Phocoeninae	<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	Black porpoise
Subfamilia Phocoenoidinae	<i>Australophocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos	Spectacled porpoise
<b>Superfamilia Platanistoidea</b>			
<b>Familia Pontoporiidae</b>	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Franciscana	La Plata dolphin
<b>Superfamilia Physeteroidea</b>			
<b>Familia Physeteridae</b>	<i>Physeter catodon</i> (= <i>P. macrocephalus</i> )	Cachalote	Sperm whale
<b>Familia Kogiidae</b>	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	Pygmy sperm whale
<b>Superfamilia Delphinoidea</b>			
<b>Familia Delphinidae</b>			
Subfamilia Delphininae	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de hocico largo	Long-beaked common dolphin
	<i>Tursiops truncatus</i>	Tonina	Bottlenosed dolphin
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	Fraser's dolphin

Ubicación sistemática	Nombre científico	Nombre vulgar	Nombre vulgar (inglés)
Subfamilia Delphininae	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	Striped dolphin
	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado	Bridled dolphin
	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	Dusky dolphin
	<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	Grey dolphin
Subfamilia Globicephalinae	<i>Globicephala melas</i> (= <i>G. melaena</i> )	Calderón	Pilot whale
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	Killer whale
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	False killer whale

## RESULTADOS

### Período agosto 2000-febrero 2005

De agosto de 2000 a febrero de 2005, se contabilizaron 35 varamientos individuales y dos en masa, con un total global de 56 individuos registrados. Un ejemplar registrado de *Hyperoodon planifrons* y unos 30 *Lagenodelphis hosei* no registrados fueron liberados, 20 ejemplares (17 *L. hosei* y uno de *Balaenoptera acutorostrata*, *Megaptera novaeangliae* y *P. blainvillei*) murieron luego de varar en la playa, y los restantes 36 fueron encontrados muertos.

A nivel específico se registraron: *E. australis* (3), *M. novaeangliae* (1), *B. acutorostrata* (2), *Balaenoptera physalus* (1), *Balaenoptera* sp. (4), *H. planifrons* (1), *Mesoplodon* sp. (1), *Ziphius cavirostris* (1), *Globicephala melas* (4), *Orcinus orca* (2), *Physeter catodon* (= *P. macrocephalus*) (1), *Australophocoena dioptrica* (1), *P. blainvillei* (9), *Tursiops truncatus* (2), *L. hosei* (21), *Delphinus capensis* (1) y *Delphinus* sp. (1).

Dentro de los mysticetos (11), *Balaenopteridae* presenta el mayor número de ejemplares varados (8), a pesar de que aguas uruguayas son parte de una importante ruta de migración de la "ballena franca austral" (*Balaenidae*). Entre los odontocetos (45), *Delphinidae* es la más representada (31). Estas observaciones tienen un carácter provisional, ya que el número de casos no permite validación estadística.

### Totalidad de datos disponibles

Se obtuvieron las siguientes referencias a varamientos ocurridos en Uruguay: Vaz-Ferreira (1970); Praderi (1971a; 1971b); Praderi & Palerm (1971); Praderi (1972); Ximénez *et al.* (1972); Vaz-Ferreira & Praderi (1973); Brownell & Praderi (1976); Langguth (1977); Praderi (1980a; 1980b; 1980c; 1981; 1985a; 1985b); González de Bacchino & Praderi (1985); Praderi (1992); Praderi *et al.* (1992); De Bonis (1998); Praderi & Etchegaray (2001); Laporta *et al.* (2002); Zylber *et al.* (2002) y Failla & Le Bas (2003). El total de cetáceos varados reportados en la bibliografía es de 262, totalizándose con las 86 referencias propias 348 casos entre 1934 y 2005 (Tabla 2).

Excluyendo los registros de *P. blainvillei* y de varamientos masivos, la frecuencia global de registros (N=116) en función del juliano (día 1 a 365) es más o menos continua a lo largo del año, con un incremento aparente durante julio-setiembre (Fig. 1).

Los registros de *P. blainvillei* (N=76) ocurren durante todo el año, con un incremento aparente durante el verano (Fig. 2).

Tabla 2. Fuentes de los varamientos considerados. \*Número estimado de cetáceos varados vivos y liberados sin toma de datos individuales.

Fuente	Ejemplares registrados	Ejemplares no registrados*	Totales
Presente trabajo	56	30	86
Revisión	232	30	262
Totales	288	60	348

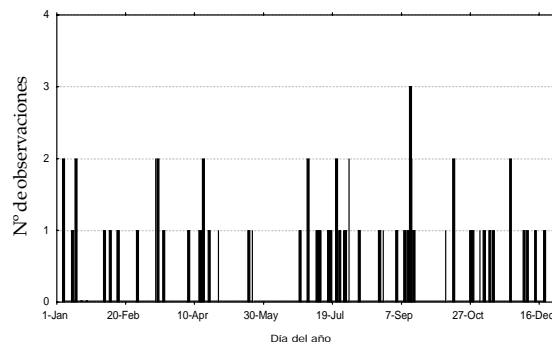


Figura 1. Varamientos individuales en función del día juliano. Se excluyeron los registros de *P. blainvillei*.

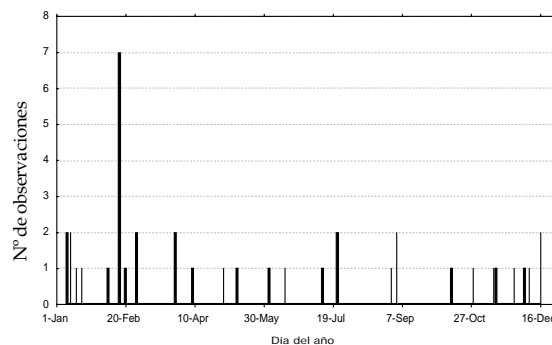


Figura 2. Varamientos de *P. blainvillei* en función del día juliano.

Los registros de mysticetos (N=31) presentan una temporada de mayor frecuencia entre julio y noviembre (Fig. 3).

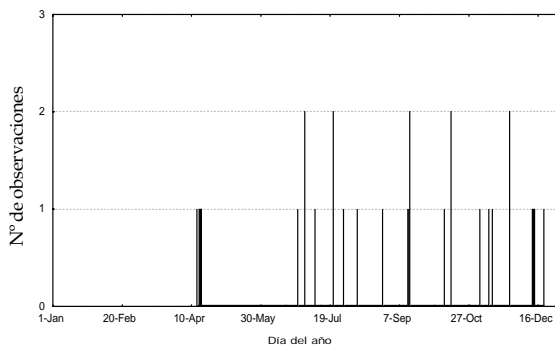


Figura 3. Varamientos de mysticetos en función del día juliano.

Se reportaron cuatro varamientos masivos de *L. hosei* (cinco ejemplares del 8 al 27 de marzo de 1991; 65 ejemplares en agosto-noviembre de 1997; 15 ejemplares del 2 al 7 de diciembre de 2000; 17 ejemplares del 15 al 22 de noviembre de 2001) y un varamiento masivo de unos 30 ejemplares de *P. crassidens* del 10 al 14 de marzo de 1999.

El mapeo de los registros obtenidos revela una amplia distribución a lo largo de la línea costera, tanto del Río de la Plata como del Océano Atlántico (Fig. 4). Se observa una clara concentración de hallazgos en Montevideo y Canelones, con una mayor dispersión de registros en el resto de la costa uruguaya. Si embargo, se observan tres extensas zonas sin registros: la línea de costa que separa José Ignacio de La Paloma, y la que separa ésta última de Cabo Polonio (Dpto. de Rocha), y la mayor parte de la costa del Dpto. de San José, desde Punta Tigre hasta Punta Pavón.

## DISCUSIÓN

### Período agosto 2000-febrero 2005

El promedio anual de varamientos obtenido (12.4) sin duda es muy inferior al real debido a: 1) falta de vigilancia y/o aviso desde localidades poco pobladas; 2) limpieza rápida de playas turísticas; 3) colecta de ejem-

plares para colecciones particulares; y 4) insuficiente esfuerzo de observación.

La muestra es demasiado pequeña para estimar frecuencias por especie o localidad. Los odontocetos pequeños (*Tursiops* sp., *Delphinus* sp.) pueden ser inadvertidos, y por su relativa abundancia *P. blainvillei* no suele reportarse como un hallazgo. Sin embargo, el varamiento de cetáceos de grandes y medianas dimensiones (misticetos, cachalotes, orcas y aún calderones y falsas orcas) es normalmente informado y sus frecuencias de registro probablemente se aproximan más a la realidad (4.7 eventos por año).

### Totalidad de datos disponibles

Bajo la hipótesis de que la frecuencia de varamientos es más o menos constante a lo largo de los años, la extrapolación de nuestros registros durante 2000-2005 para todo el período que abarca la bibliografía nos lleva a una cifra de 821 cetáceos varados en lugar de los 232 obtenidos. El drástico descenso de las poblaciones durante el siglo 20 no sustenta la posibilidad de un incremento en la frecuencia de varamientos. Por lo tanto, es razonable suponer que la revisión efectuada es muy incompleta y sólo puede dar una idea muy general de algunas tendencias.

La mayor frecuencia aparente de varamientos individuales (con exclusión de *P. blainvillei*) durante julio a setiembre (Fig. 1) puede estar asociada a dos factores no excluyentes: 1) la mayor frecuencia de temporales durante los meses de invierno, que arrastran individuos hacia la costa; y 2) un probable incremento en el número de cetáceos, consecuencia del comportamiento migratorio de algunas especies con fines reproductivos o tróficos (el desplazamiento de la Convergencia Subtropical hacia el N acerca a la costa uruguaya aguas con gran productividad y por lo tanto, abundancia de alimento).

En el caso de *P. blainvillei*, la ocurrencia de individuos encontrados muertos en la playa es consecuencia clara de captura incidental en artes de pesca. El resultado



Figura 4. Ubicación geográfica de los varamientos.

indicado en la figura 2 es consistente con los obtenidos por Praderi (1994) a través de un estudio estadístico de mortalidad incidental durante 20 años. Este resultado es consecuencia directa de variables socioeconómicas de gran fluctuación temporal (zafra pesquera del tiburón durante noviembre-febrero, esfuerzo de pesca, tipo de red y lugar de calado). Por esta razón, *P. blainvillei* ha sido y es objeto de estudios específicos en Uruguay.

La mayor frecuencia de mysticetos entre julio y noviembre es explicable en base al comportamiento migratorio de *E. australis* y de todos los rorcuales, en mayor o menor medida. Los principales mysticetos que visitan aguas uruguayas se alimentan en aguas subantárticas durante el verano, y migran hacia el N para reproducirse durante los meses de invierno y parte de la primavera. La falta de identificación específica en cuatro de los ocho rorcuales registrados entre 2000 y 2005 se debió a las dificultades para discernir las diferencias entre las diferentes especies (dorso inaccesible, piel desprendida, etc.).

Los cuatro varamientos masivos registrados en la costa uruguaya (tres de *L. hosei* y uno de *P. crassidens*) son consistentes con el comportamiento de dichas especies, conocidas por sus varamientos en masa en muchas partes del mundo. Es destacable la coordinación lograda por la DINARA para liberar ejemplares vivos en estos varamientos. En 1999, unos 30 ejemplares de *P. crassidens* fueron trasladados mar adentro por helicópteros de la Fuerza Aérea Uruguaya, y en 2001, unos 30 ejemplares de *L. hosei* fueron arreados desde el Río Santa Lucía al Río de la Plata por medio de sonidos subacuáticos con el apoyo de lanchas de la Prefectura Nacional Naval (Armada Nacional). En ambos casos fue muy importante la participación de voluntarios y ONG's rescatistas.

Muchos varamientos permanecen inexplicados ante la imposibilidad de realizar necropsias completas debido a la descomposición avanzada o al gran tamaño del ejemplar (en lugares inaccesibles o con necesidad de enterramiento rápido). Sin embargo, se observó que las más frecuentes causas de varamiento son: 1) tormentas con viento S (principalmente las "sudestadas"), que pueden empujar individuos débiles a la rompiente. Las rápidas variaciones de la marea eólica y la existencia de bancos de arena que se transforman en una trampa para muchos cetáceos, especialmente en las playas de los Dptos. de Colonia y San José; 2) captura incidental en artes de pesca, que afecta básicamente a pequeños cetáceos, especialmente a *P. blainvillei*, cuya mortalidad está claramente relacionada con el esfuerzo de pesca y tipo de redes utilizadas (Praderi 1994; 2000); 3) desvínculo madre-cría que acarrea el embicamiento de lactantes por falta de energía y nado defectuoso. Esto sucede frecuentemente con *P. blainvillei* en verano y *B. acutorostrata* durante el invierno; 4) colisión y/o succión por las hélices de grandes embarcaciones, como se detectó en dos ejemplares de *E. australis*; 5) incursiones fuera del límite de distribución geográfica de especies no adaptadas a nuestra latitud; 6) parasitosis en órganos vitales para la orientación, posible causa de un varamiento masivo de *P.*

*crassidens* y 7) otras causas de difícil comprobación, aunque no menos importantes, como la contaminación de las aguas, anomalías magnéticas locales, eventos oceanográficos periódicos (ENSO), efectos de la sobrepesca, caza ballenera en el Atlántico Sur, etc.

El registro geográfico de los varamientos muestra una fuerte correlación con la urbanización de la costa. Este resultado es razonable, ya que la noticia de cetáceos varados procede normalmente de lugareños o del personal de las prefecturas locales. Las amplias zonas sin registros en los departamentos de Rocha y San José ameritan recorridas sistemáticas para confirmar la aparente ausencia o escasez de ocurrencia de varamientos.

Este trabajo es un primer intento de integración de todos los registros disponibles de varamiento de cetáceos en la costa uruguaya. Sin embargo, tiene el carácter de revisión preliminar debido a que aún faltan muchos datos disponibles en museos y colecciones particulares.

## CONCLUSIONES

De los 56 registros de varamientos obtenidos entre agosto 2000 y febrero 2005, se contabilizan 11 mysticetos y 45 odontocetos. Dentro del primer grupo, la mayor frecuencia corresponde a Balaenopteridae ("rorcuales"), a pesar del creciente número de ballenas francas en aguas uruguayas (Balaenidae). Entre los odontocetos, la familia Delphinidae es la más representada.

La integración de nuestros datos con los de la bibliografía eleva el número de cetáceos varados a 348 entre 1934 y 2005. Esto permite deducir una frecuencia anual aparente de 4.7 casos para grandes y medianos cetáceos, observándose una mayor ocurrencia de mysticetos en julio-noviembre.

El examen de las carcasas revela una variedad de causas, destacándose las "sudestadas" y la captura incidental como las más frecuentes.

Los resultados confirman la necesidad de un mayor esfuerzo de investigación para los Balaenopteridae.

## Prioridades y perspectivas de investigación

El conocimiento y conservación de la fauna cetológica uruguaya depende en gran medida de la información procedente de ejemplares varados en la costa. La frecuencia de varamientos hace necesario un trabajo continuo, ya que dicha información se sustenta en una casuística que sólo un seguimiento a largo plazo puede proveer. Por lo tanto, la primera prioridad es mantener la continuidad del registro sistemático apuntando a mejorar su calidad.

La necesidad de formación de recursos humanos es la consecuencia directa de dicha prioridad. Se hace necesario promover la formación superior a nivel de postgrado (maestrías y doctorados) así como generar las condiciones para la inserción profesional en el país de los especialistas necesarios. En este sentido, es de vital importancia que las autoridades exijan la presencia de personal capacitado en las instituciones habilitadas para trabajar con cetáceos varados.

El carácter emblemático de los cetáceos y su impacto afectivo en la opinión pública ha llevado a la constitución a nivel mundial de más organizaciones de rescatistas voluntarios que para cualquier otro grupo zoológico. La existencia de fuentes de financiamiento internacionales y la necesidad de desarrollo de cada organización conducen a frecuentes competencias que a veces menoscaban la coordinación y el no siempre fácil entendimiento entre las ONG's o entre estas y las autoridades gubernamentales. En el caso uruguayo, la extrema escasez de recursos transforma cualquier posible discrepancia en un lujo injustificado. Por lo tanto, es prioritario un relacionamiento mínimo entre todas las organizaciones y personas vinculadas a la conservación de los cetáceos en el marco de la legislación vigente, la cual impone a la DINARA de la máxima autoridad de contralor en lo concerniente a mamíferos marinos (artículo 212 de la Ley 16320 y el Decreto 13/993 reglamentario, artículo 5 del Decreto 238/998, Decreto 261/002).

En cuanto a las perspectivas de investigación el campo es amplísimo. La "franciscana" (*P. blainvillei*) debe seguir ocupando el lugar principal, dado que es la única especie endémica de la región y sufre un severo impacto negativo por las pesquerías artesanales y comerciales. El estudio de las patologías en carcasas de cetáceos muertos es incipiente y resulta clave para aclarar las causas de varamiento. Para lograr una visión integral de la mortalidad de los cetáceos en la costa uruguaya, es indispensable contar con revisiones profundas acerca de hábitat, distribución, ecología trófica, ciclo reproductivo y migraciones para cada especie.

Desde el punto de vista metodológico, la calidad de cualquier registro de varamientos depende de la capacitación y de los recursos de quienes la realizan. La ejecución de un protocolo de necropsia, la toma, conservación y remisión de muestras para laboratorio, así como el análisis de sus resultados supone un trabajo multidisciplinario de biología, veterinaria y laboratorio clínico. La escasa integración de estas dos últimas disciplinas ha determinado un avance parcial en el conocimiento de nuestros cetáceos, fundamentalmente de carácter zoológico y etnobiológico (en el caso de *P. blainvillei*). Por lo tanto, la deseable integración de otras profesiones permitirá conocer más acerca de la anatomía, fisiología y patología de los cetáceos de Uruguay.

En la medida en que los recursos lo permitan, es importante sustituir la concurrencia oportunística por recorridas sistemáticas de la costa, sobre todo en zonas poco pobladas.

#### **Implicancias para la conservación y el manejo**

El *status* de "insuficientemente conocida" es el más frecuente entre las especies de cetáceos del mundo, y la mayoría es incluida en los Apéndices II y I de CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) como "amenazadas" y "muy amenazadas", respectivamente (CITES 1987). Esta categorización, y por lo tanto las obligaciones legales de

los países que suscriben CITES, son consecuencia de los estudios llevados a cabo sobre la biología de cada especie de cetáceo.

El conocimiento de la biología de nuestras especies es clave para fundamentar decisiones relacionadas con la conservación por parte de los organismos competentes.

Un especial esfuerzo merece la divulgación. El trabajo sistemático de sensibilización de la opinión pública por parte de organismos oficiales y privados (ONG's) se apoya básicamente en los resultados de la investigación realizada en el país. Por esta razón, el análisis de los varamientos satisface una demanda del público al mismo tiempo que provee datos para estudios comparativos y a largo plazo.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se apoya en la obra de Ricardo Praderi (Museo Nacional de Historia Natural y Antropología), cuyo apoyo y orientación permanente reconocemos. Agradecemos el apoyo institucional de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) y especialmente a Alberto Ponce de León por la efectiva coordinación; a la Prefectura Nacional Naval (Armada Nacional) y cada una de sus dependencias por el apoyo logístico. Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y participación de Paula Laporta, Paula Costa, Paula Franco, Adela De Bonis, Gabriela Failla, María Laura Lázaro y muchos más. Finalmente, agradecemos la dedicación del revisor anónimo, cuyas sugerencias mejoraron sustancialmente la calidad del manuscrito original.

#### **REFERENCIAS**

- Brownell RL & R Praderi** 1976 Records of the delphinid Genus *Stenella* in western Atlantic waters. Scientific Reports of the Whales Research Institute 28:129-135 + lám
- CITES** 1987 Identification manual. Order Cetacea. Vol. 1. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Montreal. Edición no paginada.
- De Bonis A** 1998 Varamiento de delfín de Fraser (*Lagenodelphis hosei*) en costas del Río de la Plata. 8ª Reunião de Trabalho em Mamíferos Aquáticos da América do Sul. Olinda, Brasil. P. 65
- Failla G & AE Le Bas** 2003 Morphometrical categorization of *Phyllobothrium delphini* (Cestoidea, Tetrathyllidea) cysts from Fraser's dolphin, *Lagenodelphis hosei* (Cetacea, Delphinidae). Latin American Journal of Aquatic Mammals 2(2):95-100
- Geraci JR & VJ Lounsbury** 1993 Marine mammals ashore: a field guide for strandings. Texas A&M Sea Grant Publications, Galveston. 305 pp
- González EM** 2001 Guía de campo de los mamíferos del Uruguay. Introducción al estudio de los mamíferos. Vida Silvestre, Montevideo. 339 pp
- González de Baccino R & R Praderi** 1985 Observaciones sobre un varamiento poco usual de cachalote, *Physeter macrocephalus* L., en la costa atlántica de Uruguay. Actas de la Primera Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Buenos Aires, 25-29 de junio de 1985):132-139
- Heyning JE & WF Perrin** 1994 Evidence for two species of Common Dolphins (Genus *Delphinus*) from the eastern North Pacific. The Natural History Museum of Los Angeles County. Contributions in Science 442:1-35

- Jefferson TA Myrick AC & SJ Chivers** 1994 Small cetacean dissection and sampling: a field guide. NOAA Technical memorandum. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Centre 198. 54 pp
- Langguth A** 1977 Notas sobre la falsa orca *Pseudorca crassidens* (Owen) en el Atlántico sudoccidental. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Zoología) 12(6):59-68
- Laporta P Praderi R Le Bas A & EA Crespo** 2002 Presencia de Delfín de Fraser *Lagenodelphis hosei* en costas del Atlántico sudoccidental. 10ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Marinos de América del Sur (Valdivia, 14-19 de octubre de 2002):97
- Malakoff D** 2001 Scientists use strandings to bring species to life. Science 293:1754-1757
- Norris KS** 1961 Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. Journal of Mammalogy 42(4):471-476
- Praderi R** 1971a Sobre la presencia de *Ziphius cavirostris* G. Cuvier (Cetacea Hyperoodontidae) en las costas uruguayas del Río de la Plata. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 1:52-54
- Praderi R** 1971b Contribución al conocimiento del género "*Phocoena* (Cetacea, Phocoenidae)". Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Zoología) 7(2):251-266 + 2 lám
- Praderi R** 1972 Notas sobre un ejemplar de *Mesoplodon layardi* (Gray) (Cetacea, Hyperoodontidae), de la costa atlántica de Uruguay. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural Montevideo 10(137):1-7
- Praderi R** 1980a Adiciones a la lista sistemática de cetáceos de Uruguay. I. I Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 29 de setiembre-4 de octubre de 1980) Resúmenes 1:136-137
- Praderi R** 1980b Adiciones a la lista sistemática de cetáceos de Uruguay. II. I Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 29 de setiembre-4 de octubre de 1980), Resúmenes 1:138
- Praderi R** 1980c Bibliography of the cetacean literature of Uruguay. Pp 215-219 In: Pilleri (ed) Investigations on Cetacea 11. Berna
- Praderi R** 1981 Varamientos ocasionales de cetáceos en costas del Río de la Plata. Resúmenes y Comunicaciones de las Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 21-26 de setiembre de 1981) 2:13-14
- Praderi R** 1984 Registro de *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) (Cetacea, Balaenopteridae) para aguas del Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época) 2:36-40
- Praderi R** 1985 Notas sobre un varamiento de *Balaenoptera musculus* Linnaeus, 1758 (Cetacea, Balaenopteridae) en la costa de Colonia, Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época) 3:16-21
- Praderi R** 1992 Primer registro del Delfín de Risso, *Grampus griseus*, para Uruguay. Anales de 3ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Montevideo, 25-30 de junio de 1988):50-53
- Praderi R** 1994 Análisis comparativo de estadísticas de captura y mortalidad incidental de *Pontoporia blainvillei* en Uruguay durante 20 años. Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Manejo e Pesquisa da Franciscana (Florianópolis, 22-23 de octubre de 1994):42-53
- Praderi R** 2000 Estado actual de la mortalidad de franciscanas en las pesquerías artesanales de Uruguay. Pp 13-15 In: United Nations Environment Programme/Convention on Migratory Species (Eds) Documento Técnico 1. Report of the 3th Workshop for Coordinated Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic. Documento Técnico 1. Buenos Aires, 26-28 de noviembre de 1997
- Praderi R** 2003 50 años de investigación de cetáceos. 2as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:54
- Praderi R & P Etchegaray** 2001 Comentarios sobre el límite septentrional de la distribución geográfica de *Lagenorhynchus obscurus* en el Atlántico sudoccidental (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). Comunicaciones Zoológicas del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología 13(198):1-8. Montevideo
- Praderi R & E Palerm** 1971 Hallazgo de *Phocoena dioptrica* Lahille (Cetacea, Delphinidae), en la costa uruguaya. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 1:19-21
- Praderi R Praderi G & R García** 1992 First record of Fraser's dolphin, *Lagenodelphis hosei*, in the south Atlantic ocean. (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 13(178):1-6
- Raverty SA & JK Gaydos** 2005 Killer whale necropsy and disease testing protocol. IUCN Veterinary Specialist Group. Species Survival Commission. Edición electrónica: <http://www.iucn-vsg.org/documents/orcanecropsyprotocol%20Final.pdf>
- Rowles TK Van Dolah F & AA Hohn** 2001 Gross necropsy and specimen collection protocols. Pp 449-470 In: Dierauf & Gulland (eds) CRC Handbook of marine mammal medicine. 2ª ed. CRC Press, New York
- Vaz-Ferreira R** 1970 Fauna: conservación y recursos. Nuestra Tierra (45):1-60. Montevideo
- Vaz-Ferreira R & R Praderi** 1973 Un nuevo ejemplar de *Kogia breviceps* (Blainville), (Cetacea, Physeteridae) del Atlántico sudoccidental. Caracteres y notas. Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Zoología 1:261-277
- Ximénez A Langguth A & R Praderi** 1972 Lista sistemática de los mamíferos del Uruguay. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo (2ª Serie) 7(5):1-49
- Zylber MI Failla G & A Le Bas** 2002 *Stenurus globicephalae* Baylis et Daubney, 1925 (Nematoda: Pseudaliidae) from a False Killer Whale, *Pseudorca crassidens* (Cetacea: Delphinidae), stranded on the coast of Uruguay. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 97(2):221-225. Rio de Janeiro



## Distribución, reproducción y alimentación del lobo fino *Arctocephalus australis* y del león marino *Otaria flavescens* en Uruguay

ALBERTO PONCE DE LEÓN\* & OSCAR D. PIN

\*aponce@dinara.gub.uy



### RESUMEN

El presente trabajo revisa los caracteres morfológicos específicos, áreas de distribución, reproducción y alimentación de los dos Otariidae que crían en las islas del litoral atlántico de Uruguay: lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* y león marino sudamericano *Otaria flavescens*. Ambas especies tienen dimorfismo sexual siendo los machos más grandes que las hembras, son polígamas y demuestran territorialidad reproductiva en determinadas zonas de las islas. Los cachorros del lobo fino nacen entre noviembre y enero de cada año y los adultos copulan durante diciembre y enero. La proporción media de machos y hembras reproductivos es 1:6, llegando hasta un máximo de 1:12. La lactancia puede llegar a un año; la leche es muy rica en lípidos y proteínas. El lobo fino se alimenta básicamente de anchoita, calamar, merluza, corvina y pescadilla. La edad máxima fue determinada en 23 años. Los machos alcanzan tallas de 190 cm y 180 kg de peso y las hembras 150 cm y 52 kg. Los cachorros del león marino nacen entre mediados de enero y febrero de cada año y los adultos copulan desde diciembre hasta febrero. La proporción de machos y hembras reproductivos es variable de 1:1 a 1:2. La lactancia puede llegar a un año. El león marino se alimenta de pescadilla, corvina, brótola, pequeños tiburones y rayas. Se determinaron edades máximas de hasta 20 años. Los machos alcanzan tallas de 283 cm y 354 kg de peso y las hembras 192 cm y 150 kg. Se recomienda continuar con la investigación de la biología reproductiva y la ecología trófica de ambas especies con la finalidad de proteger y preservar las áreas de reproducción y de cría en la costa uruguaya mediante la aplicación de medidas adecuadas de manejo y conservación.

**Palabras clave:** Otariidae, comportamiento reproductivo, biología reproductiva, ecología, especies presa

### ABSTRACT

The present paper reviews the specific morphological characteristics, distribution areas, reproduction and feeding of the two Otariidae that nurse in Atlantic Uruguayan islands: the South American fur seal *Arctocephalus australis* and the South American sea lion *Otaria flavescens*. Both species have sexual dimorphism with males bigger than females, are polygynous and show reproductive territoriality in defined areas of the islands. Fur seal pups are born from November to January of each year and adults mate during December and January. Reproductive male-female media ratio is 1:6, reaching a maximum ratio of 1:12. Nursing may reach one year; milk is very rich in fat and proteins. Fur seals feed basically on anchovy, squid, hake, croaker and sea-trout. The maximum age was estimated in 23 years. Males reach sizes of 190 cm of length and 180 kg of weight and females 150 cm and 52 kg. Sea lion pups are born from mid January to February of each year and adults mate from December to February. Reproductive male-female ratio varies between 1:1 and 1:2. Nursing may reach one year. Sea lions feed on sea-trout, croaker, codling, small sharks and skates. The maximum age was calculated in 20 years. Males reach sizes of 283 cm of length and 354 kg of weight and females 192 cm and 150 kg. It's recommended to continue research on the reproductive biology and trophic ecology of both species, in order to protect and preserve the reproductive and breeding areas of the Uruguayan coast through the application of proper management and conservation measures.

**Key words:** Otariidae, reproductive behaviour, reproductive biology, ecology, prey species

### INTRODUCCIÓN

En algunas islas del litoral atlántico uruguayo se reproducen y crían dos especies de otáridos: el lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) y el león marino sudamericano *Otaria flavescens* (Shaw, 1800).

Las poblaciones de lobos marinos de Uruguay fueron históricamente explotadas durante casi dos siglos. Recién desde los años 20 del siglo XX, el Estado comienza a intervenir en la organización de dicha explotación comercial a través del Instituto de Pesca y la misma se

desarrolla a través de concesiones a particulares; entre 1950 y 1991 la explotación la realiza directamente el mismo Estado, primero a través del SOYP (Servicio Oceanográfico y de Pesca) y luego a través de ILPE (Industria Lobera y Pesquera del Estado). Desde 1992 el entonces Instituto Nacional de Pesca (INAPE), actualmente la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), suspende las faenas comerciales de lobos marinos con el fin de realizar estudios biológicos para luego determinar las pautas adecuadas para el manejo y conservación de sus poblaciones.

El conocimiento de estas especies es aún incompleto en lo concerniente a la dinámica poblacional y a su ecología trófica. Si bien existe un marco legal de protección y preservación de todos los mamíferos marinos de Uruguay, persiste un real problema de conservación del león marino que se encuentra en progresiva disminución poblacional (Páez 2005). En el presente trabajo se revisan y describen las características específicas, distribución, reproducción y alimentación de las poblaciones de lobos finos y leones marinos que se encuentran en aguas e islas de Uruguay.

## LOBO FINO SUDAMERICANO

### *Arctocephalus australis*

El lobo fino sudamericano *A. australis* es citado con los nombres comunes de: "lobo fino sudamericano", "lobo de dos pelos", "lobo marino", "lobo fino austral", "oso marino", "lobo marino peletero sudamericano", "lobo marinho de Sul America", "lobo de dois pelos" "Southamerican fur seal" u "otarie d'Amérique du Sud" (Vaz Ferreira 1979b; 1982a; King 1983; Capozzo 1991; Jefferson *et al.* 1993; Ponce de León 2000).



Figura 1. Macho adulto de *Arctocephalus australis*. Isla de Lobos, Uruguay. Foto: A. Ponce de León

Los machos adultos (Fig. 1) presentan pelos más largos en el cuello, omóplatos y en parte de la cabeza. El rostro y las orejas son moderadamente largas. Los dientes postcaninos tienen cúspides anteriores y posteriores prominentes. Al igual que el resto de los *Arctocephalinae* presenta dos capas de pelos: una más interna con pelos finos y cortos, distribuidos en forma densa y una segunda capa más externa, con pelos gruesos, cerdosos, menos densos, más largos y bicoloreados. El hocico es largo y afinado, los pabellones auriculares y las palmas de las aletas carecen de pelo. El color predominante del dorso es gris y puede pasar por tonalidades de marrón, mientras que el del vientre puede ser más rojizo o amarillento. El macho adulto es de color pardo plumizo y la hembra adulta y los ejemplares juveniles y subadultos, poseen cierta variación en su coloración corporal: plumizo en el dorso, variando de gris perla a gris rojizo y claro en el

vientre (Vaz Ferreira 1950). Al nacer, el color del pelo del cachorro es totalmente negro. Luego de la primera muda de pelo, el color va variando y antes de alcanzar el primer año de edad, adquiere una tonalidad parecida a la del adulto. El lobo fino posee abundante cantidad de vibrisas o pelos mistaciales de color blanco amarillento, que en los machos adultos pueden alcanzar longitudes de hasta 25 cm. La especie presenta 36 dientes y su fórmula dentaria es  $3/2 I + 1/1 C + 6/5 PC$  (Vaz Ferreira 1982a). Los machos adultos alcanzan 1.90 m de longitud estándar y 180 kg de peso (Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987). La hembra adulta es más pequeña, puede llegar a medir cerca de 1.50 m y pesar entre 45 y 52 kg. El cachorro recién nacido mide entre 42 y 55 cm y pesa entre 3.5 y 5.5 kg (Vaz Ferreira 1982a).

### Distribución geográfica

La especie se distribuye en ambas costas oceánicas de América del Sur. En la costa atlántica, se encuentra desde Tierra del Fuego (Argentina) hasta su extremo N de distribución en São Paulo (Brasil). Las áreas reproductivas y de cría de cachorros se encuentran en islas de Uruguay, costa e islas de Chubut, Santa Cruz y Tierra de Fuego (Argentina), así como en las Islas Malvinas (Vaz Ferreira 1976a; 1979b; 1982a; Capozzo 1991). Posee una enorme capacidad de nado a distancia y se encuentra ampliamente distribuida en todo el frente oceánico uruguayo, alcanzando zonas muy alejadas de las áreas reproductoras insulares. En la costa del Pacífico se extiende en diferentes áreas costeras e insulares de Chile y Perú (Vaz Ferreira 1982a; King 1983; Riedman 1990). La principal población del Océano Pacífico se encuentra ubicada al N de Chile, entre Punta Paquica y Rocas Abtao. En Perú, las principales áreas reproductoras se encuentran en las proximidades de la Punta San Fernando Mármol, llegando hasta la Península de Paracas (Ponce de León 2000).

### Áreas reproductivas en Uruguay

El lobo fino se reproduce en tres de los grupos de islas de la costa atlántica de Uruguay (Smith 1934; Vaz Ferreira 1950; 1952; 1956a; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987): Isla e Islote de Lobos (grupo de Islas de Lobos) próximos a Punta del Este, Maldonado; Islas Rasa, Encantada e Islote (grupo de Islas de Torres) cercanos a la costa de Cabo Polonio e Isla del Marco (perteneciente al grupo de Islas de Castillo Grande) al SW de la desembocadura del Arroyo Valizas, Rocha. La Isla de Lobos, alberga más de la mitad de la población de lobos finos, siendo la de mayor superficie (43.5 hectáreas) de todas las citadas.

### Poliginia

Los lobos finos demuestran un comportamiento reproductor polígamo de tipo polígino. Vaz Ferreira (1982a) sostiene que durante el mes de diciembre, la relación entre machos y hembras reproductivas es de 1:13. Vaz Ferreira & Ponce de León (1984) registraron

áreas de afincamientos de reproductores con una relación media de 1:6, existiendo proporciones de hasta 1:12 en espacios altamente poblados. En el área reproductora próxima al muelle de Isla de Lobos (diciembre 1995), antes del máximo de nacimientos, se efectuaron conteos en diferentes horas del día que dieron una relación media de machos y hembras de 1:10 (Ponce de León obs. pers.).

#### Estación y estructura reproductiva

La mayoría de las islas uruguayas que poseen lobos finos se encuentran pobladas durante todo el año, variando estacionalmente la composición sexual y etaria de las agrupaciones residentes. La estación reproductora del lobo fino se inicia hacia fines de octubre cuando comienzan a establecerse en forma permanente los machos adultos que provienen de áreas de alimentación relativamente distantes de las islas. Los machos muestran la mayoría del año comportamiento de territorialidad mientras que las hembras utilizan las áreas de partos para copular con los machos y asistir a sus cachorros.

Los ejemplares reproductores de ambos sexos aumentan desde octubre hasta fines de diciembre, disminuyendo a partir de enero. De acuerdo con registros realizados en Isla de Lobos (2002-2004), los primeros nacimientos se producen a mediados de noviembre y la mayor frecuencia de partos ocurre entre la última semana de diciembre y la primera de enero (Ponce de León & Pin obs. pers.). En forma posterior a los nacimientos la mayoría de las cópulas ocurre durante diciembre y enero. Durante esta etapa, las hembras situadas en las áreas reproductivas son retenidas territorialmente por los machos que intentan insistentemente la cópula (Vaz Ferreira 1976a; 1979b; 1982a; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987). Son frecuentes las luchas entre machos adultos por el dominio de determinados territorios, sufriendo muchos de ellos importantes heridas (Vaz Ferreira 1956b; Vaz Ferreira & Palerm 1961; Vaz Ferreira & Sierra de Soriano 1963; Vaz Ferreira 1975b; 1982a).

*Arctocephalus australis* presenta un comportamiento de preferencia por determinadas áreas que, por su ubicación y características, favorecen el paso y el encuentro con las hembras. Se observó que los territorios controlados por los machos son elegidos por su proximidad a la orilla, por la existencia de sombra durante alguna hora del día, por la existencia de zonas húmedas (por salpicadura o vías de agua que corren desde zonas más altas), o por presencia de piletas de marea.

Durante la estación reproductora, se ha observado que existe una marcada variación diaria en la cantidad de ejemplares en los territorios reproductivos de las islas. Durante las horas con mayor irradiación solar, en consecuencia con mayor temperatura en la superficie del suelo, se produce una importante disminución del número de ejemplares de ambos sexos en dichos territorios. Debido al calentamiento de las superficies rocosas, muchos ejemplares disminuyen la temperatura corporal buscando la inmersión en el mar. Durante la estación reproductiva grupos de machos adultos y subadultos, que no consi-

guen establecerse en los territorios propicios para las cópulas, permanecen formando grupos de "solteros" o "solitarios" dispuestos en cinturones que se encuentran separados o por detrás de los criaderos, dependiendo del tipo de isla y de la topografía de la misma.

#### Madurez sexual y determinación de la edad

Las hembras de Isla de Lobos madurarían sexualmente entre el segundo y el tercer año de vida y los machos entre el quinto y el séptimo año de vida (Vaz Ferreira 1982a; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984). En una muestra de 581 hembras en Isla de Lobos, Ximénez *et al.* (1984), determinaron que por encima de 104 cm, talla mínima de preñez encontrada, 71.64% del total de hembras estaban preñadas. Batallés *et al.* (1985) encontraron en otro muestreo de 122 hembras, que la talla mínima de preñez también fue de 104 cm, que 72.13% estaban preñadas y que la mayoría tenían tallas de entre 112 y 140 cm.

En una muestra de 1000 ejemplares (500 machos y 500 hembras) de la misma isla, Batallés *et al.* (1990) hallaron que la edad máxima para los machos de dicha muestra fue determinada en 15.5 años y para las hembras en 16.5 años. Así mismo, encontraron que los machos son 22% más grandes que las hembras (dimorfismo sexual) y que los mismos alcanzan el 90% de su longitud asintótica de Von Bertalanffy, entre los 10.5 y 11.5 años de edad, mientras que las hembras lo hacen a los 7.5 años. En base a muestras colectadas en 1992 y 1993 en Isla de Lobos, Páez, Ponce de León & Arim (obs. pers.), utilizando la metodología del corte longitudinal de caninos superiores y la lectura de bandas, determinaron respectivamente como edades más avanzadas 21 y 23 años (N=102 hembras) y 22 y 23 años (N=100 hembras).

#### Gestación y parto

La gestación del lobo fino es de casi once meses y medio (Vaz Ferreira *et al.* 1981a; 1981b; Ponce de León 1983; 1984; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984). Entre noviembre y principios de enero, las hembras paren siempre en tierra (islas) una sola cría. Luego del parto, la hembra lame y olfatea al neonato a fin de reconocer y distinguir su olor. El cachorro busca inmediatamente el contacto físico con su madre e investiga su cuerpo en procura del área mamaria. Dentro de las primeras 48 horas posteriores al nacimiento se establece un reconocimiento vocal y olfatorio entre madre y cachorro. Pocos días después del parto, la hembra se muestra receptiva para la aceptación del macho y se realizan las cópulas.

Luego de la fecundación se desarrolla el nuevo embrión hasta el estadio de blastocisto, interrumpiéndose el crecimiento hasta dos o tres meses después, cuando se produce la anidación a nivel del útero (implantación retardada del blastocisto); este fenómeno que también ocurre en otros grupos de mamíferos, aseguraría la simultaneidad de los partos y cópulas con la estacionalidad del ciclo biológico de la especie (Ponce de León 1983).

### Lactancia y destete del cachorro

El cachorro mama casi inmediatamente después de nacer. Durante la primera semana de vida las lactancias son frecuentes y de corta duración. A medida que el cachorro crece las lactancias son menos frecuentes y de mayor duración. El período de lactancia es relativamente largo y puede llegar a ser de casi un año (Ponce de León 1983; 1984; 2000; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987). Las hembras con cachorros recién lactantes realizan salidas cortas al mar, pero luego del primer mes de vida de los mismos, ya comienzan a ausentarse por períodos variables entre 3 y 15 días.

Durante la ausencia de las madres, los cachorros permanecen en las islas generalmente formando grandes grupos que marchan masivamente por las orillas, buscando contacto entre sí. El ayuno es total hasta el regreso de sus madres, ya que se alimentan solamente de leche. En muestreos del tracto digestivo de cachorros muertos, no se encontraron indicios de alimentación suplementaria o conjunta con presas sólidas (Ponce de León 1983; 1984). El destete de esta especie comienza a producirse a partir del octavo mes de vida (agosto), siendo factor determinante, la persistencia del reencuentro entre madres y crías. La leche es altamente nutritiva con elevados porcentajes de grasas (28.3-32.3% en diciembre, 53.7-57.1% en setiembre) y proteínas (8.1-12.45% durante todo el año) y bajo porcentaje de agua (45.6-59.3% en diciembre, 29.0-32.3% en setiembre). El máximo porcentaje de grasas en la leche coincide con la época cercana al destete. El alto contenido lipídico ayudaría al cachorro a almacenar una rica reserva energética hasta el comienzo de la alimentación de presas capturadas por sí mismo, haciendo que el cambio entre la dieta líquida (leche), el ayuno consecutivo y la dieta sólida (peces), sea una transición menos brusca y perjudicial (Ponce de León 1983; 1984; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987).

### Alimentación y comportamiento alimentario

En base a la identificación de otolitos, cristalinos, vértebras, picos de calamares y de otros restos encontrados en materias fecales y en el tracto digestivo de ejemplares muertos, se determinó que esta especie se alimenta principalmente de anchoita (*Engraulis anchoita*), juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), calamarete (*Loligo sanpaulensis*) y de calamar (*Illex argentinus*) y en menor proporción, de camarón (*Farfantepenaeus paulensis*), de anchoita marini (*Anchoa marinii*), burriqueta (*Menticirrhus americanus*), pargo blanco (*Umbrina canosai*), brótola (*Urophycis brasiliensis*), surel (*Trachurus lathami*), pez sable (*Trichiurus lepturus*) y mero (*Acanthistius brasilianus*) (Vaz Ferreira 1982a; Vaz Ferreira & Ponce de León 1984; 1987; Ponce de León *et al.* 1988; Pin *et al.* 1996; Ponce de León *et al.* 2000; Naya *et al.* 2002).

En 1992 se colocaron equipos de registro de tiempo y profundidad en siete hembras en Isla de Lobos (cinco lactantes y dos no lactantes), obteniéndose como resultado que la profundidad media de buceo de las lactantes

fue de 10 a 20 m y la máxima de 101 m, con un tiempo medio de buceo de 0.7 a 1 minuto. Para las hembras no lactantes, la profundidad media de buceo varió entre 6 a 7 m, con un tiempo medio de buceo de 0.6 a 0.9 minutos. Los buceos diurnos tendieron a ser de menor duración y profundidad que los nocturnos. El rango de profundidades, la posición estimada según el nacimiento y la puesta del sol relativos, indicaron que la mayoría de las hembras lactantes comieron en áreas oceánicas ubicadas a 40 km de Isla de Lobos y que algunas viajaron a 100 km de distancia de dicha isla (Ponce de León & Páez 1996; York *et al.* 1998).

El comportamiento alimentario de este otárido es diferente al del león marino, pues no suele seguir a los barcos pesqueros en busca de presas "perdidas" o arrojadas al mar como descarte. Tampoco suele comer de los artes de pesca calados a la espera de la captura de peces, no provocando la rotura o deterioro de los artes. Posee la capacidad de ingerir a la presa estando sumergido, siendo rara vez visto comiendo en superficie como suele serlo el león marino. Ejemplares de lobo fino observados en alta mar suelen desplazarse alejados de los barcos pesqueros, mostrándose distantes y desconfiados de la presencia humana.

### LEÓN MARINO SUDAMERICANO

#### *Otaria flavescens*

El nombre específico del león marino sudamericano ha sido objeto de controversias: *Otaria byronia* (de Blainville, 1820) es también aceptado por algunos autores. Esta especie es citada con los siguientes nombres comunes: "león marino sudamericano", "lobo marino de un pelo", "lobo ordinario", "lobo común", "lobo grueso", "lobo chusco o león marino austral" o "lobo chusco". En Uruguay a los machos adultos se les llama "pelucas", a los subadultos "pelucos" y a las hembras "bayas" (Vaz Ferreira 1976b; 1979a; 1982b; King 1983; Cappozzo & Rosas 1991; Jefferson *et al.* 1993; Ponce de León 2000).

El hocico es aplanado, ancho, corto, obtuso y curvado hacia arriba; la mandíbula inferior es ancha y alta. En los machos adultos, el cuello es grueso y posee fuertes músculos (King 1983; Jefferson *et al.* 1993). Existe un marcado dimorfismo sexual, siendo los machos notoriamente más grandes y pesados que las hembras (Vaz Ferreira 1982b). Los machos poseen la cabeza y los miembros anteriores relativamente más grandes que el resto del cuerpo (King 1983); los pelos de la cabeza son muy largos y oscuros formando una melena que origina los nombres de "peluca" y "león marino" (Fig. 2). La piel es de color marrón con variaciones que pueden ir del naranja al marrón oscuro. Existen registros de machos adultos de 2.83 m de longitud estándar y 354 kg de peso (Ponce de León obs. pers.). La hembra adulta es más pequeña, alcanzando hasta 1.92 m y 150 kg de peso; no tiene melena y su color puede pasar por diferentes tonalidades del marrón y del naranja claro que originan el nombre vulgar de "baya". Los cachorros miden de 72 a 89 cm de

longitud y pesan entre 10 y 17 kg al mes de edad (Cappozzo *et al.* 1994). Hasta el primer mes son totalmente negros y luego de sucesivas mudas de pelo adquieren un color marrón caoba. La especie presenta 36 dientes y su fórmula dentaria es  $3/2I + 1/1C + 6/5PC$  (Jefferson *et al.* 1993). Los caninos de los machos son muy largos y gruesos; cuanto más viejo es el animal, los mismos aparecen cada vez más desgastados.



**Figura 2.** Macho adulto de *Otaria flavescens*. Isla de Lobos, Uruguay. Foto: A. Ponce de León

#### Distribución geográfica

El león marino sudamericano se distribuye en ambas costas oceánicas de América del Sur. En la costa atlántica, se dispersa desde Torres en Brasil (Rosas 1989), costa e islas oceánicas y Río de la Plata en Uruguay, desde la Provincia de Buenos Aires hasta la Isla San Martín de Tours en Argentina, Islas Malvinas e Islas de los Estados. En la costa pacífica posee asentamientos costeros e insulares a lo largo de casi todo Chile y hasta la Isla Lobos de Afuera en Perú (King 1983; Riedman 1990).

En Uruguay, el león marino se dispersa a lo largo de la costa de todos los departamentos situados frente al Río de la Plata (Colonia, San José, Montevideo y Canelones) y frente al Océano Atlántico (Maldonado y Rocha), realizando ingresos por las desembocaduras de diversos ríos y arroyos (Cuenca del Río Uruguay, Cuenca del Río Santa Lucía, Arroyo Pando y Arroyo Solís) y vertederos de los sistemas de lagunas costeras atlánticas (Vaz Ferreira 1982b; Ponce de León 2000).

Existen registros de ejemplares que fueron marcados en Isla de Lobos al nacer y recuperados en Puerto Quequén a 835 km de distancia (Vaz Ferreira 1982b). Ejemplares adultos también han sido hallados en playas de Río de Janeiro (Brasil), a 1930 km de sus áreas regulares de cría en Uruguay. Luego de la estación reproductora, durante los meses de abril y mayo, Rosas *et al.* (1994) reportan en la costa de Rio Grande do Sul, mayor presencia de ejemplares de leones marinos, predominantemente de machos inmaduros, provenientes de las loberías de Uruguay y registran relevamiento de cadáveres en sus playas, 30% de los cuales presentaron signos de interacción con las pesquerías (heridas corporales).

Existen evidencias que tanto machos como hembras intentarían retornar año tras año, no solo a la misma isla, sino también a los mismos lugares de reproducción. Algunos ejemplares marcados en el Puerto de Mar del Plata (Argentina) han aparecido en las mismas áreas en Isla de Lobos durante distintos veranos (Ponce de León 2000).

#### Áreas reproductivas en Uruguay

La población reproductora y de cría de *Otaria flavescens* de Uruguay se encuentra situada en cuatro grupos principales de islas (Vaz Ferreira 1950; 1956a): Isla de Lobos e Islote de Lobos, situado frente a la costa de Punta del Este, situadas en Maldonado; Islas de Torres (Isla Rasa, Isla Encantada e Islote) situadas frente a la costa de Cabo Polonio; Isla del Marco perteneciente al grupo de Islas de Castillo Grande, cercana a la desembocadura del Arroyo Valizas; Islote Coronilla, frente a la costa de La Coronilla (Rocha).

#### Poliginia

Al igual que otros Otariidae esta especie se caracteriza por ser polígama. Mantiene su asistencia a tierra durante todo el año, pero solamente durante la época reproductiva tiene una organización social bien definida con grupos de cría de poliginia moderada. Presentan filas frontales de machos territoriales solitarios que tratan de retener hembras y grupos de machos marginales de diferentes edades que mantienen interacción y realizan incursiones a los criaderos (Vaz Ferreira 1980).

Ponce de León & Pin (obs. pers.) determinaron para áreas de cría (verano 2001) estructuras reproductivas de macho-hembra con proporciones variables según el lugar geográfico estudiado. Estas fueron: 1:1 a 1:2 en la Isla de Lobos e Islote de Lobos; y 1:2 a 1:3 en el grupo de islas de Cabo Polonio (Islas del Marco, Encantada y Rasa). Las proporciones dependerían del momento del ciclo reproductivo, de la topografía del terreno, de la temperatura ambiental y de factores intrínsecos etológicos que producen diferente interacción entre ejemplares de la misma especie. Existen factores extrínsecos a la población que alterarían las proporciones naturales, como sería el espantamiento por la presencia humana que eventualmente puede ocasionar estampidas (Vaz Ferreira & Palerm 1961; Vaz Ferreira & Sierra de Soriano 1962).

#### Estación y estructura reproductiva

Los machos adultos arriban a las islas hacia fines de noviembre, luego de pasar varios meses en el mar y durante diciembre forman las estructuras reproductoras. A medida que avanza el verano los machos toman posiciones estratégicas en determinados lugares muy próximos a la costa. La mayoría de las cópulas ocurre entre mediados de diciembre y mediados de febrero de cada año en toda su área de distribución poblacional (Vaz Ferreira 1982a; King 1983; Campagna 1985; Campagna & Le Boeuf 1988; Riedman 1990; Cappozzo 1991; Cappozzo *et al.* 1991). Hacia fines de febrero, los grupos reproductores comienzan a desintegrarse.

Durante el período reproductor, esta especie forma grupos sociales compactos compuestos por machos que disputan territorios, cada uno de los cuales se rodea de una o varias hembras. La espera de las hembras suele ser larga y ocurren combates entre machos, que generalmente finalizan con la huida del ejemplar más débil o más joven. En esta etapa, muchos ejemplares resultan lesionados por las mordeduras recibidas (Vaz Ferreira 1979a; 1982b; Campagna 1984). Los grupos reproductores suelen estar rodeados por machos periféricos que no copulan, los cuales pueden interferir en la formación de dichas estructuras. Los machos no activos, llamados "holgazanes", pueden ser más viejos o también jóvenes pero desplazados por otros más fuertes luego de ocurridos los enfrentamientos. Estos ejemplares se encuentran generalmente rodeando las áreas reproductoras, agrupados en lugares donde no existen hembras activas, conocidas como áreas de "solteros" (Vaz Ferreira 1950; 1980; Vaz Ferreira & Ponce de León 1985).

Algunos machos subadultos atacan las estructuras reproductoras en forma solitaria o en grupos, intentando el rapto de una o más hembras para copularlas (Bianco *et al.* 1987). También se han observado "pelucones" que raptan un cachorro de su misma especie y lo trasladan fuera del área reproductora (Vaz Ferreira & Sierra de Soriano 1962). Los autores poseen registros en Isla de Lobos de pequeñas crías raptadas que pueden ser posteriormente mordidas, lanzadas al aire, revoleadas y a veces sometidas a inmersiones forzadas. Durante estas últimas, el macho raptor prende fuertemente al cachorro por el cuello, incursiona en el mar, lo sumerge y emerge varias veces, habiéndose también registrado la muerte por la asfixia. En algunas oportunidades, el macho adulto de su misma especie suele intervenir en este tipo de actos, enfrenta al raptor y libera al cachorro aprovechando su distracción o entrando en lucha con el mismo.

Durante la estación reproductora de *O. flavescens* en islas próximas a Cabo Polonio y en la Isla de Lobos, Miller *et al.* (1996) describen un comportamiento sexual interespecífico agresivo de machos adultos de leones marinos que raptan hembras adultas de lobos finos, forzándolas a la cópula y finalizando en la mayoría de las veces con la muerte de las mismas.

#### **Madurez sexual y determinación de edad**

Los machos de los leones marinos ingresarían al plantel reproductor entre los 5 y 7 años de edad, mientras que las hembras lo harían entre los 2 y 4 años (Vaz Ferreira 1980). De acuerdo con registros de edad de ejemplares en cautiverio (Zoológico Villa Dolores de Uruguay y Museo Oceanográfico de Rio Grande, Brasil) y con estudios de corte de dientes caninos y lectura e interpretación de anillos, los leones marinos alcanzan edades de entre 18 y 20 años (Crespo 1988; Rosas 1989), aunque se cree que pueden llegar a vivir algunos años más.

Para una muestra de leones marinos encontrados muertos en Río Grande (Brasil) se determinaron por lecturas de caninos, edades máximas para machos y hem-

bras de 16 y 14 años respectivamente (Rosas *et al.* 1993). Asimismo, se determinó que la mayoría de dichos ejemplares alcanzó su longitud máxima a los 8 años de edad.

#### **Gestación y parto**

La duración de la gestación es prácticamente de un año. Las hembras grávidas llegan a las islas atlánticas uruguayas y se establecen entre fines de diciembre y principios de enero. El máximo de nacimientos de cachorros en Uruguay ocurre entre el 15 y 30 de enero y el período reproductor finaliza hacia fines de febrero. Al cabo de seis a ocho días de producido el parto, la hembra se encuentra receptiva para ser fertilizada (Vaz Ferreira 1950; Campagna & Le Boeuf 1988). Las disputas de los machos por la posesión de hembras con fines de cópula comienzan a tornarse cada vez más violentas. Campagna (1985) sostiene que entre 70 y 80% de los nacimientos en la lobería de Punta Norte (Argentina), ocurre entre el 10 y 25 de enero. Asimismo, registró que la máxima presencia de machos y hembras reproductores y de cópulas ocurrieron durante la tercer semana de enero, teniendo cada macho entre una y diez hembras.

#### **Lactancia y destete del cachorro**

De acuerdo con King (1983), el período de lactancia de los cachorros es relativamente largo en comparación con el de otras especies de mamíferos, siendo normal que la mayoría aún se amamante hasta los 10 meses de vida. En algunos casos, se ha registrado en Isla de Lobos la observación de hembras que dan de mamar hasta el momento de un nuevo parto (diciembre-enero). No se ha registrado la asistencia simultánea de cachorros hermanos, siendo el cachorro más viejo forzosamente rechazado por su madre. La leche es el único alimento de los pequeños durante su primer año de vida. Es altamente nutritiva y llega a presentar hasta alrededor de 40% de grasas en su constitución en el momento del destete. Los cachorros no tienen regímenes mixtos de alimentación y recién a partir del año de vida comienzan a alimentarse de presas sólidas al igual que los adultos.

#### **Alimentación y comportamiento alimentario**

Los desplazamientos en la costa del Océano Atlántico y en todo el Río de la Plata se encontrarían directamente relacionados con la disposición de alimento, siendo frecuente su avistamiento a 100 millas náuticas de las islas donde se reproducen. Asimismo, la intensidad, el poder de captura y el esfuerzo pesquero tienen alta incidencia tanto en la concentración como en la dispersión de ejemplares del león marino. Es frecuente que esta especie ocasione disturbios y problemas a aquellos pescadores costeros artesanales, ya que ambos llegan a competir por las mismas especies presas. El león marino sigue y acecha los barcos pesqueros, captura y come presas de sus artes de pesca provocando una activa interacción, que se resume en el deterioro y rotura de artes de pesca (redes, trasmallos, palangres, espineles), en la pérdida de presas que ya habían sido capturadas por el arte, las cuales son

“robadas” por el lobo común y en el ahuyentamiento de otras especies presa. Este comportamiento provoca que el león marino sea totalmente rechazado por los pescadores, quienes realizan activas persecuciones, que suelen estar acompañadas por la utilización de diferentes armas como cabos, sogas y precintos plásticos de ahorque, palos o garrotes e inclusive armas blancas y de fuego (Pinedo 1986; Rosas 1989; Ponce de León & Pin obs. pers.). Sin embargo, no existen pruebas fundamentadas que permitan afirmar que los leones marinos sean los responsables directos de la reducción de capturas de los pescadores artesanales (Lezama & Szteren 2003; Páez & Norbis 2003; ver Szteren & Lezama en este volumen).

El león marino se alimenta con una estrategia de forma oportunista pero con una activa selección por calidad y tamaño de la presa (Pin obs. pers.). Los autores han registrado que muy frecuentemente se alimenta de peces que se escapan de redes de barcos comerciales en faena y que si bien mantienen distancias precautorias no parecen temerosos de la presencia humana ni desechan la ingestión de aquellas especies preferidas descartadas por la borda.

Los autores realizaron estudios de restos contenidos en estómagos y materia fecal colectados en Isla de Lobos y en Isla Rasa, así también disponen de observaciones directas en áreas de alimentación. La dieta básica del león marino se encuentra constituida por diferentes variedades de peces, crustáceos y moluscos cefalópodos. Varias especies de peces óseos como corvina (*M. furnieri*), pescadilla de calada (*C. guatucupa*), congrio (*Conger orbignyanus*), brótola (*U. brasiliensis*), palometa (*Parona signata*), jurel (*Trachurus lathami*), pez sable (*T. lepturus*) y dos especies de anchoitas (*A. marinii* y *E. anchoita*) han sido determinados como presas de este mamífero (Vaz Ferreira 1981; Pinedo & Barros 1983; Naya *et al.* 2000). También se alimenta de peces cartilaginosos, aunque los restos que identificarían a estas especies no aparecen en sus estómagos o fecas. La ingesta de estos peces es sabida por la observación directa de leones marinos alimentándose en los palangres o redes y por aparecer restos de ejemplares de tiburones gatuzos (*Mustelus spp.*) y de tiburones trompa de cristal (*Galeorhinus galeus*) retenidos en redes de pesca con sus vientres mordidos y succionados (Ponce de León & Pin, obs. pers.). En Argentina, también preda sobre merluza (*M. hubbsi*), jurel (*Trachurus picturatus*) y calamar (*I. argentinus*) (Baldas 1985).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Se consideran las siguientes investigaciones con el fin de contribuir con la determinación de pautas para lograr el manejo sustentable de las poblaciones naturales:

- a) Identificación y cuantificación de las estructuras reproductoras espacio-temporales en todas las áreas de reproducción y de cría de *A. australis* y de *O. flavescens*;
- b) Conocimiento de la ecología trófica de las distintas clases de edad según sexo de ambas poblaciones, en

relación con las especies presa y que actualmente sufren importantes variaciones de distribución y biomasa por causa de la explotación pesquera; y

- c) Estudio de la interacción de ambas poblaciones de otáridos con los pescadores artesanales costeros, fundamentalmente en lo referente a la competencia entre ambos por la captura de las mismas especies.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Actualmente todas las islas de la costa atlántica uruguaya en las cuales reproducen y crían los lobos finos y los leones marinos se encuentran legalmente incluidas en el Parque Nacional de Islas Costeras de Uruguay. Se han realizado algunos inventarios de fauna y flora, así como de los valores históricos y de patrimonio de dichas islas, aunque en la práctica aún no se han finalizado los correspondientes Planes de Manejo y por lo tanto no existe un correcto aprovechamiento ni de dichas áreas ni de los recursos allí existentes.

Este marco conceptual y legal permitiría el manejo global de las zonas reproductivas de ambas especies de lobos dentro del territorio uruguayo. Para lograr este objetivo se deberían considerar las siguientes recomendaciones:

- a) Conservación de la biodiversidad y del ambiente natural de las islas de la costa uruguaya donde se establecen estacionalmente los grupos de ejemplares reproductores así como la preservación concreta de todas las áreas reproductivas y de cría de ambas especies de otáridos;

- b) Planificación y control de la posible explotación turística de las islas costeras: limitación en tiempo, espacio y condiciones de las visitas guiadas en forma tal de evitar los disturbios en las áreas de reproducción, cría y alimentación de cachorros;

- c) Disminución y eventualmente eliminación de la matanza “por goteo” de leones marinos realizada en forma habitual por algunos pescadores costeros, que atribuyen a los mismos la culpa de la mala pesca y de la destrucción de sus artes de captura. En este aspecto se considera de vital importancia la información biológica brindada sobre las especies, concientización sobre el problema y elaboración de criterios conservacionistas por parte de la comunidad de pescadores relacionados con este fenómeno, hasta ahora casi “invisible” para toda forma de administración;

- d) Vigilancia, control y eliminación de la caza furtiva de ejemplares machos adultos principalmente de lobos finos en la Isla del Marco (Rocha), para la extracción y comercialización ilegal de sus genitales; y

- e) Control y limitación de la cantidad anual de leones marinos vivos que se comercializan hacia acuarios, reservas y parques zoológicos, pues dicha extracción también constituye una fuente de disminución de la población natural.

## REFERENCIAS

- Baldas MI** 1985 Estudio sobre la alimentación y población del lobo marino, *Otaria flavescens*, del área marplatense. Informe Técnico (1), CONICET, Buenos Aires, 89 pp
- Batallés M Pin O & M Lima** 1990 Estudio del crecimiento del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en Isla de Lobos, Uruguay. Frente Marítimo 7 (Sec. A):69-73. Montevideo
- Batallés M Lima M Malek A & A Ponce de León** 1985 Estudio sobre porcentajes de preñez en el lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) para 1985 en Uruguay. Industria Lobera y Pesquera del Estado, Contribuciones Científicas 1(2):11-20. Montevideo
- Bianco J Ponce de León A & R Vaz Ferreira** 1987 Relaciones entre machos y cachorros de *Otaria flavescens* (Shaw, 1800), león marino Sudamericano en el Uruguay. (Pinnipedia, Otariidae). Pp. 24-27 In: Anais da Segunda Reuniao de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Acuáticos da América do Sul (Rio de Janeiro, 4-8 de agosto de 1986), Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Brasil. 119 pp
- Campagna C** 1984 Observaciones sobre el comportamiento agresivo intraespecífico del lobo marino del sur, *Otaria flavescens*. Descripción de algunos patrones y su comparación con los de las otras especies de la subfamilia Otariinae. Revista del Museo de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Zoológica) 13(23):225-233
- Campagna C** 1985 The breeding cycle of the southern sea lion, *Otaria byronia*. Marine Mammal Science 1(3):210-218
- Campagna C & B Le Boeuf** 1988 Reproductive behaviour of southern sea lions. Behaviour 104(3-4):233-261
- Capozzo HL** 1991 Lobo marino peletero sudamericano *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783). Pp 171-174. In: Capozzo & Junín (eds) Estado de conservación de los mamíferos marinos del Atlántico Sudoccidental. Informes y estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA (138):250 pp
- Capozzo HL & CW Rosas** 1991 León marino sudamericano *Otaria flavescens* (Shaw, 1800). Pp 166-170 In: Capozzo & Junín (eds) Estado de conservación de los mamíferos marinos del Atlántico Sudoccidental. Informes y estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA (138):250 pp
- Capozzo HL Campagna C & J Montserrat** 1991 Sexual dimorphism in newborn southern sea lions. Marine Mammal Science (7)4: 91-113
- Capozzo HL Bernabeu RO & EA Crespo** 1994 Discriminación de stocks de *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis* en Uruguay y Argentina. Sub Proyecto 1. Pp 1-9 In: Problemas de conservación y manejo de los mamíferos marinos del Atlántico Sudoccidental en Uruguay y Argentina: un proyecto conjunto de investigación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Proyecto Binacional Argentina-Uruguay. Informe Final sobre los trabajos realizados durante 1992-1993.
- Crespo EA** 1988 Dinámica poblacional del lobo marino de un pelo, *Otaria flavescens* (Shaw, 1800), en el norte del litoral patagónico. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires). 286 pp (Inédita)
- Jefferson TA Leatherwood S & MA Webber** 1993 FAO species identification guide. Marine mammals of the world. United Nations Environment Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 320 pp. 587 figs.
- King JE** 1983 Seals of the World (2nd edition). British Museum (Natural History) & Cornell University Press, Ithaca. 240 pp
- Lezama C & D Szeren** 2003 Interacción entre el león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) y la flota pesquera artesanal de Piriápolis, Uruguay. II as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina. Escuela Naval. (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003). Resúmenes:48
- Miller EH Ponce de León A & RL De Long** 1996 Violent interspecific sexual behavior by male sea lions (Otariidae): evolutionary and phylogenetic implications. Marine Mammal Science 12(3):468-476
- Naya DE Arim M & R Vargas** 2002 Diet of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in Isla de Lobos, Uruguay. Marine Mammal Science 18(3):734-745
- Naya DE Vargas R & M Arim** 2000 Análisis preliminar de la dieta del león marino del sur (*Otaria flavescens*) en Isla de Lobos, Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 12 (Segunda Época):14-21
- Páez E** 2005 ¿Yo...? Otaria. ¿Y Usted...?. III Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina. Escuela Naval, (Montevideo, 14-17 de setiembre de 2005) Resúmenes: 28
- Páez E & W Norbis** 2003 Magnitud del efecto del predador *Otaria flavescens* sobre las capturas de una pesquería artesanal. II as Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina. Escuela Naval. (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003) Resúmenes:29
- Pin O Ponce de León A & M Arim** 1996 Identificación de categorías alimentarias en contenido estomacal y fecas del lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* en Isla de Lobos, Uruguay. VIIa Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 1er Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Viña del Mar, 22-25 de octubre de 1996). Resúmenes:95
- Pinedo MC** 1986 Mortalidad de *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops geophyreu*s, *Otaria flavescens* e *Arctocephalus australis* na costa do Rio Grande do Sul, Brasil, 1976-1983. Pp 187-199 In: Actas de la Primera Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Buenos Aires, 25-29 de junio de 1984)
- Pinedo MC & N Barros** 1983. Análises dos conteúdos estomacais do leão marinho *Otaria flavescens* e do lobo marinho *Arctocephalus australis* na costa do Rio Grande do Sul, Brasil. 25 pp. En: Resúmenes del VIII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, Montevideo
- Ponce de León A** 1983 Aspectos de la reproducción, crecimiento uterino y desarrollo postnatal del lobo fino sudamericano, *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783), en islas de la República Oriental del Uruguay. Tesis para la Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 93 pp. (Inédita)
- Ponce de León A** 1984 Lactancia y composición cuantitativa de la leche del lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783). Industria Lobera y Pesquera del Estado, Anales 1(3):43-58. Montevideo
- Ponce de León A** 2000 Taxonomía, sistemática y sinopsis de la biología y ecología de los pinnípedos de Uruguay. Pp 9-36 In: Rey & Amestoy (eds) Sinopsis de la biología y ecología de las poblaciones de lobos finos y leones marinos de Uruguay. Pautas para su manejo y Administración. Parte I. Biología de las especies. Proyecto URU/92/003. Instituto Nacional de Pesca-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 117 pp.
- Ponce de León A & E Páez** 1996 Análisis del buceo en hembras del lobo fino sudamericano *Arctocephalus australis* en aguas uruguayas. VIIa Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 1er Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Viña del Mar, 22-25 de octubre de 1996). Resúmenes:112



- Ponce de León A Malek A & O Pin** 1988 Resultados preliminares del estudio de la alimentación del lobo fino sudamericano, *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783). Pinnipedia, Otariidae, para 1987-1988. Resúmenes, IIIa Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Montevideo, 26-30 de julio de 1988)
- Ponce de León A Pin O & M Arim** 2000 Identificación de presas en contenido estomacal y fecas de ejemplares de lobo fino *Arctocephalus australis* del rebaño de Isla de Lobos, Uruguay. Pág. 37-51. En: Rey & Amestoy (eds) Sinopsis de la biología y ecología de las poblaciones de lobos finos y leones marinos de Uruguay. Pautas para su manejo y Administración. Parte I. Biología de las especies. Proyecto URU/92/003. Instituto Nacional de Pesca-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 117 pp
- Riedman M** 1990 The Pinnipeds: Seals, Sea Lions and Walruses. University of California Press, Ltd., Berkeley & Los Angeles, USA & Oxford University Press, England. 439 pp
- Rosas FCW** 1989 Aspectos da dinâmica populacional e interações com a pesca, do leão marinho do sul, *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) (Pinnipedia, Otariidae), no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Maestrado, Universidade de Rio Grande, Brasil. 88 pp. (Inédita)
- Rosas FCW Haimovici M & MC Pinedo** 1993 Age and growth of the South American sea lion *Otaria flavescens* (Shaw, 1800), in Southern, Brasil. Journal of Mammalogy 74(1):141-147
- Rosas FCW Pinedo MC Marmontel M & M Haimovici** 1994 Seasonal movements of the South American sea lion *Otaria flavescens*, (Shaw) off the Rio Grande do Sul coast, Brasil. Mammalia 58(1):51-59
- Smith HM** 1934 The Uruguayan fur-seal islands. Zoologica 9(6):271-294
- Vaz Ferreira R** 1950 Observaciones sobre la Isla de Lobos. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 5:145-176. Montevideo
- Vaz Ferreira R** 1952 Observaciones sobre las Islas de Torres y de Castillo Grande. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 9:237-258. Montevideo
- Vaz Ferreira R** 1956a Características generales de las islas uruguayas habitadas por lobos marinos. Servicio Oceanográfico y de Pesca. Departamento Científico y Técnico. Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (1):23 pp.
- Vaz Ferreira R** 1956b Etología terrestre de *Arctocephalus australis* (Zimmermann) (lobo fino) en las Islas Uruguayas. Servicio Oceanográfico y de Pesca. Departamento Científico y Técnico. Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (2):22 pp.
- Vaz Ferreira R** 1975b Factors affecting numbers of sea lions and fur seals on the Uruguayan islands. Rapp. P-V. Réunion du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 169:257-262
- Vaz Ferreira R** 1976a *Arctocephalus australis* (Zimmermann) South American fur seal. Scientific Consultation on Marine Mammals (Bergen, 31 August-9 September 1976). FAO-Advisory Committee on Marine Resources Research. ACMRR/MM/SC/49:1-3
- Vaz Ferreira R** 1976b *Otaria flavescens* (Shaw) South American Sea Lion. Scientific Consultation on Marine Mammals (Bergen, 31 August-9 September 1976) FAO-Advisory Committee on Marine Resources Research. ACMRR/MM/SC/48-add 1.
- Vaz Ferreira R** 1979a South American sea lion. Pp 9-12 In: Mammals in the Seas. FAO Fisheries Series 5. Volume 2. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Vaz Ferreira R** 1979b South American fur seal. Pp 34-36 In: Mammals in the Seas. FAO Fisheries Series 5. Volume 2. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Vaz Ferreira R** 1980 Aspectos eto-ecológicos, explotación y conservación de algunos otariidos. Universidad de la República. Facultad de Humanidades y Ciencias. Cátedra de Zoología. Dirección General de Extensión Universitaria. División Publicaciones y Ediciones. 20 pp
- Vaz Ferreira R** 1981 South American sea lion *Otaria flavescens* (Shaw, 1800). Pp 39-65 In: Ridgway & Harrison (eds). Handbook of Marine Mammals. Volume 1: The walrus, sea lions, fur seals and sea otter. Academic Press Inc., London. 235 pp
- Vaz Ferreira R** 1982a *Arctocephalus australis* (Zimmermann), South American Fur Seal. Pp. 497-508. In: Mammals in the Seas. FAO Fisheries Series 5, Volume 4. Small cetaceans, seals, sirenias and otters. 531 pp
- Vaz Ferreira R** 1982b *Otaria flavescens* (Shaw), South American Sea Lion. Pp 477-495 In: Mammals in the Seas. FAO Fisheries Series 5, Volume 4. Small cetaceans, seals, sirenias and otters. 531 pp
- Vaz Ferreira R & E Palerm** 1961 Efectos de los cambios meteorológicos sobre agrupaciones terrestres de Pinnípedios. Servicio Oceanográfico y de Pesca. Departamento Científico y Técnico. Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (4):17 pp
- Vaz Ferreira R & A Ponce de León** 1984 Estudios sobre *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783), lobo de dos pelos sudamericano, en Uruguay. Contribuciones del Departamento de Oceanografía (Facultad de Humanidades y Ciencias) 1(8):1-18. Montevideo
- Vaz Ferreira R & A Ponce de León** 1985 Estructura de grupos de dos especies de Otariidae. Actas de las Jornadas de Zoología de Uruguay. Pp.75-77
- Vaz Ferreira R & A Ponce de León** 1987 South American Fur Seal, *Arctocephalus australis*, in Uruguay. Pp 29-32 In: Croxall & Gentry (eds) Status, biology and ecology of fur seals. Proceedings of an International Symposium and Workshop, (Cambridge, 23-27 April 1984). NOAA Technical Report NMFS 51.
- Vaz Ferreira R & B Sierra de Soriano** 1962 Estructura de una agrupación social reproductora de *Otaria byronia* (de Blainville), representación gráfica. Servicio Oceanográfico y de Pesca. Departamento Científico y Técnico. Trabajos sobre Islas de Lobos y Lobos Marinos (3):12 pp.
- Vaz Ferreira R & B Sierra de Soriano** 1963 División funcional del hábitat terrestre y estructura de las agregaciones sociales de *Arctocephalus australis* (Zimmermann), estudio gráfico. Actas y Trabajos Primer Congreso Sudamericano de Zoología (La Plata, 12-24 de octubre de 1959) 1:175-183
- Vaz Ferreira R Vallejo S Achaval F Melgarejo A & M Meneghel** 1981a Parto y comportamiento perinatal en *Arctocephalus australis* (Zimmermann), lobo de dos pelos de Sudamérica. (Pinnipedia: Otariidae). Resúmenes y Comunicaciones de las Jornadas Ciencias Naturales 2:63-64. Montevideo
- Vaz Ferreira R Vallejo S Achaval F Melgarejo A & M Meneghel** 1981b Comportamiento de baño postnatal y otras interacciones materno-filiares en *Arctocephalus australis*, lobo de dos pelos de Sudamérica. Resúmenes y Comunicaciones Jornadas Ciencias Naturales 2: 64-65. Montevideo
- Ximénez I Batallés LM Lima M Ponce de León A & A Malek** 1984 Porcentaje de preñez en la población de *Arctocephalus australis* en Uruguay. Industria Lobera y Pesquera del Estado, Anales 1:34-42. Montevideo
- York A Lima M Ponce de León A Malek A & E Páez** 1998 First description of diving female South American fur seals in Uruguay. Abstract Volume. WMMSC, Monaco, January 1998. 153 pp

## Tuberculosis en pinnípedos (*Arctocephalus australis* y *Otaria flavescens*) de Uruguay

MIGUEL CASTRO RAMOS\*, HELENA KATZ, ANTONIO MORAÑA,  
MARÍA INÉS TISCORNIA, DIANA MORGAGES & OSCAR CASTRO

\*micastro@mgap.gub.uy



### RESUMEN

En 1986 y 1987 se diagnosticaron los primeros casos de tuberculosis en pinnípedos en Australia y Uruguay. Inicialmente se consideró que el patógeno correspondía a *Mycobacterium bovis* pero estudios recientes indicaron que es una especie distinta, propia de los pinnípedos, denominada *M. pinnipedii*. Desde el año 2001 se han realizado estudios patológicos, microbiológicos y genéticos en muestras de cadáveres frescos de lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) y león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) hallados en la costa de Uruguay. Se tomaron muestras de 21 ejemplares (N total=87) desarrollándose técnicas de aislamiento y biología molecular para caracterización de las cepas. Cinco ejemplares (dos *O. flavescens* y tres *A. australis*) presentaban lesiones granulomatosas sospechosas de tuberculosis; de un lobo fino juvenil sin lesiones se aisló una cepa. En total se aislaron seis cepas de micobacterias correspondientes al complejo *M. tuberculosis*. Los resultados estarían indicando la distribución endémica de la enfermedad en loberías uruguayas, como lo postulan para las poblaciones de lobos y leones marinos en Australia y Nueva Zelanda. Es necesario profundizar los estudios epidemiológicos para investigar la distribución de la enfermedad por especie y categoría etaria, evaluar su influencia en la declinación poblacional de *O. flavescens* así como planificar estrategias de manejo adecuadas dado el potencial zoonótico de este microorganismo.

**Palabras clave:** Otariidae, león marino, lobo marino, zoonosis, *Mycobacterium*

### INTRODUCCIÓN

El estudio de tuberculosis y micobacteriosis en diferentes especies de mamíferos acuáticos cautivos y silvestres es bastante reciente. Boever *et al.* (1976) diagnosticaron *Mycobacterium chelonae* en un manatí (*Trichechus inunguis*), mientras que en pinnípedos se han diagnosticado diversas micobacteriosis que incluyen *M. fortuitum*, *M. chelonae* y *M. smegmatis* (Lewis 1987; Bernardelli *et al.* 1990; Gutter *et al.* 1987). Trabajos realizados en colonias de pinnípedos silvestres del Hemisferio Sur comunicaron hallazgos de tuberculosis en las poblaciones de Australia (Cousins *et al.* 1993), Nueva Zelanda (Woods *et al.* 1995; Hunter *et al.* 1998), Argentina (Romano *et al.* 1995; Bernardelli *et al.* 1996) y Chile (Blank 2002).

En Uruguay existe una de las mayores colonias reproductivas de pinnípedos dentro del continente sud-

### ABSTRACT

The first cases of tuberculosis in pinnipeds were diagnosed in Australia and Uruguay in 1986 and 1987. Initially, the pathogen was thought to be *Mycobacterium bovis* but recent studies indicate it belongs to a new species, particular to pinnipeds, called *M. pinnipedii*. Since 2001 pathological, microbiological and genetic studies have been carried out in fresh carcasses samples from South American fur seal (*Arctocephalus australis*) and South American sea lion (*Otaria flavescens*) found in the Uruguayan coast. Twenty-one individuals have been sampled (N total=87). Strains were characterized by isolation and molecular biology techniques. Granulomatous lesions suggesting tuberculosis were found in five individuals (two *O. flavescens* and three *A. australis*); a strain was isolated from a juvenile fur seal that did not show any lesion. Six mycobacteria strains belonging to *M. tuberculosis* complex were isolated. Results suggest endemic distribution of tuberculosis in Uruguayan pinniped colonies, in agreement with what has been postulated for Australia and New Zealand. Further epidemiological studies should be carried out, in order to investigate the distribution of the illness according to species and age category, to evaluate its influence on the *O. flavescens* population decline and to plan management strategies in accordance with the zoonotic potential of these mycobacteria.

**Key words:** Otariidae, sea lion, fur seal, zoonosis, *Mycobacterium*

americano donde cohabitan el lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) así como de león marino sudamericano (*Otaria flavescens*). Ambas especies se encuentran distribuidas en diferentes islas e islotes de la costa atlántica donde comparten la mayoría de los asentamientos (Vaz-Ferreira & Ponce de León 1987). Hasta el año 1991 representaban una fuente de recursos económicos con la obtención de cueros, testículos y aceite. En la actualidad son un importante atractivo turístico en Isla de Lobos (Maldonado) y en Cabo Polonio (Rocha).

En junio de 1987 se realizó el primer aislamiento de *Mycobacterium* spp. de ejemplares de *O. flavescens* mantenidos en cautividad en el Zoológico Municipal de Montevideo "Villa Dolores". De 10 leones marinos estudiados, uno murió y los otros nueve fueron tuberculino-positivos aislándose un total de seis cepas. Una de las cepas aisla-

das (1073) fue inoculada en cobayos observándose a la necropsia lesiones granulomatosas en linfonodos y pulmón; al sembrarse muestras de estos órganos afectados en medio de Stonebrink se recuperó el microorganismo cumpliendo los postulados de Koch. Inicialmente se consideró que el bacilo correspondía a *M. bovis*, pero estudios posteriores confirmaron que es una especie distinta, propia de los pinnípedos y que se encuentra aparentemente en forma endémica en las loberías (Castro Ramos *et al.* 1998; Zumárraga *et al.* 1999).

En 1997 se aisló por primera vez *Mycobacterium* spp. de *A. australis* silvestre (Castro Ramos *et al.* 2001) a partir de muestras obtenidas de un ejemplar encontrado en la costa de Montevideo.

Cousins *et al.* (2003) publicaron los aislamientos y estudios moleculares de *Mycobacterium* spp. de pinnípedos de Australia (*Neophoca cinerea*, *Arctocephalus forsteri*, *Arctocephalus pusillus doriferus*), Argentina (*A. australis*, *A. tropicalis*, *O. flavescens*), Nueva Zelanda (*A. forsteri*), Reino Unido (*A. australis*) y Uruguay (*A. australis*) en estado silvestre o cautivos. Los aislamientos obtenidos en colonias de lobos y leones marinos de los diferentes continentes y los estudios filogenéticos confirmaron que el bacilo corresponde a una nueva especie dentro del complejo *M. tuberculosis*, denominada *M. pinnipedii*.

Es importante destacar el carácter zoonótico de este bacilo, el cual fue aislado de un cuidador de zoológico en contacto con lobos y leones marinos; la cepa aislada de esta persona era indistinguible de las aisladas de los pinnípedos de dicho zoológico (Cousins *et al.* 1993).

En este trabajo se presenta el estudio microbiológico, patológico y genético de muestras de *A. australis* (Aa) y *O. flavescens* (Of) obtenidas en el periodo 2001-2004. Los datos obtenidos servirán de base para realizar investigaciones epidemiológicas más profundas así como para desarrollar estrategias sanitarias de manejo racional de las colonias de pinnípedos tomando en cuenta los riesgos existentes frente a esta zoonosis.

## METODOLOGÍA

En el período septiembre de 2001 a junio de 2004 se realizaron 87 necropsias (Dierauf 1990) de ejemplares de *A. australis* (N=67) y *O. flavescens* (N=20) de diferentes categorías etarias (cachorros: Aa 86.57% y Of 10%; juveniles Aa 1.47% y Of 45%; adultos Aa 8.96% y Of 45%). Los animales fueron sexados y su edad estimada de acuerdo a su longitud corporal (Batallés *et al.* 1990). El estado corporal se estimó de acuerdo al espesor de la grasa subcutánea. La mayor parte de los animales fueron hallados muertos en playas en localidades de la costa uruguaya o provenientes de centros de rehabilitación.

Para histopatología se tomaron muestras de cuatro animales, de órganos con lesiones macroscópicas evidentes: pulmón, pleura, linfonodos mediastínicos y mesentéricos e hígado. Las muestras fueron procesadas por técnicas histológicas estándar; diferentes tejidos fueron teñidos con Hematoxilina-Eosina (H-E) y con la técnica de Ziehl-Neelsen (Z-N) (García del Moral 2002).

Para bacteriología se tomaron y analizaron muestras de 21 ejemplares incluyendo los siguientes órganos: pulmón, linfonodos mediastínicos, axilares y mesentéricos, hígado y también secreciones traqueobronquiales. Las muestras para baciloscopia y aislamiento se procesaron siguiendo los métodos descritos por Tacquet *et al.* (1967), Centro Panamericano de Zoonosis (1979), Runyon *et al.* (1980) y Office International des Epizooties (OIE) (2000). Los medios de cultivos utilizados fueron los de Lowenstein-Jensen y Stonebrink.

Para los estudios de biología molecular se amplificó por PCR la región ITS (Internal Transcribed Spacer), empleando los primers SP1 (ACC TCC TTT CTA AGG AGC ACC) y SP2 (GAT GCT CGC AAC CAC TAT CCA), propuestos por Roth *et al.* (2000), de las cepas N° 2493, 01073 y 01337, aisladas en el 2002, 1987 y 1997 respectivamente; estas dos últimas cepas se utilizaron con fines comparativos. La región amplificada, de 200 pb, se visualizó en geles de poliacrilamida, y fue secuenciada por el CTAG (Centro Técnico de Análisis Genéticos, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo). Las secuencias obtenidas fueron incluidas en un árbol filogenético realizado con el método de máxima parsimonia (MP), con secuencias obtenidas a partir del banco de datos GenBank (ncbi.nlm.nih.gov).

## RESULTADOS

### Patología e histopatología

De los 87 animales sometidos a necropsia, se encontraron lesiones macroscópicas sospechosas de tuberculosis en cinco ejemplares (Fig. 1): Aa 9/2001 (adulto), Aa 0874 (adulto), Aa 0873 (cachorro), Of 2493 (juvenil) y Of 1405 (juvenil). Las lesiones variaban de pequeños granulomas superficiales en el pulmón, cuadros algo más complicados con hidro o hemotórax hasta casos extremos que abarcaban lesiones graves en varios sistemas y órganos. Si bien la mayoría de las lesiones presentaban el aspecto clínico típico (granulomas en pulmones), otros hallazgos de necropsia eran distintos a los descritos en publicaciones anteriores.

Aa 9/2001: las lesiones abarcaban órganos del aparato respiratorio (hemorragia en tráquea y bronquios, granulomas en parénquima pulmonar, hidrotórax, bronconeumonía y pleuroneumonía crónicas), digestivo (hemorragias intestinales) y sistema inmunitario (focos de necrosis y presencia de bacilos AAR en linfonodos mediastínicos). Se encontraron lesiones típicas de tuberculosis en pulmones con presencia de numerosos nódulos blanco-amarillentos: en los cortes histológicos coloreados mediante la técnica de Ziehl-Neelsen se observaron bacilos ácido alcohol resistentes (AAR).

Aa 0874: presencia de lesiones granulomatosas superficiales en pulmón. Hemotórax.

Aa 0873: presencia de lesiones granulomatosas superficiales en pulmón.

Of 2493: las lesiones abarcaban órganos de la cavidad torácica (hemotórax, absceso y hematoma en mediastino medio, lesiones fibróticas y abscesos en zona

de grandes vasos cercana al corazón, lesiones proliferativas en pleura parietal) y aparato digestivo (hemorragias en intestino delgado).

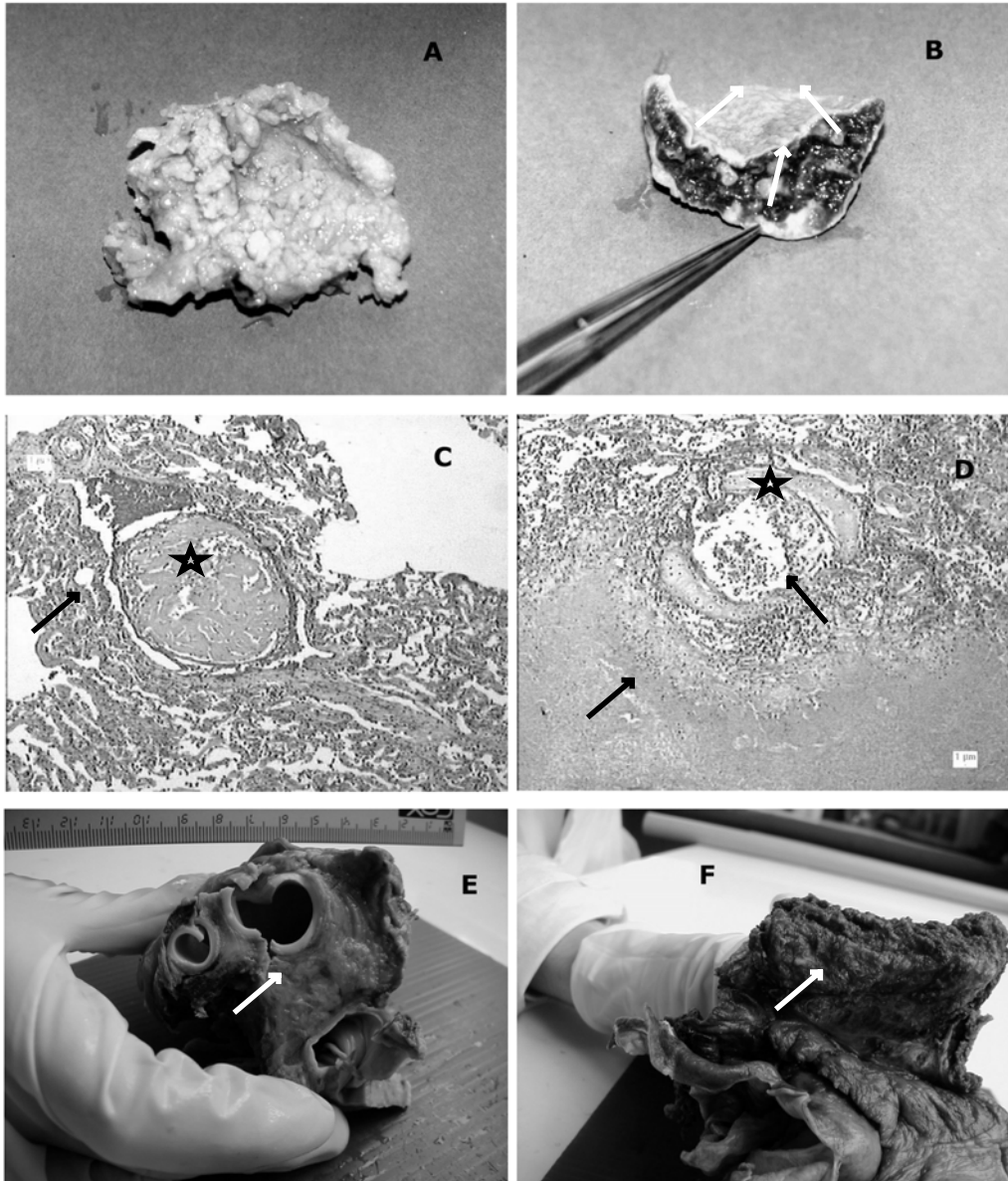
*Of* 1405: presencia de pequeños granuloma en linfonodo mediastínico.

#### Cultivo bacteriano

De los 21 animales muestreados, la baciloscopia fue positiva en cinco de ellos observándose bacilos ácido al-

cohol resistentes (AAR). En los ejemplares *Of* 2493, *Of* 1405, *Aa* 0873, *Aa* 0874 donde por Z-N se habían observado bacilos AAR, se aislaron colonias de este bacilo. En los ejemplares *Aa* 1332/3 y *Aa* 0875 sin lesiones se obtuvieron otros aislamientos. En total fueron aisladas seis cepas.

En la tabla 1 se muestran los diferentes casos de tuberculosis diagnosticados desde 1987 mediante histopatología y cultivos bacterianos.



**Figura 1.** Fotografías y microfotografías de muestras de *Aa* 9/2001 (A-D) y *Of*2493 (E-F). A) Porción de pleura parietal; se observa el aspecto engrosado y proliferativo de la pared. B) Granulomas en el parénquima pulmonar y pleura visceral con desarrollo proliferativo (flechas blancas). C) Microfotografía de un sector de pulmón que incluye un granuloma (estrella) donde se destaca el centro necrótico rodeado por infiltrado mononuclear (flecha); se observa también congestión y atelectasia en los alvéolos cercanos al nódulo (20X, Z-N). D) Microfotografía de un sector de pulmón que incluye un granuloma peribronquiolar (flecha derecha) y un bronquio donde se observa desprendimiento epitelial y exudado mononuclear en su luz (estrella); el tejido conjuntivo subcartilaginoso se encuentra infiltrado por células mononucleares que también abarcan el resto del parénquima pulmonar (flecha izquierda) (20X, Z-N). E) Porción del mediastino en la zona entre los grandes vasos cercana al corazón; se observan lesiones fibróticas y abscesos (flecha). F) Lesiones proliferativas en pleura parietal (flecha).

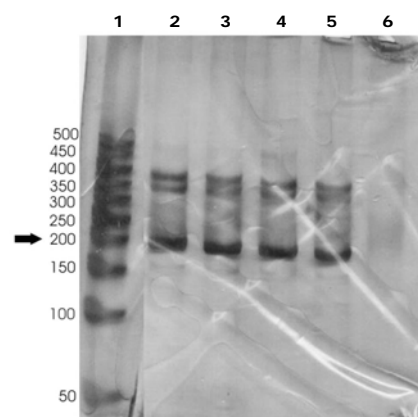
**Tabla 1.** Aislamiento de complejo *M. tuberculosis* en *A. australis* (Aa) y *O. flavescens* (Of) en Uruguay. c=cautivo; s=silvestre; M=macho; H=hembra.

Código	Año de muestreo	Especie	Sexo	Categoría etaria	Fuente	Baciloscopia	Cultivo	Patología
01716	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
01746/1	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
01807/2	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
01827/1	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
01827/2	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
1073	1987	Of	M	Adulto	c	+	+	Granul.
1337	1997	Aa	M	Juvenil	s	+	+	Granul.
9/2001	2001	Aa	M	Adulto	s	----	----	Granul.
2493	2002	Of	H	Juvenil	s	+	+	Granul.
0874	2002	Aa	M	Adulto	s	+	+	Granul.
0873	2003	Aa	H	Cachorro	s	+	+	Granul.
0875	2003	Aa	H	Cachorro	s	+	+	----
1405	2003	Of	M	Juvenil	s	+	+	Granul.
1332/3	2004	Aa	H	Cachorro	s	-	+	----

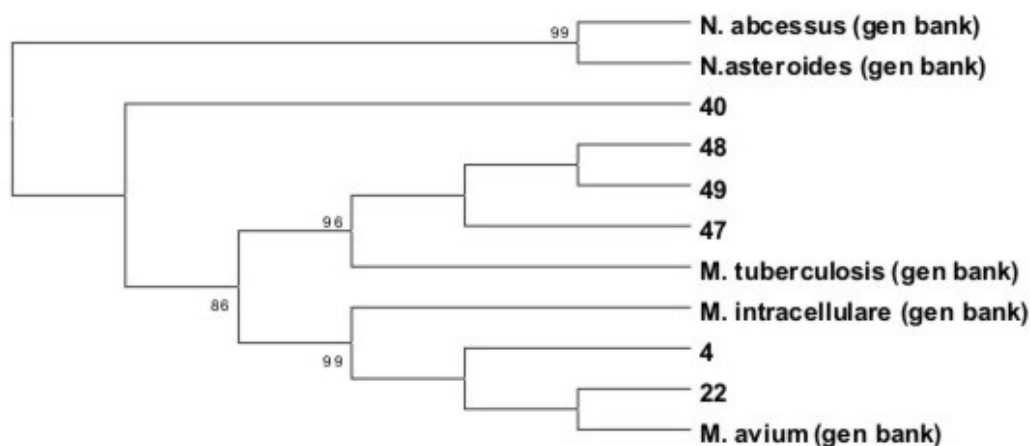
### Biología molecular

En la figura 2 se muestra la corrida en gel de poliacrilamida donde se visualiza el producto amplificado por PCR de las cepas 2493, 01073 y 01337 (47, 48 y 49 respectivamente). El control positivo corresponde a una cepa de *M. avium*.

En el árbol filogenético (Fig. 3) se visualizan las secuencias obtenidas experimentalmente de las cepas 47, 48, y 49, y además se incluyen cepas obtenidas de la misma forma de *M. avium* (22), *M. intracellulare* (4) y *M. xenopi* (40). Se utilizaron también secuencias depositadas en el GenBank correspondientes a *M. tuberculosis*, *M. avium* y *M. intracellulare*. Se observa que las secuencias 47, 48 y 49 se agrupan con la secuencia del gen bank correspondiente a *M. tuberculosis*, mientras que las secuencias de *M. avium* y *M. intracellulare* se agrupan en otra rama, tanto las obtenidas experimentalmente como las del GenBank.



**Figura 2.** Resultado de la electroforesis en gel de poliacrilamida 6%. 1- Peso Molecular, 2- Control positivo, 3- cepa 47 (2493), 4- cepa 48 (01073), 5- cepa 49 (01337) y 6- control negativo.



**Figura 3.** Árbol filogenético realizado con el método de máxima parsimonia. Bootstrap: 1000 réplicas. Grupo externo: *Nocardia asteroides* y *N. abscessus*

La micobacteria pertenece al complejo *M. tuberculosis*, de acuerdo a las pruebas bioquímicas (niacina, reducción de nitrato, catalasas a 22 °C y 68 °C, hidrólisis de Tween 80 a los 5 y 10 días, telurito de potasio al 0.2%, ureasa y pirazinamidasas) y al estudio de PCR desarrollado en una de las cepas aisladas. Este resultado es consistente con los anteriores aislamientos microbiológicos y genéticos de cepas de *Mycobacterium* spp. aisladas en otras poblaciones de pinnípedos del Hemisferio Sur que incluyen ejemplares de Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido (con ejemplares de *A. australis* en cautividad) y Argentina.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta es la primera comunicación de aislamientos de *Mycobacterium* spp. en *O. flavescens* silvestres en Uruguay. Las lesiones observadas en estos nuevos casos de tuberculosis mostraron características similares a las estudiadas en los *O. flavescens* del Zoológico Municipal de Montevideo en 1987 y a las referidas en otras publicaciones (Bernardelli *et al.* 1996; Castro Ramos *et al.* 1998).

Es de destacar que por primera vez se realizan aislamientos en cachorros en cuyos órganos no había lesiones granulomatosas. Este hecho evidencia la exposición temprana de los animales al bacilo tuberculoso y su asociación con el posible endemismo de la enfermedad en poblaciones silvestres como se postula en Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay (Cousins *et al.* 1993; Bernardelli *et al.* 1996; Castro Ramos *et al.* 2001; 2003a; 2003b).

Los resultados obtenidos en estos tres años de relevamiento concuerdan con los obtenidos por Cousins *et al.* (2003) en cuanto al comportamiento en cultivos y virulencia de la bacteria cuando se la inocula a animales de experimentación (cobayos).

La región utilizada para realizar el análisis genético no permite discriminar entre especies sino que la máxima discriminación alcanzada es para los dos grandes complejos dentro del género *Mycobacterium*, complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTC) y complejo *M. avium* (MAC). En base a estos resultados se puede afirmar que las secuencias estudiadas forman parte del MTC, pero con la región elegida para este estudio no se puede determinar a qué especie corresponden. En un estudio posterior, sería necesario utilizar una región más grande, como el ADN ribosomal 16S, que permita la realización de discriminaciones entre las especies del MTC.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

En Uruguay es necesario profundizar las investigaciones *in situ* sobre el estatus sanitario de estas grandes colonias de otáridos. Sería trascendente dentro del seguimiento epidemiológico confirmar mediante el diagnóstico indirecto de la prueba tuberculínica o serología, la prevalencia de la enfermedad, la distribución por especie, categoría etaria y sexo y su relación con el estatus inmunológico. También se podrá comprobar de qué ma-

nera la enfermedad afecta a los leones marinos y evaluar si realmente es uno de los factores que influyen en la continua declinación poblacional de esta especie.

### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Los datos aquí presentados podrían indicar que parte de la declinación poblacional de leones marinos (*O. flavescens*) (5% anual, E. Páez com. pers.) estaría asociada a esta enfermedad.

El aislamiento de una micobacteria en un bovino, tapir y humano, indistinguible de las aisladas de lobos marinos de Nueva Zelanda sugiere que el bacilo tiene el potencial de infectar a un amplio rango de hospederos mayor aún que *M. tuberculosis*, *M. africanum* y *M. microti* (Cousins *et al.* 2003). En Uruguay sería importante evaluar el riesgo zoonótico debido la estrecha relación de los pinnípedos con el hombre en diferentes eventos dado que: 1) ejemplares de loberías uruguayas son frecuentemente exportados vivos con destino a parques zoológicos y acuarios; 2) animales enfermos varados son tratados en centros de rehabilitación; 3) los turistas frecuentemente se acercan a pocos metros de ejemplares descansando en los asentamientos terrestres de Cabo Polonio; y 4) los pescadores artesanales, durante los eventos de pesca, frecuentemente interactúan en estrecho contacto con *O. flavescens* dado que estos siguen a las embarcaciones e incluso trepan a ellas en busca de pescado.

En suma, con los datos que se puedan obtener en el futuro se deberá encarar las medidas ecológicas-sanitarias de manejo que permitan el aprovechamiento sustentable de estas grandes colonias de otáridos.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de las diferentes personas e instituciones que ha hecho posible la realización y divulgación de nuestro trabajo. Particularmente agradecemos a los funcionarios de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA-MGAP) (Lic. A. Ponce de León, J. C. Barreiro, M. Pereira, M. Casella, F. Machado) por apoyo logístico; a los miembros de la ONG PROFAUMA (Lic. A. Le Bas, Lic. V Little y D Del Bene) por su cooperación en la obtención de las muestras; a la Prefectura Nacional Naval por el aviso de animales varados en las playas, a los Drs. F. Capano y M. Silva Paravís (Departamento de Bacteriología, División Laboratorios Veterinarios (DILAVE) "Miguel C. Rubino") por su apoyo institucional; Bach. M. Lorenzo, Lic. L. Veiga, y Dr. C Sanguinetti (Facultad de Ciencias, Universidad de la República), por el estudio de biología molecular; a los pobladores de Cabo Polonio por su tolerancia a nuestros trabajos de campo; al Dr. Alejandro Bielli (Área de Histología y Embriología, Facultad de Veterinaria) por la traducción del resumen en inglés y a Msc. E Páez (DINARA) y Dr. P. Zunino, (Instituto de Investigaciones Biológicas "Clemente Estable", Montevideo) por la lectura crítica del manuscrito.

## REFERENCIAS

- Batallés LM Pin O & M Lima** 1990 Estudio del crecimiento del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en Isla de Lobos, Uruguay. Frente Marítimo 7 (Sección A):69-73. Montevideo
- Bernardelli A Nader AJ Loureiro J Michelis H & R Debenedetti** 1990 Micobacteriosis en mamíferos y aves marinas. Revue Scientifique et Technique de l' Office International des Epizooties 9(4):1121-1129
- Bernardelli A Bastida R Loureiro J Michelis H Romano MI Cataldi A & E Costa** 1996 Tuberculosis in sea lions and fur seals from the south-western Atlantic coast. Revue Scientifique et Technique de l' Office International des Epizooties 15:985-1005
- Blank O** 2002 Algunas enfermedades que afectan a Pinnipedia Antárticos, Zoonosis de mamíferos marinos y medidas de prevención. 4to. Congreso SOLAMAC (Valdivia, 14-19 de octubre de 2002)
- Boever WI Thoen CO & JC Wallach** 1976 *Mycobacterium chelonae* infection in a natterer manatee (*Trichechus inunguis*) Journal of the American Veterinary Medical Association 169:927-929
- Castro Ramos M Ayala M Errico F & FV Silvera** 1998 Aislamiento de *Mycobacterium bovis* en pinnípedos *Otaria byronia* (Lobo marino común) en Uruguay. Revista de Medicina Veterinaria 79(3):197-200. Buenos Aires
- Castro Ramos M Leizagoyen C Alves F Cirillo F & R Zipitria** 2001 Tuberculosis en *Arctocephalus australis* (Lobo marino de dos pelos) en la costa de Uruguay, América del Sur. V Encuentro Nacional de Microbiólogos, Libro de Resúmenes:22. Montevideo
- Castro Ramos M Katz H Morgades D Ponce de León A Castro O Pastor G Le Bas A & JC Barreiro** 2003a Nuevos hallazgos de tuberculosis en *Arctocephalus australis* y *Otaria byronia* (Mammalia, Otariidae) en las costas de Uruguay, América del Sur. VI Encuentro Nacional de Microbiólogos, Libro de Resúmenes:73. Montevideo
- Castro Ramos M Katz H Moraña A Morgades D Castro O Ponce de León A Pastor G Le Bas A & C Barreiro** 2003b Hallazgos de tuberculosis en lobos marinos (*Arctocephalus australis*) y leones marinos (*Otaria byronia*) en Uruguay. IV Congreso Nacional de Veterinarios Especialistas en Pequeños Animales, II Congreso Regional de Veterinarios Especialistas en Animales Silvestres (Montevideo, 19-22 de noviembre de 2003) (modalidad póster, resumen en CD).
- Centro Panamericano de Zoonosis** 1979 Serie de Monografías Científicas y Técnicas CPZ-11 Bacteriología de la tuberculosis humana y animal. 63 pp
- Cousins DV Williams SN Reuter R Forshaw D Chadwick B Coughran D Collins P & N Gales** 1993 Tuberculosis in wild seals and characterization of the seal bacillus. Australian Veterinary Journal 70:92-97
- Cousins DV Bastida R Cataldi A Quse V Redrobe S Dow S Duignan P Murray A Dupont C Ahmed N Collins DM Ray Butler W Dawson D Rodríguez D Loureiro J Romano MI Alito A Zumárraga M & A Bernardelli** 2003 Tuberculosis in seals caused by a novel member of the *Mycobacterium tuberculosis* complex: *Mycobacterium pinnipedii* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 53:1305-1314
- Dierauf L** 1990 Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease and Rehabilitation. C.R.C. Press, 753 pp
- García del Moral R** 2002 Laboratorio de Anatomía Patológica. 1ª Edición corregida y aumentada. Editorial Interamericana-McGraw-Hill. 659 pp
- Gutter AE Wells SK & TR Spraker** 1987 Generalized mycobacteriosis in a California sea lion. Journal of Zoo Animal Medicine 18:118-120
- Hunter JE Duignan PJ Dupont C Fray L Fenwick SG & A Murray** 1998 First report of potentially zoonotic tuberculosis in fur seals in New Zealand. New Zealand Medical Journal 111:130-131
- Lewis JCM** 1987 Cutaneous mycobacteriosis in a Southern sealion. Aquatic Mammals 13(3):105-108
- Office International des Epizooties** 2000 Chapter 3.2.3. Bovine tuberculosis. Pp 267-275 Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines
- Romano MI Alito A Bigi F Fisanotti JC & A Cataldi** 1995 Genetic characterization of mycobacteria from South American wild seals. Veterinary Microbiology 47:89-98
- Roth A Reischl U Streubel A Naumann L Kroppenstadt RM Habicht M Fischer M & H Mauch** 2000 Novel diagnostic for identification of Mycobacteria using genus-specific amplification of the 16S-23S rRNA gene spacer and restriction endonucleases. Journal of Clinical Microbiology 38(3):1094-1104
- Runyon EH Karlson AG Kubica GP & LG Wayne** 1980 *Mycobacterium*. Pp 150-179 In: Lennette (ed) Manual of Clinical Microbiology (Third Edition). American Society for Microbiology, Washington DC
- Tacquet A** 1967 Techniques for decontamination pathological specimens for culturing mycobacteria. Bulletin of the International Union Against Tuberculosis 39:21-24
- Vaz-Ferreira R & A Ponce de León** 1987 South American fur seal, *Arctocephalus australis*, in Uruguay. Pp 29-32 In: Croxall & Gentry (eds) Status, biology and ecology of fur seals. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Technical Report National Marine Fisheries Service (NMFS) (51)
- Woods R Cousins DV Kirkwood R & Obendorf DL** 1995 Tuberculosis in a wild Australian fur seal (*Arctocephalus pusillus doriferus*) from Tasmania. Journal of Wildlife Diseases 31:83-86
- Zumárraga MJ Bernardelli A Bastida R Quse V Loureiro J Cataldi A Bigi F Alito A Castro Ramos M Samper S Otal I Martin C & MI Romano** 1999 Molecular characterization of mycobacteria isolated from seals. Microbiology 145:2519-2526

## Interacciones entre lobos marinos y pesca artesanal en la costa de Uruguay

DIANA SZTEREN\* & CECILIA LEZAMA

\*dszteren2002@yahoo.com



### RESUMEN

El conflicto entre mamíferos marinos y pesquerías es un problema mundial. En Uruguay el león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) se alimenta en áreas costeras interactuando con la pesca artesanal. Los pescadores consideran que los daños ocasionados por leones marinos constituyen una restricción a su actividad. Este artículo resume investigaciones que comenzaron en 1997/1998 en cuatro puertos (Buceo, Montevideo; Piriápolis, Maldonado; La Paloma y Cabo Polonio, Rocha) y continuaron en 2001, 2002 y 2004 en Piriápolis debido a que allí se encontró el mayor porcentaje de perjuicios. Se evaluó el impacto producido por la predación de leones marinos sobre capturas de la pesca artesanal y si éste difiere entre localidades y ha cambiado en el tiempo. Las CPUE no difirieron significativamente en presencia o ausencia de interacciones, ni entre años, ni entre los artes de pesca utilizados. Solamente en Piriápolis durante 1997, la CPUE fue mayor en ausencia de interacciones con redes de enmalle. La magnitud de la depredación fue escasa. Los resultados obtenidos no mostraron un patrón claro que sugiriera que la frecuencia de daños haya aumentado o disminuido con el tiempo. En conclusión, no es posible afirmar que los leones marinos sean los responsables de las reducidas capturas e ingresos de los pescadores artesanales, principalmente debido a su gran variabilidad. El manejo del problema requerirá que se consideren aspectos de la población del león marino adoptando un enfoque ecosistémico, así como aspectos socioeconómicos de la actividad pesquera.

**Palabras clave:** león marino sudamericano, evaluación de daños, predación, red de enmalle, palangre

### ABSTRACT

Conflicts between marine mammals and fisheries are a worldwide problem. In Uruguay, southern sea lions (*Otaria flavescens*) feed in coastal areas interacting with artisanal fisheries, where fishers consider damages caused by sea lions as an important restriction to their landings. This article summarizes research initiated in 1997/1998 at four ports (Buceo, Montevideo; Piriápolis, Maldonado; La Paloma and Cabo Polonio, Rocha) and continued at Piriápolis in 2001, 2002 and 2004, because it was where the highest percentage of predation was found. We evaluated the impact of sea lion predation on artisanal fisheries catches and if it differs among locations and has changed over time. CPUEs did not differ significantly in the presence or absence of interactions, between years or both fishing gear utilized. Only in Piriápolis in 1997 and when using gillnets, the CPUE were lower in absence of interaction. Moreover, the magnitude of predation was low. The results during the four years did not show a clear pattern suggesting that interactions had increased or declined over time. In conclusion, it cannot be asserted that southern sea lions are the single cause for the fishers' low landings and economic incomes, mainly due to their great variability. Management of this problem will require considering sea lion population variables based on an ecosystem approach, as well as socioeconomic features of the fishery's activity.

**Key words:** South American sea lion, damage evaluation, predation, gillnet, longline

### INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías constituyen un problema que ocurre a nivel mundial cuando actividades pesqueras coinciden espacialmente con asentamientos o áreas de alimentación de estos animales. En el caso de los pinnípedos, esto se debe a que muchas especies se distribuyen en áreas costeras y se alimentan de recursos costeros (Harwood 1987). En mayor o menor medida ocurren conflictos que afectan tanto la conservación de estas especies como el desarrollo de la actividad pesquera (Northridge 1985; Wickens 1995).

Las interacciones se agrupan en dos grandes tipos: operacionales y biológicas. Las interacciones operacionales

ocurren durante las actividades pesqueras y provocan un daño para la pesquería debido a las pérdidas y daños a las capturas y artes. Dependen del tipo de arte de pesca que se utilice, de la ecología y comportamiento del mamífero marino y de las especies de peces que se capturen (Northridge 1985). Las interacciones biológicas se ocurren por el uso del mismo recurso por ambas partes, resultando en una competencia potencial (Lavigne 2003). En este sentido, las interacciones son conflictivas debido a la creencia que la predación de los mamíferos marinos tiene efectos significativos sobre poblaciones de presas que también son consumidas por el hombre. Por otra parte, la sobrepesca podría estar limitando el tamaño de



algunas poblaciones de mamíferos marinos (Goldsworthy *et al.* 2003), contribuyendo a su declinación o dificultando su recuperación (e.g. león marino de Steller y la foca monje de Hawaiki) (Lavigne 2003).

Aparentemente, muchas especies de pinnípedos han desarrollado la capacidad de reconocer las embarcaciones pesqueras o tal vez los sonidos de los motores, que actúan como un llamador (Bonner 1982). De éste modo obtendrían el alimento rápidamente, en vez de localizar fuentes de alimento independientemente, lo que les significaría un mayor gasto energético. En los últimos años, el crecimiento de las pesquerías costeras a nivel mundial y el mayor uso de las modalidades de pesca pasiva, como los artes de pesca estáticos, han provocado el incremento de los conflictos con pinnípedos (Harwood 1987).

En Uruguay, el león marino sudamericano o lobo de un pelo (*Otaria flavescens*) se alimenta principalmente de peces a distancias menores de 5 millas náuticas (mn) de la costa (Vaz-Ferreira 1976). Presenta una dieta de amplio espectro y comportamiento oportunista (Naya *et al.* 2002). En 1995-1996 existían alrededor de 12000 individuos, y la población declinaba entre 5 y 6% anualmente (Páez 1996). Esta especie sería la principal causa de daños a los artes de pesca, en particular a redes de enmalle costeras (Vaz-Ferreira 1976). Los pescadores artesanales de la costa uruguaya consideran los daños sobre las artes de pesca y las capturas un problema de particular importancia. En muchos puertos la predación provocada por los leones marinos constituye una restricción a la actividad pesquera (Crossa *et al.* 1991).

Se han realizado pocos estudios sobre las interacciones entre el león marino sudamericano y pesquerías en Sudamérica, considerando todos los países donde se distribuye esta especie (Perú, Chile, Argentina, Uruguay y Brasil). En el puerto peruano de San Juan de Marcona, 71% de las faenas de pesca evaluadas tuvieron conflictos con lobos marinos, los cuales causaron daños a 17.2% de las capturas (Arias 1993). En Puerto de Huacho, Arias (1996) registró interacciones en 46% de las salidas. Los daños a las capturas variaron entre 52% (pesquería de corvina) y 0.5% (pesquería de *Paralanchurus peruanus*, "coco").

En Chile, Oporto *et al.* (1991) identificaron tres áreas problemáticas: entre 39° S y 42° S (la pesquería de sciénidos), desde 41° S a 40° S (criaderos de salmón) y en el extremo S (las pesquerías de cangrejo rey y falso cangrejo rey). En la IV Región, Rodríguez & Stotz (2002) registraron que el porcentaje de encuentro con leones marinos fue de 59%. Los ingresos con o sin leones marinos no variaron con redes, aunque sí se encontró una disminución en presencia de estos animales, con espineles. En el N, Araya *et al.* (1987) mencionaron que el consumo anual de las loberías sería 5% del total de peces capturados por la pesca artesanal. George-Nascimento *et al.* (1985) afirmaron que los leones marinos consumirían 25% de los peces que anualmente captura la flota pesquera total de Chile.

En Brasil, las interacciones más intensas ocurrieron cuando se usaron redes de enmalle en zonas costeras cercanas a las áreas de cría de leones marinos (Carvalho *et al.* 1996). En Rio Grande do Sul se reportaron interacciones en 25% de las operaciones pesqueras, ya sea enmalle de leones marinos o daños a las capturas (Ott *et al.* 1996). Soto *et al.* (2000) encontraron que la pesca con redes de enmalle de fondo se asoció con la presencia de animales durante las actividades pesqueras, peces mordidos en el vientre y daños en las redes.

En Argentina se ha trabajado en las interacciones con pesca artesanal en Provincia de Buenos Aires (Cabo San Antonio y Puerto de Quequén). En el primero, Fazio *et al.* (2000) encontraron que 32% de las redes observadas presentaron ataques de leones marinos. La pérdida de biomasa capturada por los ataques de lobos marinos fue estimada en 9% de la captura total. En la segunda localidad se reporta la presencia de leones marinos en 7% de los lances observados (Suárez *et al.* 2000). En la costa de Patagonia (Crespo *et al.* 1997), la dieta del león marino sudamericano se solapa con las pesquerías industriales, donde la merluza (*Merluccius hubbsi*) es el blanco más importante para ambos.

Las pesquerías artesanales en Uruguay emplean artes de pesca simples y dependen básicamente del trabajo manual (Crossa *et al.* 1991). Las capturas pesqueras y el esfuerzo varían ampliamente, ya que la pesca artesanal es muy dependiente de las condiciones climáticas y de la disponibilidad de los recursos (Altez *et al.* 1988). Además, existe una alternancia de períodos de alta y escasa actividad en las flotas debido a la disponibilidad de presas. Las grandes limitaciones económicas que sufre esta actividad comercial se deben a factores sociales asociados con la capacidad pesquera y factores operativos (Crossa *et al.* 1991).

En áreas costeras de Uruguay, las artes de pesca que se utilizan son las redes de enmalle y los palangres. Ambas por lo general se calan en el fondo de la columna de agua. Estos artes son de tipo pasivo. Las redes de enmalle miden entre 50 y 100 m de largo y entre 2 y 4 m de alto, llevan lastres en los dos extremos y pequeños flotadores en la parte superior para mantener la red abierta. Los tamaños de malla más usados son entre 10 y 12 cm para la captura de "pescado blanco" (principalmente corvina, *Micropogonias furnieri*, pescadilla de calada, *Cynoscion guatucupa*, pescadilla de red, *Macrondon ancylodon* entre otros peces de la familia Sciaenidae). Se trabaja al amanecer y de mañana, dejando las redes entre 2 y 4 h de reposo. Los palangres consisten en una línea principal de 100 m de largo, del cual penden 100 líneas secundarias que terminan en un anzuelo encarnado. Se calan al atardecer o de madrugada y se levantan entre 12 y 20 h después. Las especies objetivo son principalmente brótola (*Urophycis brasiliensis*) y gatuso (*Mustelus schmitti*).

El objetivo de las investigaciones que se describen a continuación fue evaluar el impacto producido por la predación de leones marinos a la actividad pesquera

artesanal. Además, se determinó si la intensidad de los perjuicios varía con el tiempo y si difiere entre las localidades de estudio para dos artes de pesca. Este tipo de estudios representa una herramienta para la toma de decisiones dirigidas a la conservación de los leones marinos y a la optimización de las pesquerías artesanales.

## METODOLOGÍA

En Uruguay el estudio de las interacciones entre lobos marinos y actividades pesqueras fue abordado por primera vez en 1997 (Szteren 1999; Szteren & Páez 2002), no existiendo ninguna evaluación previa cualitativa o cuantitativa de las interacciones biológicas u operacionales. Las referencias previas se limitaban a experiencias anecdóticas o reclamos de los pescadores sobre los supuestos daños causados por los lobos marinos a sus capturas y artes de pesca. El problema del enmalle de leones marinos en redes pesqueras aún no se ha estudiado, a diferencia del caso de la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) (e.g. Praderi 2000).

La mencionada primera investigación se enfocó en las interacciones operacionales causadas por la predación de los leones marinos a las capturas pesqueras. Se cuantificó el daño en cuatro localidades: Puerto del Buceo (Montevideo), Piriápolis (Maldonado), La Paloma y Cabo Polonio (Rocha) (Fig. 1), durante ocho meses de muestreo (julio 1997 a febrero de 1998). El trabajo abarcó 48 embarques (12 en cada localidad), a bordo de barcas de pesca artesanal durante salidas rutinarias de pesca. Esto totalizó 53 "eventos de pesca", i.e. la captura diaria con un arte de pesca dado: esto incluye un número variable de redes o palangres que son dispuestos en vagas de tres a cinco artes calados de forma continua (Szteren 1999).

En estos embarques se realizaron observaciones directas, registrándose las características de la pesca (arte utilizado, tamaño y número, horas de calado), así como la interacción (número de leones marinos, sexo y clase de

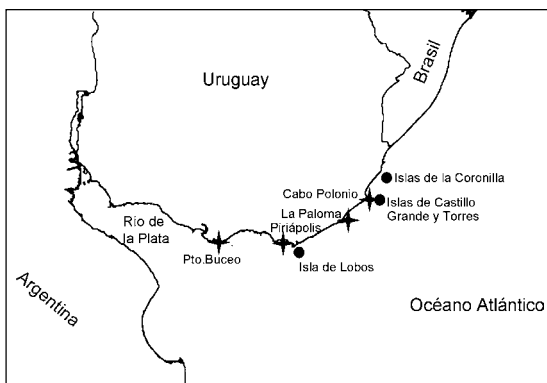
edad), momento de avistaje (calado, reposo o levante del arte), número y especie de peces ingeridos, captura por especie, número de peces mordidos o dañados y daños en los artes de pesca. Es importante destacar que no se tomó en cuenta la percepción de los pescadores, referente a la interacción de los leones marinos, por considerarse una visión sesgada por ser los principales perjudicados. En este contexto, solo la observación a bordo realizada por los investigadores provee de datos confiables.

Piriápolis tuvo los mayores niveles de interacción, por lo que fue seleccionado para continuar la investigación. Las siguientes etapas se realizaron de agosto a diciembre de 2001, de octubre de 2002 a enero del 2003 y de julio a noviembre de 2004. En la segunda etapa se realizaron 10 embarques, totalizando 15 eventos de pesca (Lezama 2002), en la tercera se efectuaron siete embarques más, observándose nueve eventos de pesca (Lezama & Szteren 2003) y en la cuarta 30 eventos de pesca, en 11 embarques. En 2001, 2002 y 2004 sólo se registró el número de leones marinos en los alrededores de la embarcación y la presencia o ausencia de predación sobre las capturas o daños sobre las artes. Es decir, el número de eventos de pesca en que ocurrió algún tipo de perjuicio (ya sea predación, peces mordidos o dañados, o la rotura de artes), respecto del total de eventos de pesca observados. Finalmente, se analizó si estas variables cambiaron significativamente en el tiempo.

Para cada embarque se calculó la CPUE (captura por unidad de esfuerzo) de la embarcación muestreada, como la captura total dividido el número de redes o palangres (superficie de red o número de anzuelos, respectivamente) y sobre el tiempo (h) de reposo del arte en el agua. De esta manera se pueden comparar las capturas alcanzadas por diferentes embarcaciones con diferente esfuerzo.

Solamente se cuantificaron los daños en el período 1997-1998 (Szteren & Páez 2002). Se utilizaron observaciones directas y estimaciones indirectas utilizando el número de anzuelos abiertos, indicativos de que el pez capturado había sido arrancado, y los tironeos en los artes de pesca (simultáneamente con la observación de leones marinos en los alrededores de la embarcación). Para estimar la biomasa del consumo de los leones marinos, en cada salida se registró el peso de una submuestra de la captura. Posteriormente se expandió la distribución de pesos de la submuestra al número de peces consumidos por los leones marinos.

Una dificultad en este tipo de estudios es la estimación de la magnitud real del daño provocado por los leones marinos. Esto se debe a que no es posible detectar cuántos peces son ingeridos bajo el agua. Para enfrentar éste problema y poder estimar mejor el perjuicio, se establecieron dos escenarios hipotéticos. Un escenario conservativo, que sería el mínimo que los leones marinos consumieron en las artes de pesca, se calculó usando únicamente el número de peces ingeridos en la superficie del agua observados directamente desde la embarcación. Por otro lado, se estimó un escenario maximizado



**Figura 1.** Cabo Polonio se sitúa frente a las colonias de leones marinos del grupo Islas de Torres (Isla Rasa, Isla Encantada e Isla del Marco) y cercana al grupo Castillo Grande; La Paloma presenta un importante número de embarcaciones de pesca artesanal y está ubicado a 60 km al W de Cabo Polonio. Piriápolis es otro puerto importante con al menos 25 embarcaciones todo el año. Está situado a unos 42 km al W de Isla de Lobos, la mayor colonia de lobos marinos en Uruguay (y en América del Sur). Puerto del Buceo (Montevideo), fue elegido para contrastar con las otras localidades porque se localiza a 120 km de la Isla de Lobos.

que representa el consumo máximo que cada león marino podría provocar a la captura de una embarcación. Esto ocurriría suponiendo que cada león marino consume toda su ingesta diaria en el evento de pesca observado. Por lo tanto, dicho escenario se calculó como el número de leones marinos observados en cada evento de pesca por el consumo diario medio por individuo. Para ello se utilizó el consumo diario de 4% del peso (Kastelein *et al.* 1995), que en animales subadultos y hembras como los observados, con un peso aproximado de 150 kg, sería de 6 kg (Szteren & Páez 2002).

También se calculó el porcentaje de predación por unidad de esfuerzo (%PPUE), como la predación por unidad de esfuerzo sobre el promedio de la CPUE potencial. La CPUE potencial es la CPUE que habrían obtenido los pescadores de no haber existido predación por lobos marinos, y se calcula como la CPUE de cada evento más la predación por unidad de esfuerzo (Szteren 1999). Así, el %PPUE es una medida de la magnitud de la predación ya que representa la predación en el total potencial capturado. Finalmente, se calculó el daño económico a partir del perjuicio en kg, multiplicando la pérdida de cada especie de pez por su precio de venta (ya sea al público o a intermediarios, según fuera el caso). Para el cálculo del perjuicio económico el costo promedio del pescado empleado en 1997 fue US\$ 3.39 el kg (a 10.5 pesos uruguayos el dólar); en 2001 y 2002 fue US\$ 2.08 el kg (a 25 pesos uruguayos el dólar) y en 2004 fue 2.33 US\$ el kg (a 27 pesos uruguayos el dólar).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Presencia de leones marinos

La cantidad de embarques en 1997/98 en que se avistaron leones marinos fue máximo en Cabo Polonio y mínimo en Piriápolis y Montevideo (Puerto del Buceo) (Tabla 1). Teniendo en cuenta que estas últimas localidades se ubican bajo la influencia del estuario del Río de la Plata, las aguas costeras de Rocha quizás reflejen un área de alimentación más importante para los leones marinos. Además, la frecuencia de observación de leones marinos se redujo casi a la mitad entre 1997 y 2004. Las cifras reportadas por otros autores en otras áreas están dentro del rango de las halladas en Uruguay. Por ejemplo, en la IV Región de Chile, Rodríguez & Stotz (2002) reportaron 59% de las jornadas de pesca con avistaje de lobos marinos (67% con redes y 42% con palangres), mientras que en Perú se registró 69% de ocurrencia (Arias & Garayar 1991).

**Tabla 1.** Frecuencia de avistamiento y promedio de leones marinos en cada período de estudio. Localidades: PB) Puerto del Buceo; PP) Piriápolis; LP) La Paloma; y CP) Cabo Polonio.

Año	1997/1998				2001	2002	2004
	PB	PP	LP	CP	PP	PP	PP
Frecuencia de avistamiento (%)	58.3	56.3	76.9	83.3	46.7	22.2	26.7
Promedio leones marinos (máximo)	0.75	1.13	1.23	2.25	0.80	0.44	0.60
	(3)	(4)	(4)	(4)	(3)	(3)	(9)

El número promedio de leones marinos decreció de E a W y en Piriápolis tendió a decrecer en el tiempo (Tabla 1). Esto indicaría una disminución en las interacciones, aunque estas conclusiones son muy preliminares por tratarse de una sola localidad. Los individuos interactuando con la pesquerías en los tres años fueron siempre hembras adultas y/o machos subadultos (en muchos casos no fue distinguible).

El número de animales observado fue bajo y similar a lo hallado en otros estudios con pesca artesanal. Por ejemplo, en Rio Grande do Sul (Brasil) se reportaron entre dos y cuatro animales (Soto *et al.* 2000), 1.6 en promedio en Perú (Arias 1996), y entre 1.8 y seis también en Perú (Arias & Garayar 1991). Sin embargo, estos valores resultan bajos comparado con estudios de interacciones con pesca industrial en Chile (grupos de tres a seis animales por red; Oporto *et al.* 1991) y 21 animales promedio por red (Hückstädt & Antezana 2003).

Posiblemente, un pequeño número de lobos marinos "cebadados" se haya especializado en consumir peces atrapados en los artes de pesca. Concordantemente, en otros estudios de interacción pesquerías-pinnípedos se ha demostrado que la mayoría del daño había sido causado por pocos individuos (e.g. Harwood & Greenwood 1985; Pemberton & Shaughnessy 1993). Frecuentemente la presencia de la embarcación pareció atraer a los lobos marinos. De igual manera, Hückstädt & Antezana (2003) mencionaron que los daños a las actividades pesqueras en la costa de Chile central fueron causados por pequeños grupos de lobos habituados a esta forma de obtener alimento fácilmente.

### Capturas pesqueras

En 1997-1998, las mayores capturas con redes se registraron en La Paloma y las menores en Piriápolis (Tabla 2), no existiendo diferencias estacionales (Szteren & Páez 2002). En Piriápolis, las mayores capturas se registraron en 2001 (Tabla 2). En 2002 fueron mayores en primavera que en verano (Lezama 2002), mientras que en 2004 fueron significativamente mayores en invierno respecto a primavera.

**Tabla 2.** CPUE promedio en cada período de estudio y localidad, con ambos artes de pesca analizados. Localidades: PB) Puerto del Buceo; PP) Piriápolis; LP) La Paloma; y CP) Cabo Polonio.

Arte de pesca	1997-1998				2001	2002-2004	
	PB	PP	LP	CP	PP	PP	PP
Redes (kg h <sup>-1</sup> 1000 m <sup>2</sup> )	5.87± 8.95	11.15± 23.71	61.65± 73.93	18.13± 19.38	85.89± 112.75	8.59± 8.79	84.52± 156.11
Palangres (kg h <sup>-1</sup> 1000 anzuelos <sup>-1</sup> )	----	3.25± 2.72	107.38± 137.13	----	9.68± 6.22	24.80± 18.44	----

De las localidades estudiadas, solo se trabajó con palangres en Piriápolis y La Paloma. Las capturas en 1997-1998 también fueron mayores en La Paloma que en Piriápolis (Tabla 2), y tampoco se encontraron diferencias estacionales (Szteren & Páez 2002). En Piriápolis la captura aumentó progresivamente en el tiempo (Tabla 2), aunque no difirió estacionalmente.

### Predación y daños

Los leones marinos causaron interacciones en 75% de los eventos de pesca en 1997-1998, 66.7% en 2001 y 33.3% en 2002, decreciendo a 8.3% en 2004 (Lezama & Szteren 2003; Karumbé com. pers.). Los daños que se encontraron fueron de tres tipos: 1) consumo (predación) de peces "robados" a las capturas de los pescadores (de las redes o palangres); 2) daños a los peces, mordidas o peces capturados en trozos (e.g. cabeza y columna vertebral, o eviscerados); y 3) daños a las artes de pesca (roturas en las redes, pérdida o rotura de anzuelos). Los dos primeros pudieron ser evaluados en parte durante el estudio. Sin embargo, las roturas a los artes de pesca son muy difíciles de observar, debido a que generalmente los pescadores usan redes que ya presentan roturas anteriores y es difícil determinar cuáles son nuevas. Operativamente no se pudo revisar las artes antes de la salida al mar, ya que significa una inversión de tiempo y molestias al pescador. Estas roturas no solo representan un gasto económico por la sustitución de trozo de red o anzuelo, sino también horas hombre de trabajo artesanal de reparación.

El rango de ocurrencia de interacciones fue similar a otros estudios con *O. flavescens*: 32% de las redes de enmalle en Cabo San Antonio (Argentina) (Fazio *et al.* 2000) y 46% en Puerto de Huacho (Perú) (Arias 1996). Sin embargo, en Puerto San Juan de Marcona (Perú) la presencia de daños fue más frecuente (71%, Arias 1993), mientras que en Río Grande do Sul (Brasil) fue menor (25%, Ott *et al.* 1996).

Comparando entre localidades en 1997-1998, la predación conservativa y maximizada fueron máximas en Cabo Polonio y luego en La Paloma y Piriápolis con palangres. Estas fueron mínimas en Piriápolis con redes y en Buceo. El perjuicio económico fue máximo en Piriápolis con palangres (Tabla 3). Esto es debido posiblemente al mayor valor de venta de la brótola, la principal especie capturada en dicha localidad.

Al analizar los cambios en el tiempo en Piriápolis, la predación promedio y el perjuicio económico con redes crecieron de 1997 a 2001, pero de 2002 a 2004 decrecieron. El %PPUE aumentó de 1997 a 2002 y decreció en 2004. Por otra parte, cuando se utilizaron palangres, las tres variables decrecieron en el tiempo (Tabla 3). En esta localidad, la predación maximizada representó entre 0.10% (en 2004 con redes) y 14.65% (en 1997/98 con palangres) de las CPUE potenciales. En general, se detecta una amplia variabilidad de los valores de predación y de perjuicio económico, posiblemente debido a las variaciones propias del mercado y de los precios: cabe aclarar que en el período de estudio el dólar se devaluó de 10.5 a 27 pesos uruguayos.

La estimación conservativa del consumo de los leones marinos posiblemente está subestimada, debido a la imposibilidad de contabilizar el pescado consumido bajo el agua. En 1997-98 la predación varió de 0 a 18 kg representando entre el 0 y 9% de las capturas potenciales. Estas cifras tendieron a ser menores a otros estudios (e.g. Cabo San Antonio, donde se perdió el 9% de la captura total, Fazio *et al.* 2000). En el S de Chile, Oporto *et al.* (1991) estimó que *O. flavescens* consumió 35% de los peces enmallados. En Perú, las pérdidas variaron entre 2.7 y 43% según el tipo de pesca en el Puerto de San Juan de Marcona (Arias 1993), mientras que en Puerto de Huacho variaron entre 0.5 y 52% (Arias 1996).

Según el escenario maximizado, los valores de predación y el perjuicio económico fueron obviamente

**Tabla 3.** Predación promedio, porcentaje de predación por unidad de esfuerzo (% PPUE) y perjuicio económico (PE) causado por leones marinos a la pesca artesanal de cuatro localidades de la costa uruguaya. En 1997-1998 estas variables se muestran en su estimación conservativa (Cons) y maximizada (Max). En 2001, 2002 y 2004 no se cuantificaron los daños por lo que no se reportan valores conservativos. Artes: palangres (Pal) y redes de enmalle (Red).

Localidad	Arte	Predación promedio (kg)		%PPUE		PE (U\$S)	
		Cons	Max	Cons	Max	Cons	Máx
Buceo 1997/98	Red	0.48	6.0	2.51	38.01	0.34	15.26
Piriápolis 1997/98	Red	0	6.0	0	3.71	0	24.41
	Pal	10	16	9.31	14.65	28.61	55.47
Piriápolis 2001	Red	----	13.7	----	6.17	----	28.53
	Pal	----	6.0	----	10	----	12.48
Piriápolis 2002	Red	----	12.0	----	11.46	----	24.96
	Pal	----	2.0	----	1.47	----	4.16
Piriápolis 2004	Red	----	7.20	----	0.21	----	16.78
La Paloma 1997/98	Red	9.60	14.4	0.25	1.83	0.42	24.31
	Pal	10.67	20.0	1.73	1.29	6.89	27.12
Cabo Polonio 1997/98	Red	18.0	27.0	1.95	46.20	7.74	45.80

altos y se asemejan más a los valores reportados por estudios similares en otros países. Comparando entre localidades en 1997-1998 el %PPUE varió entre 1.3% (La Paloma con palangres) y 46% (Cabo Polonio), mientras que en Piriápolis decreció de 15% en 1997-1998 con palangres a 0.2% con redes en 2004. Posiblemente, la magnitud real del consumo de leones marinos se encuentre entre el valor conservativo y el maximizado, pero este aspecto requiere de más investigación que permita obtener un valor más preciso (Szteren & Páez 2002). Sin embargo, se considera que si la predación fuese realmente importante debería haber diferencias entre jornadas de pesca con y sin interacciones, lo que no ocurrió.

#### **Relación entre leones marinos y capturas pesqueras**

Las CPUE por lo general no variaron en presencia o ausencia de interacción, excepto en Piriápolis durante 1997 cuando se emplearon redes de enmalle. Por lo general, tampoco se observó una relación con la presencia o ausencia de leones marinos, salvo en 2001, cuando la CPUE con palangres disminuyó con el número de leones marinos, aunque no hubo relación significativa cuando se usaron redes.

Por tales resultados, se puede afirmar que la evidencia en Uruguay aún no es concluyente para indicar que los leones marinos estén asociados con menores capturas. Tampoco existió un cambio significativo de las interacciones en el tiempo: sólo las capturas con palangres aumentaron en el tiempo. Esto está probablemente relacionado con las grandes variaciones en las CPUE. Por otra parte, las CPUE con redes fueron máximas en 2001, coincidiendo con un aumento en la frecuencia de daños. Sin embargo, ninguna de estas tendencias fue significativa. Aunque los leones marinos interactuando fueron menos en el tiempo, la frecuencia de daños no decreció significativamente, posiblemente porque la ocurrencia de interacciones no estuvo asociada con menores CPUEs.

En estos estudios las interacciones no se reflejaron de manera concluyente en bajas capturas pesqueras. Por lo tanto, no hay elementos que permitan afirmar que la presencia de leones marinos o los daños que causan sean los responsables de las bajas capturas o ingresos. Las capturas sufren de una amplia variabilidad debida a múltiples factores, entre los cuales los leones marinos no serían los principales.

#### **Interacciones biológicas**

Szteren *et al.* (2004) analizaron el solapamiento de dieta entre las dos especies de lobos marinos presentes en Uruguay (*Arctocephalus australis*, o lobo fino sudamericano y *O. flavescens*) y la pesca artesanal en las cuatro localidades pesqueras en conjunto. Los datos de dieta provienen de la identificación de restos duros hallados en enero de 1998 en fecas de lobos marinos de la Isla de Lobos. En resumen, los resultados de este análisis permitieron concluir que el solapamiento entre ambas especies de lobos fue alto y entre la dieta de cada especie y las capturas de la pesca artesanal fue bajo (aunque mayor

para *O. flavescens*). Posiblemente, la dieta de *O. flavescens* sea más amplia que las capturas pesqueras. Las comparaciones de tallas para *C. guatucupa*, la única especie bien representada en la dieta de ambos pinnípedos y en las capturas pesqueras, indicó que los peces capturados eran mayores que los consumidos por los lobos marinos. Esto tampoco indica necesariamente una menor intensidad de la interacción (Szteren *et al.* 2004).

### **CONCLUSIONES**

#### **Prioridades y perspectivas de investigación**

Dentro de la problemática de interacción referida, es usual que los pescadores reclamen la necesidad de reducir la población de pinnípedos. Para la toma de decisiones primero es necesario determinar si los lobos marinos están realmente afectando a las capturas pesqueras. Además, se debería poseer una estimación confiable que las poblaciones de peces objetivo van a incrementarse después de reducir la población de lobos y que este incremento podrá ser usado efectivamente por la pesquería artesanal (DeMaster & Sisson 1992). Los beneficios a largo plazo de reducir la población de lobos marinos dependerán de procesos densodependientes que controlan la abundancia de las poblaciones de peces, la dinámica de los predadores, relaciones tróficas y el uso y disponibilidad de las presas (Harwood & Greenwood 1985).

Es necesario profundizar los estudios sobre la ecología trófica de los leones marinos en Uruguay, determinando su consumo diario, la composición de la dieta (especies presa y tamaños, variaciones temporales y espaciales, áreas de forrajeo), contenido energético de las presas y estrategias de predación. Justificar una reducción poblacional de algún pinnípedo para proteger actividades pesqueras es muy difícil, debido al escaso conocimiento sobre las interacciones entre peces, pinnípedos y el hombre, y la dinámica del ecosistema. Sería recomendable que futuros estudios dirigidos a estudiar interacciones entre dos o más especies marinas adoptaran una aproximación ecosistémica, donde se consideren las relaciones tróficas de los diversos grupos utilizando modelos multiespecíficos.

#### **Implicancias para la conservación y el manejo**

Al analizar las interacciones entre leones marinos y pesquerías artesanales en Uruguay se detecta que existen dos grandes áreas de conflicto: los aspectos puramente biológicos (población de *O. flavescens*, peces presa, poblaciones de peces objetivo de la pesquería y los pescadores como predadores) y aspectos socioeconómicos que afectan la pesquería como actividad comercial.

Los Pinnípedos son sólo uno de los componentes del sistema multiespecífico que compone las pesquerías. Debido a que los mismos son los elementos más conspicuos y con los que más frecuentemente interactúan los pescadores, se les atribuye la responsabilidad principal de las bajas capturas. Sin embargo, es muy difícil demostrar que exista competencia y determinar cuánto compiten ambas partes por las mismas presas. En muchos casos

los peces que capturan los lobos marinos no estarían disponibles para la pesca o serían descartados (Northridge 1985).

En este sentido, las posibles soluciones al problema estarían relacionadas con cambios en la pesquería, dirigidas a aumentar las capturas e ingresos de los pescadores. En Uruguay, la pesca artesanal es una actividad muy inestable, caracterizada por condiciones de trabajo malas e irregulares (Szteren 1999). Además, generalmente carecen de infraestructura para la conservación y comercialización del pescado y de préstamos bancarios para la adquisición de artes, motores y reparaciones, por lo que son altamente dependientes de los intermediarios (Astori & Buxedas 1986). Estos les aseguran la venta del pescado y en muchos casos son dueños de la embarcación, de los artes de pesca y les suministran el combustible. El aislamiento y dispersión de los asentamientos de pesca artesanal contribuye a que se encuentren, a su vez, políticamente desorganizados.

Por otro lado, las capturas a gran escala de la pesca industrial contribuyen a disminuir el precio del pescado, regulando y controlando los precios en el mercado (Bértola *et al.* 1996). Las posibles soluciones para aliviar estos problemas deberán focalizarse en localidades y momentos específicos donde se desarrolle cada pesquería. Debe tenerse en cuenta que algunas modificaciones como cambios en el estilo de vida de los pescadores o de sus metodologías de pesca serían socialmente irrealizables en la práctica. Esto se debe a factores relacionados con el arraigo y la idiosincrasia conservadora que caracteriza al grupo social (Bértola *et al.* 1996). No se sugieren movimientos espaciales de las comunidades pesqueras, debido a que en este trabajo no se encontró que los perjuicios fueran menores en alguna zona particular.

Durante el período y en las localidades en que se desarrolló la investigación no existían cooperativas de pescadores para la comercialización y procesamiento del pescado. En Uruguay han habido algunas experiencias de nucleamientos de este tipo, pero generalmente han fallado debido a dificultades derivadas de la inexperiencia y de la coyuntura en que se desarrollaron (Bértola *et al.* 1996). Se recomienda la unión de los pescadores en cooperativas ya que podría influir directamente en un incremento de los ingresos netos de los pescadores artesanales. De ésta forma, se podrían iniciar o fortalecer actividades de venta directa de las capturas, creación de infraestructura para el desembarco, almacenamiento y procesamiento de las capturas, mejoramiento y sustitución del equipamiento pesquero.

Por último, puntualizamos que la responsabilidad en la resolución de conflictos entre leones marinos y pesquerías debe ser compartida por el Estado (como el responsable del manejo de los recursos), los pescadores (como explotadores) y los consumidores. Asimismo, los pescadores deberían ser incluidos en el proceso de planificación, desarrollo de estudios y de medidas de manejo.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los pescadores que nos dejaron compartir con ellos la experiencia de salir a pescar. Por sus amplios corazones, humana compañía, por divertir hasta el cansancio y por su respeto y confianza en nuestro trabajo. Se agradece especialmente a la comunidad pesquera de Piriápolis (Alfredo Hargain, Marcelo, Luis y el Camarón). Diana Pérez, Mariana Ríos y Matías Feijó colaboraron como observadores a bordo en 2002 y 2004. El Programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) financió el estudio de 1997-1998, C. Lezama en 2001 y el Proyecto Karumbé (Tortugas Marinas del Uruguay) en 2002 y 2004.

## REFERENCIAS

- Altez MC Campos S Crossa M de la Fuente C Guirin L Magallanes W Martinote A & E Salgueiro** 1988 Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales Uruguay. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Dirección Nacional de Fomento Cooperativo (1):43 pp. Montevideo
- Araya H Contreras F Campos F Arroyo M Gallardo H & E Rodríguez** 1987 Interferencia del león marino del sur ("*Otaria flavescens*") en la pesquería artesanal del litoral norte de Chile. Anais da II Reunion de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Rio de Janeiro):17
- Arias M** 1993 Interacciones entre lobos marinos *Otaria byronia* y la pesquería artesanal en el puerto San Juan de Marcona, Perú. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 29 pp (Inédita)
- Arias M** 1996 Interacciones entre lobos marinos *Otaria byronia* y la pesca con redes de cortina en el Puerto de Huacho, Perú. Abstract 7a. Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Viña del Mar). Addendum.
- Arias M & L Garayar** 1991 Efecto de la presencia de lobos marinos (Fam. Otariidae) en la pesquería artesanal de Puerto San Juan de Marcona, Perú. Resumen. Pesca artesanal. Fuente de alimentación y trabajo. III Seminario Latinoamericano de Pesca Artesanal y III Reunión Regional de Desarrollo Costero Integrado (Lima):94-95
- Astori D & M Buxedas** 1986 La pesca en el Uruguay. Balance y Perspectivas. CIEDUR. Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo. 208 pp
- Bonner N** 1982 Seals and Man. A Study of Interactions. Washington Sea Grant. University of Washington Press, Seattle and Washington. 170 pp
- Bértola L L Bermúdez & M Camou** 1996 Pesca, sinsabores y esperanzas. Síntesis de las acciones del CCU en el área de la pesca artesanal en los últimos 25 años. Ediciones del Centro Cooperativista Uruguayo, Montevideo. 142 pp
- Carvalho RV Silva KG & LT Messias** 1996 Os pinnípedes e a pesca artesanal no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil (in Spanish). 7a Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Viña del Mar). Addendum.
- Crespo EA Pedraza SN Dans SL Koen Alonso M Reyes LM García N & M Coscarella** 1997 Direct and indirect effects of the high seas fisheries on the marine mammal populations in the northern and central patagonian coast. Journal of Northwestern Fisheries Science 22:189-207

- Crossa M Pereiro R Pinheiro J Sorachu G Mateo F & D Trujillo** 1991 Análisis de las pesquerías artesanales del Uruguay. I. Documento de Trabajo al Foro. Centro Cooperativista Uruguayo. Sistema de Programas de Pesca Artesanal, Montevideo, Uruguay. 236 pp.
- DeMaster DP & JE Sisson** 1992 Pros and Cons of Pinniped management along the North American coast to abet fish stocks. Pp 321-329 *In*: Mc Cullough & Barrett (eds) Wildlife 2001: Populations. Elsevier Applied Science, London & New York
- Fazio A Palmerio A Mendez M Botta S & P Bordino** 2000 Interacción entre lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens* y la pesquería artesanal del Cabo San Antonio, Buenos Aires, Argentina. 9a Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Buenos Aires):44
- George-Nacimiento M Bustamante R & C Oyarzun** 1985 Feeding ecology of the South American sea lion *Otaria flavescens*: food contents and food electivity. Marine Ecology Progress Series 21:135-143
- Goldsworthy SD Bulman C He X Larcombe J & C Littnan** 2003 Trophic interactions between marine mammals and Australian fisheries: an ecosystem approach. Pp 62-99 *In*: Kirkwood & Kirwood (eds) Marine Mammals. Fisheries, Tourism and Management Issues. CSIRO Publishing, Colingwood
- Harwood J** 1987 Competition between seals and fisheries. Scientific Progress 71:429-437
- Harwood J & JJD Greenwood** 1985 Competition between British grey seals and fisheries. Pp 153-69 *In*: Beddington Beverton & Lavigne (eds) Marine Mammals and Fisheries. George Allen & Unwin, London
- Hückstädt LA & T Antezana** 2003 Behaviour of the southern sea lion (*Otaria flavescens*) and consumption of the catch during purse-seining for jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) off central Chile. ICES Journal of Marine Science 60:1003-1011
- Kastelein RA Kershaw J Berghout E & PR Wiepkema PR** 1995 The food consumption of South American sea lions (*Otaria flavescens*). Aquatic Mammals 21:43-53
- Lavigne D** 2003 Marine mammals and fisheries: the role of science in the culling debate. Pp 31-47 *In*: Kirkwood & Kirwood (eds) Marine Mammals. Fisheries, Tourism and Management Issues. CSIRO Publishing, Colingwood
- Lezama C** 2002 Daños ocasionados por el león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) a la pesca artesanal en el puerto de Piriápolis. Pasantía de Licenciatura en Ciencias Biológicas (Opción Zoología de Vertebrados), Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 24 pp (Inédita)
- Lezama C & D Szteren** 2003 Interacción entre el león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) y la flota pesquera artesanal de Piriápolis, Uruguay. Abstract 2as. Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo):
- Naya DE Arim M & R Vargas** 2002 Diet of of the south american fur seal, *Arctocephalus australis* in Isla de Lobos, Uruguay. Marine Mammal Science 18(3):734-745
- Northridge SP** 1985 Estudio mundial de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca. FAO Inf. Pesca 251:234 pp
- Páez E** 1996 Simulaciones estocásticas en la población de *Otaria flavescens* en Uruguay. 7º Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Viña del Mar):116
- Pemberton D & PD Shaughnessy** 1993 Interaction between seals and marine fish-farms on Tasmania, and management of the problem. Aquatic and Freshwater Ecosystems 3:149-158
- Praderi R** 2000 Estado actual de la mortalidad de Franciscana en las pesquerías artesanales de Uruguay. Pp 13-15. Report of the Third Workshop for Coordinated Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic. UNEP/CMS, Bonn
- Oporto J Mercado C & L Brieva** 1991 Conflicting interactions between coastal fisheries in southern Chile. Report on the Benguela Ecology Programme (Workshop on Seal-fishery Biological Interactions), University of Cape Town. Working Paper BEP/SW91/R8, 21 pp
- Ott PH Moreno I Danilevicz D & LR Olivera** 1996 Leões marinhos (*Otaria flavescens*) e a pesca costeira no sul do Brasil: uma análise preliminar das competicoes e conflitos. 7a. Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Viña del Mar):62
- Rodríguez L & W Stotz** 2002 Descripción de la interacción del lobo marino común *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) en la actividad de los pescadores artesanales de las Caletas de Coquimbo y Peñuelas, IV Región, Chile. 10a. Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Valdivia):46
- Soto JM Souza-Filho MB & MM Mincarone** 2000 Interação do leão-marinho, *Otaria flavescens* (Shaw, 1800), com a pesca de emalhe na costa do Rio Grande do Sul, Brasil. Anais da XIII Semana Nacional de Oceanografia (Itajaí):733-735
- Suárez A Pérez J Tamini L & HL Cappozzo** 2000 Interacciones entre en lobo marino sudamericano y la pesquería costera de arrastre de fondo en el área de Puerto Quequén. Abstract 9a. Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur (Buenos Aires):127
- Szteren D** 1999 Impacto económico del león marino sudamericano (*Otaria flavescens*) en la pesca artesanal en Uruguay. Tesis de Maestría, Centro de Zoología Aplicada, Universidad Nacional de Córdoba:xi+ 59 pp (Inédita)
- Szteren D & E Páez** 2002 Predation by southern sea lions (*Otaria flavescens*) on artisanal fishing catches in Uruguay. Marine and Freshwater Research 53:1161-1167
- Szteren D D Naya & M Arim** 2004 Overlap between pinniped summer diets and artisanal fishery catches in Uruguay. Latin American Journal of Aquatic Mammals 3:2
- Vaz-Ferreira R** 1976 *Otaria flavescens* (Shaw) Southern sea lion. Advisory Committee on Marine Resources Research. Scientific Consultation on Marine Mammals: Bergen, Norway. 20 pp
- Wickens PA** 1995 A review of operational interactions between pinnipeds and fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 346:86 pp. Roma

## Mamíferos terrestres no voladores de la zona costera uruguaya

ENRIQUE M. GONZÁLEZ

emgonzalez@adinet.com.uy



### RESUMEN

Se cuestiona la existencia de una fauna de mamíferos propia de la costa uruguaya. Los únicos mamíferos uruguayos exclusivos de la costa son un conjunto de poblaciones de tucu tucus (*Ctenomys* spp.) con variantes cromosómicas que podrían representar una o varias especies nuevas endémicas de Uruguay. Dada la carencia de antecedentes que tiene la investigación de la Biología de los mamíferos en la costa uruguaya, se presentan y comparan los resultados de inventarios de mamíferos terrestres no voladores realizados por el autor en cinco localidades costeras de Uruguay. La suma de los inventarios da un total de 34 especies. Para cada especie registrada en esas localidades u otras de la costa uruguaya, en base a datos del autor, bibliografía y al material depositado en la colección de mamíferos del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, se anotan comentarios sobre distribución, abundancia e Historia Natural. Se describen modalidades de acciones extractivas y se comentan aspectos de su conservación. Se sugiere impulsar medidas para la investigación y conservación de los mamíferos en la zona costera. La franja de poblaciones de tucu tucus de la costa de Canelones y Maldonado debería recibir especial atención de parte de las autoridades nacionales en temas de conservación, quienes deben asumir la responsabilidad de impulsar más estudios para definir su estatus taxonómico e influir en el ordenamiento territorial de la costa de modo de asegurar la conservación de este conjunto de organismos.

**Palabras clave:** mamíferos, costa atlántica, Río de la Plata, conservación, inventarios

### ABSTRACT

The existence of a mammal fauna exclusive to the Uruguayan coastal zone is questioned. The only Uruguayan mammals whose ranges are restricted to the coastal zone are a group of "tucu-tucus" (*Ctenomys* spp.) populations with chromosomal variations, which could represent one or several not described and endemic species. Given the lack of biological research of Uruguayan coastal mammal fauna, this study presents and compares the results of terrestrial and non-flying mammals inventories carried out by the author in five coastal localities of Uruguay. The sum of these inventories gives a total of 34 species. Comments on distribution, abundance and Natural History are given for each species based on personal data, literature and the mammal collection of the National Museum of Natural History and Anthropology. Methods of extractive actions are described and topics related to conservation are commented. It is suggested to promote research and conservation measures for mammals on the coastal zone. National conservation authorities must pay special attention to the strip of "tucu tucu" populations from the coast of Canelones and Maldonado, assuming the responsibility of promoting studies to define their taxonomic status and influencing coastal territorial planning, in order to ensure the conservation of this group of organisms.

**Key words:** mammals, Atlantic coast, Río de la Plata, conservation, inventories

### INTRODUCCIÓN

El presente artículo se refiere a los mamíferos de la costa uruguaya (*sensu* Menafrá *et al.* este volumen) y se toman en cuenta sólo las especies que viven en forma permanente de la línea de mareas hacia tierra. Los quirópteros no han sido considerados, debido a que su relación con la costa es absolutamente desconocida en Uruguay y porque los registros de murciélagos en colecciones nacionales procedentes de localidades costeras son extremadamente escasos.

La conservación de la costa uruguaya y su diversidad biológica encuentra antecedentes en los artículos publicados por Chebataroff (1979) y Gudynas & Fabrício-Filho (1981). Sin embargo, no existe información ordenada ni investigaciones sistematizadas sobre la fauna de

mamíferos terrestres de la costa, excepción de los aportes de Clara (1999) y López Laborde *et al.* (2000) quienes realizan algunas consideraciones acerca de la mastofauna costera del Río de la Plata. Clara (1999) menciona el registro de 66 especies de mamíferos terrestres para la región, número en el cual incluye, evidentemente por error, tres pinnípedos y 16 cetáceos. Este autor refiere a seis especies de mamíferos exóticos naturalizados, así como al roedor *Akodon cursor* (= *A. reigi*?), que no cuenta con registros para la zona costera.

Otras contribuciones al respecto son las de Legrand (1959), Lessa & Langguth (1983), Altuna (1983; 1985; 1991), Novello & Lessa (1986), Altuna & Corte (1987), Ubilla & Altuna (1987; 1990), Izquierdo *et al.* (1989), Novello *et al.* (1990), Altuna *et al.* (1991), Altuna *et al.*



(1992), D'Elía *et al.* (1992), Francescoli (1992; 1999; 2001; 2002), González (1996), González & Saralegui (1996), González & Fregueiro (1998) y Gambarotta *et al.* (1999). Si se observa en la lista de bibliografía la temática de las referidas publicaciones, se concluye que la mayor parte corresponde a estudios sobre roedores fosoriales del género *Ctenomys*.

Al abordar el tema del conjunto de mamíferos de la costa uruguaya surge inmediatamente una interrogante fundamental: ¿representa la zona costera, para este grupo biológico, un área diferenciada del resto del país? o, en otras palabras ¿existe una fauna de mamíferos propia de la costa?. Una revisión de las caracterizaciones generales de la mastofauna uruguaya no permite contestar esta pregunta (Aplin 1894; Sanborn 1929; Devincenzi 1935; Barlow 1969; González 2001; González en prep. y bibliografía allí citada).

Un subconjunto importante de las especies de mamíferos presentes en Uruguay presenta un límite austral de distribución marcado por el Río de la Plata (González 2000). Ninguna especie de mamífero se encuentra distribuida en todo el país faltando en la región costera, salvo el roedor fosorial *Ctenomys torquatus*, y solamente *Ctenomys pearsoni* y las poblaciones de ese género del denominado "complejo *pearsoni*" se encuentran en la costa pero no en el interior del país. Esto estaría indicando que una división entre costa e interior resultaría artificial para el conjunto de los mamíferos.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se consideraron las especies de mamíferos terrestres conocidas de cinco localidades costeras de Uruguay estudiadas por el autor en años recientes, para las cuales se cuenta con inventarios de mamíferos no voladores relativamente completos: 1) el Parque Santa Teresa e inmediaciones (González & Saralegui 1996 y datos inéditos); 2) la Laguna de Castillos (Rocha) (Gambarotta *et al.* 1999 y datos inéditos); 3) la región de Piriápolis y el Cerro Pan de Azúcar (Maldonado) (datos inéditos); 4) la Laguna del Cisne (Canelones) (González & Fregueiro 1998); y 5) el Parque Lecocq (Montevideo) (González 1996 y datos inéditos), incluyendo registros de colecciones y observaciones del autor en otras localidades. Debido a la inclusión de otras localidades, en los párrafos de comentarios aparecen más especies de las que figuran en la Tabla 1. Los métodos de inventario y el esfuerzo de muestreo fueron distintos entre localidades, lo cual no permite realizar análisis estadísticos comparativos sobre estos datos.

Se anotan observaciones sobre hábitat, Biología e interacciones antrópicas de cada especie en la costa. Por último, se realizan consideraciones acerca de las prioridades y perspectivas de investigación de la mastofauna costera de Uruguay y se discuten implicancias del estado actual del conocimiento para su conservación.

En el texto correspondiente a cada especie las localidades extra se organizan por departamento siguiendo el orden alfabético de los mismos.

## ESPECIES REGISTRADAS EN LA COSTA

Las 34 especies de mamíferos terrestres no voladores registradas en las cinco localidades costeras estudiadas se presentan en la Tabla 1, indicándose en cada caso el método de registro.

### Abundancia, distribución, hábitat, conservación y extracción antropogénica

#### Marsupiales

*Didelphis albiventris* Lund, 1840. La comadreja mora es abundante en todo el país. Su dieta es generalista y se encuentra en hábitat de monte, pradera y bordes de humedales. Además de áreas silvestres ocupa zonas suburbanas y urbanas, incluyendo parques urbanos de la capital. Esta especie es frecuente en toda la zona costera y es común encontrar sus huellas en las playas. En zonas balnearias se refugia en construcciones humanas. En Pueblito Obrero, Piriápolis y Balneario Solís (Maldonado) los lugareños señalan que esta comadreja se introduce en gallineros y depreda aves de corral. Si bien la especie no presenta problemas de conservación, sufre una moderada presión de caza, debida a la creencia generalizada de que se trata de un animal dañino. Por otro lado, es la segunda especie en abundancia en los registros de atropellamiento por automóviles en la Ruta 9 (González y colaboradores, datos inéditos). Localidades extra: El Pinar (observación directa); Atlántida; Balneario Jaureguiberry; Arroyo Tropa Vieja; Marindia (MNHN) (Canelones); desembocadura del Arroyo Maldonado (ejemplar atropellado) (Maldonado); Carrasco (información de vecinos) (Montevideo); Barra del Chuy (ejemplar atropellado); La Coronilla (huellas en la playa); Aguas Dulces (ejemplar atropellado); Cabo Polonio (huellas en la playa); La Paloma (ejemplar atropellado) (Rocha); Playa Pascual (MNHN); Arazatí (ejemplar atropellado) (San José).

*Lutreolina crassicaudata* (Desmarest, 1804). La comadreja colorada grande está ampliamente distribuida en el país, aunque por su especificidad de hábitat resulta menos abundante que la comadreja mora. Probablemente se especialice también a nivel de dieta. Esta especie frecuenta zonas húmedas, como costas de ríos y arroyos con montes densos o con sotobosque, pajonales, juncales, bañados y pastizales densos. En Uruguay se la ha encontrado refugiada en huecos de hormigueros en hábitat de pradera (T. González com. pers.). Se desliza en el suelo a una velocidad muy superior a la de la mayoría de los restantes marsupiales americanos. Es capaz de trepar a los árboles ágilmente y presenta también costumbres semiacuáticas, como lo demuestra su captura frecuente en trampas colocadas en bañados para atrapar nutrias (*Myocastor coypus*) en las lagunas de Castillos y del Cisne (Gambarotta *et al.* 1999; González & Fregueiro 1998). En Uruguay se han colectado juveniles en diciembre y enero. En Piriápolis la especie aparece en regurgitados de lechuzo de campanario (*Tyto alba*). En Parque Lecocq no parece ser abundante, dado que cuenta con escasos registros. No presenta problemas de conservación en Uruguay.

**Tabla 1.** Mamíferos terrestres no voladores identificados en las cinco localidades estudiadas. Se listan las especies autóctonas siguiendo el criterio sistemático de González (2000) con modificaciones. Se indica en cada caso el método de registro según los siguientes símbolos: MNHN= ejemplar en el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo), X= registro visual o ejemplar capturado en el sitio, EGAGROP= egagrópias, ENTREV= entrevistas.

Especies	Santa Teresa	Laguna de Castillos	Piriápolis	Laguna del Cisne	Parque Lecocq
<i>Didelphis albiventris</i>	X	X	MNHN	MNHN	MNHN
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	MNHN	X	EGAGROP	MNHN	MNHN
<i>Cryptonanus</i> sp.	EGAGRÓP	X	X		
<i>Monodelphis dimidiata</i>			X	MNHN	MNHN
<i>Dasybus hybridus</i>	X	X			
<i>Dasybus novemcinctus</i>	X	X			
<i>Euphractus sexcinctus</i>	X		X		
<i>Cerdocyon thous</i>	X	X	X		MNHN
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	X	X	X	X	
<i>Leopardus wiedii</i>	X		X		
<i>Oncifelis geoffroyi</i>	MNHN	X	X	ENTREV	ENTREV
<i>Lontra longicaudis</i>		X	X	X	X
<i>Conepatus chinga</i>	X	X	X		
<i>Galictis cuja</i>	X	X	X		ENTREV
<i>Procyon cancrivorus</i>	X	X	X		X
<i>Cavia aperaea</i>	MNHN	X	EGAGRÓP	X	MNHN
<i>Cavia magna</i>		X			
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	X	X	X	ENTREV	X
<i>Akodon azarae</i>	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN
<i>Calomys laucha</i>	EGAGRÓP		EGAGRÓP		
<i>Deltamys kempii</i>	MNHN	MNHN	EGAGRÓP	MNHN	MNHN
<i>Holochilus brasiliensis</i>	EGAGRÓP	X	EGAGRÓP	MNHN	MNHN
<i>Lundomys molitor</i>		MNHN	EGAGRÓP	MNHN	
<i>Necomys obscurus</i>				MNHN	MNHN
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN
<i>Oxymycterus josei</i>			MNHN		
<i>Oxymycterus nasutus</i>	MNHN	MNHN	MNHN		
<i>Reithrodon typicus</i>	EGAGRÓP	MNHN	EGAGRÓP		
<i>Scapteromys tumidus</i>	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN	MNHN
<i>Myocastor coypus</i>	MNHN	MNHN	X	MNHN	MNHN
<i>Ctenomys</i> cf. <i>pearsoni</i>	MNHN	X			
<i>Mazama gouazoubira</i>	X		X		
<i>Pecari tajacu</i>	MNHN				

Localidades extra: Arroyo Pando; Atlántida; Arroyo Tropa Vieja (Canelones); Carrasco; Cerro de Montevideo (Montevideo); La Coronilla (Rocha) (MNHN).

*Cryptonanus* sp. La sistemática de las marmosas en Uruguay no está resuelta (D'Elía & Martínez en prensa). Este es un caso en el que la definición del estado de conservación depende de la resolución de aspectos taxonómicos. Se han registrado ejemplares en diez departamentos del país. Dichos registros se basan, en casi todos los casos, en restos hallados en egagrópias de lechuzas. Probablemente la o las especies se encuentren submuestreadas debido a que, al menos en Uruguay, resulta difícil de capturar con trampas estándar para micromamíferos. Se han obtenido ejemplares en colmenas abandonadas (Aguas Dulces, Rocha, MNHN), estas últimas ubicadas en plantaciones de pinos en la zona costera (C. Calimares com. pers.). Se encontró un ejemplar dentro de un galpón en Balneario Solís y otro espécimen

fue hallado muerto en el Arboreto Lussich, Maldonado (MNHN). Integrantes de la ONG Centro de Estudios de Ciencias Naturales, capturaron una marmosa (no fue conservada) en los médanos costeros del Balneario Santa Ana (Canelones). El mismo se desplazaba entre vegetación de pastizal en horas avanzadas de la mañana. A. Fernández (com. pers.) observó un ejemplar capturado en los alrededores de Marindia (Canelones). No es posible comprobar la identidad específica de estos últimos especímenes, pero se rescata de esos datos la presencia de estos pequeños marsupiales en los ambientes costeros del Dpto. de Canelones. Localidades extra: Piriápolis (Maldonado) (ejemplares extraídos de egagrópias en MNHN).

*Monodelphis dimidiata* (Wagner, 1847). La comadreja colorada chica se ha registrado en zonas costeras de los departamentos de Colonia, San José, Montevideo, Canelones y Maldonado, desde los alrededores de la Ciudad

de Carmelo hasta la desembocadura del Arroyo Maldonado, de donde procede el ejemplar obtenido por Charles Darwin durante el viaje del H. M. S. "Beagle". En esta especie se da una sustitución generacional completa cada año y se supone que los machos son los primeros en morir, inmediatamente después de la temporada de apareamiento, entre diciembre y enero (Pine *et al.* 1985). Sin embargo, en la colección del MNHN se conservan ejemplares macho de gran tamaño capturados en el mes de abril. A partir de febrero se encuentran crías en número muy abundante, y en esa época del año es posible hallar individuos en microhábitat que resultan marginales para la especie, como bordes de bañados y montes. A medida que avanzan el otoño y el invierno, las poblaciones decrecen y los individuos se acotan a ambientes de pastizales densos y chircales. Entrada la primavera y a comienzos del verano la especie resulta significativamente más escasa que el resto del año. Esta comadreja puede llegar a enfrentar problemas de conservación en la zona costera debido a la fragmentación y sustitución del hábitat. Sin embargo, su capacidad para subsistir en bordes de caminos y en la vegetación que se desarrolla a lo largo de ciertas alambradas, sumada a la existencia de ambientes adecuados para la especie en zonas de chacras de los alrededores de Montevideo y Canelones, sugieren que, en caso de enfrentar problemas de conservación, presentaría un riesgo menor. Localidades extra: Balneario Santa Ana (Canelones, ejemplar en MNHN); desembocadura del Arroyo Maldonado (Maldonado, ejemplares en el Natural History Museum, Londres).

#### **Edentados**

*Dasypus hybridus* (Desmarest, 1804). Es razonable suponer que la mulita, de dieta básicamente insectívora, habitaba originalmente todo el territorio de Uruguay. En la actualidad falta en el Dpto. de Montevideo y en la mayor parte de Canelones y San José. En diversas regiones del país, la consulta a lugareños da la pauta de una reducción poblacional, debida probablemente a la caza para consumo humano. La caza de mulitas es una actividad culturalmente arraigada entre la gente de campo y ocasionalmente entre habitantes de zonas urbanas. El hábitat de este armadillo lo constituye la pradera, tanto con pastos altos como ralos, producto estos últimos del pastoreo del ganado. La mulita excava sus cuevas en campo abierto, aunque pueden hallarse también en pastizales altos y pajonales. En el extremo E del Dpto. de Canelones (arroyos Solís y Don Diego) se realizó en la década de 1980 una reintroducción por parte de lugareños, con ejemplares provenientes del Dpto. de Cerro Largo. Los especímenes liberados sobrevivieron varios años y aparentemente llegaron a reproducirse, aunque no se llevó a cabo un seguimiento de los mismos ni se conoce la situación actual de la población. Su presencia en la costa es actualmente marginal y su conservación allí está comprometida. Es importante la protección de poblaciones viables en áreas protegidas. Por otra parte, es fundamental el control de la caza en la costa y en todo el país.

*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758. El tatú es animalívoro generalista y debía encontrarse originalmente en todo el país. Esta especie hace sus madrigueras en el monte, generalmente cerca del agua y muchas veces ubicando varias entradas entre las raíces de los árboles. Ocasionalmente se encuentran cuevas en bosques de abrigo de eucaliptos, en especial cuando presentan algún tipo de sotobosque o pasto alto. Busca su alimento dentro del monte y en la pradera, y cuando es sorprendido a campo abierto casi siempre se dirige hacia el monte a la carrera. El hábitat de esta especie es muy variado a lo largo de su extensa área de distribución, que abarca desde Estados Unidos hasta Argentina. Como para muchas otras especies, los datos sobre la Biología de este armadillo en Uruguay son muy escasos (González & Ríos 1980). La conservación del tatú, al igual que la de la mulita, dependerá del control de su caza en las distintas regiones del país. Su presencia en la zona costera es actualmente marginal, aunque es probable que haya sido más abundante cuando existían extensiones importantes de monte psamófilo y menor presión de caza.

*Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758). El peludo es relativamente frecuente en todo el país. Su hábitat lo constituye principalmente el campo abierto, aunque puede encontrarse también en montes y zonas serranas. Suelen hallarse madrigueras en bosques de abrigo de eucaliptos y en terraplenes de tajamares. Las cuevas tienen un aspecto característico, ya que en general presentan abundante tierra amontonada o desparramada afuera. Solo o en pareja, este animal a veces cava algunas galerías principales y gran cantidad de agujeros menores, que presentan desde unos pocos hasta decenas de cm de profundidad. Se desconoce la función de dicho comportamiento. La conducta en general de esta especie es poco conocida. Son cazados por la gente de campo al menos por dos razones: la primera porque pueden habituarse a entrar a comer a plantaciones, entre ellas las de papas y boniatos, y la segunda por su carne. Si bien es mucho menos apreciado que el tatú y la mulita, el peludo es consumido ocasionalmente por habitantes de zonas rurales, quienes a veces mantienen vivo al animal durante varios días, alimentándolo con maíz u otros granos, en la creencia de que así se "purga" su carne, ya que, si bien se trata de una especie omnívora (Redford 1985), a nivel popular es considerado un animal carroñero. La presencia del peludo en la zona costera es marginal. Su conservación en la misma requiere la protección de áreas silvestres y la sensibilización de los pobladores rurales respecto al valor de los armadillos como integrantes del ecosistema. Localidades extra: Campamento Artigas (ACJ) (MNHN) (Colonía); Ruta 10, km 256 (ejemplar atropellado) (Rocha).

#### **Carnívoros**

*Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766). El zorro de monte se encuentra en todos los departamentos del país y, según la experiencia del autor, resulta una especie abundante. Se registra frecuentemente en los conteos de vertebrados atropellados en carreteras. Este zorro se des-

plaza tanto en ambientes de monte como en el campo y se han encontrado ejemplares refugiados en pajonales, montes densos y roquedales (obs. pers.). Se observa en solitario, en parejas o, en Uruguay, en grupos de hasta cuatro individuos (probablemente hermanos o la madre y las crías crecidas). Esta especie es acusada por algunos productores rurales de depredar corderos. Sin embargo, estudios efectuados por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (Cravino *et al.* 1997; 2000) demostraron que la proporción de lana en los estómagos de los zorros en Uruguay es mínima. A pesar de ello, este zorro se sigue cazando, ya sea en forma ilegal como, en ciertas temporadas, al amparo de un Decreto de caza. El estatus del zorro de monte en la zona costera probablemente no difiera de su situación en el resto del país, salvo por el efecto negativo directo de asentamientos humanos y las consecuentes alteraciones ambientales (principalmente pérdida de hábitat). Localidades extra: Tropa Vieja (Canelones); Arroyo Tigre; Conchillas (Colonia); La Coronilla (Rocha) (MNHN); Ruta 10, km 245; Ruta 9 km 297, 305 y 326 (ejemplares atropellados) (Rocha).

*Lycalopex gymnocercus* (Fischer, 1814). El zorro de campo, al igual que la especie anterior, se distribuye en todo el país y puede considerarse abundante. La experiencia del autor en trampeo de carnívoros es básicamente en ambientes boscosos, y allí las capturas de zorro de campo representan aproximadamente un tercio en relación a los registros de zorro de monte. El estatus de esta especie en la zona costera no puede considerarse distinto al resto del país, salvo por su ausencia o disminución en áreas antropizadas. Localidades extra: Arroyo Limetas (Colonia); Ruta 9 km 309 y 320 (ejemplares atropellados) (Rocha); Arroyo Tigre (MNHN) (San José).

*Leopardus wiedii* (Schinz, 1821). Si bien el margay puede considerarse una especie marginal en Uruguay en términos biogeográficos, en algunas localidades parece ser abundante. J. Cravino (com. pers.) constató, cerca de la desembocadura del Río Tacuarí (Cerro Largo), que una serie de cueros de gatos silvestres cazados por lugareños correspondían en su totalidad a esta especie. La misma era considerada por los cazadores el gato montés común en la zona. Los registros de ejemplares atropellados en Ruta 9, cerca de Santa Teresa (Rocha) (C. Prigioni com. pers.) y la captura de un ejemplar en el Cerro Pan de Azúcar (Maldonado) (T. González com. pers.) sirven de base para la mención de esta especie para la zona costera. Su conservación en la costa requiere, en primer término, instancias de investigación, con el fin de determinar la situación de las eventuales poblaciones.

*Lynchailurus braccatus* (Cope, 1889). El gato de pajonal tiene una serie de registros documentados y otros imprecisos que permiten asumir su presencia en todo el país (González 2001). El hecho de ser un especialista de hábitat puede haber determinado su escasa representación en colecciones y su relativo desconocimiento por parte de la gente de campo. Hasta la fecha no existen registros documentados de la captura de este gato en Uruguay por medio de trampas. Todos los ejemplares conservados en

colecciones científicas fueron atrapados con la ayuda de perros (Ximénez *et al.* 1972) o encontrados atropellados. Las localidades que aquí se presentan documentan la presencia de la especie en la costa, tanto en el W como al E de Uruguay. Es necesario inventariar los hábitat adecuados para este félido y evaluar las medidas necesarias para garantizar su conservación. Localidades extra: 3 km N de Punta Pereyra; Arroyo Limetas; Arroyo Tigre; Conchillas (MNHN) (Colonia); La Coronilla (registro fotográfico) (Rocha).

*Oncifelis geoffroyi* (d'Orbigny & Gervais, 1844). El gato montés común cuenta con registros en todos los departamentos del país salvo Rivera, y aparece inclusive en áreas suburbanas de Montevideo. Su hábitat está constituido por zonas boscosas, aunque puede encontrarse en cañadas con escaso bosque galería. Es objeto de caza debido al valor de su piel en peletería y a que algunos ejemplares se acercan a cascos de estancia o a pequeños centros poblados y pueden causar daños en aves de corral. La forma más habitual de captura es por medio de trampas cebo, aunque también se ha tenido referencia de caza con armas de fuego, combinadas o no con la ayuda de perros. Se encuentran frecuentemente ejemplares atropellados en carreteras. La persistencia de la especie en zonas suburbanas indica que es capaz de sobrevivir en medios relativamente antropizados. Es necesario, sin embargo, estudiar la capacidad de persistencia ante diversos tipos de intervenciones antrópicas, entre ellas la forestación con pinos y eucaliptos, la cual es característica de muchos sectores de la zona costera uruguaya. Localidades extra: Atlántida; Tropa Vieja (Canelones); Arroyo Limetas; Arroyo Tigre; Conchillas (Colonia) (todos ejemplares en MNHN); Camino Carrasco, cerca del Arroyo Carrasco (Montevideo); Ruta 10, km 222; Ruta 9, km 300 (Rocha) (todos ejemplares atropellados).

*Panthera onca* (Linnaeus, 1758). El jaguar cuenta con registros concretos para la costa de Uruguay en las crónicas de Isidoro de María (1976 [1888]) sobre estos animales irrumpiendo en el Montevideo colonial, así como en dos publicaciones periodísticas de la capital y el interior del país (Acosta y Lara 1986): en "El Ferro-Carril" (Montevideo, 24-II-1887, página 1) se relata "Tigre.- Hace días ha aparecido uno en el monte frente a Carmelo del otro lado del Arroyo Vacas. Varios aficionados salieron armados en su persecución sin que hayan podido darle caza". En el mismo año el periódico "La Verdad" (San Eugenio, Artigas, 3-IV-1887, página 2) publica: "Caza de un tigre.- Desde hace ya varios meses algunos vecinos de los alrededores de Maldonado sospechaban la presencia de algún animal salvaje en virtud de haber aparecido... animales muertos que tenían en el cuerpo huellas de garras formidables. ... Un vecino... arregló días pasados una enorme trampa y la armó en el paraje que denominan Mataojo... y el domingo último, finalmente pudo gozar en su maña, admirando dentro del aparato al terrible animal que medía dos varas y cuarta de largo. El cadáver del animal se exhibió en Maldonado, acudiendo muchos asustados por las fechorías de la bestia".

*Lontra longicaudis* (Olfers, 1818). El lobito de río cuenta con registros para todos los departamentos. Se trata de una especie activa tanto durante el día como en la noche. Es fácil detectar su presencia por observación directa en horas de la mañana, por las huellas y deyecciones, las cuales son utilizadas como marcas y ubicadas en lugares conspicuos, generalmente en defecaderos habituales. Las heces exhiben abundantes restos de peces y en ocasiones se asocian a un mucus de olor muy fuerte y característico. La especie no es, hasta donde se conoce, objeto de caza sistemática. Los cazadores de nutrias (*M. coypus*) ocasionalmente capturan lobitos de río en trampas de cebo. La presencia de esta especie en la zona costera es marginal, y se ve restringida a la desembocadura de ríos y arroyos y a lagunas costeras. Localidades extra: Atlántida (Canelones); Laguna Blanca (Maldonado); desembocadura del Arroyo Valizas (Rocha) (observación directa); Río Santa Lucía (San José) (MNHN).

*Conepatus chinga* (Molina, 1782). El zorrillo cuenta con registros recientes para todos los departamentos del país salvo Montevideo. Puede considerarse muy abundante en Uruguay. Según datos inéditos del autor y colaboradores, es la especie de vertebrado más afectada por los atropellamientos en carreteras. Si bien no se dan acciones extractivas directas en forma sistemática, algunas veces se mata a estos animales cuando se los encuentra cerca de viviendas humanas. La especie es animalívora generalista, y la gente de campo afirma que ingresan a gallineros, con la consecuente mortandad de aves. Si bien la secreción hedionda de este mustélido lo pone a salvo de la mayoría de los depredadores, los perros principalmente de gran tamaño pueden perseguir y matar zorrillos. Esta especie es activa principalmente en la noche, aunque frecuentemente se ven zorrillos antes del anochecer y ocasionalmente durante el día. La presencia del zorrillo en la zona costera parece estar inversamente relacionada con la magnitud de las urbanizaciones y su zona de influencia. Si bien su conservación en general no se encuentra comprometida, la preservación de pequeñas áreas silvestres en la costa podría garantizar la supervivencia allí de una de las especies más características de Uruguay. El tamaño y características de dichas áreas debería ser determinado en base a estudios de campo. Localidades extra: Balneario Jaureguiberry (Canelones); Martín Chico (Colonia); Balneario Solís (Maldonado); Balneario Atlántida (Rocha) (MNHN); Ruta 10 km 249; Ruta 9 km 265; 294; 303; 311; 312; 322; 324; 341 (todos ejemplares atropellados, Rocha).

*Galictis cuja* (Molina, 1782). El hurón cuenta con registros para 14 de los 19 departamentos del país. Se trata de una especie carnívora y relativamente abundante, aunque no es fácil de observar debido a su preferencia por hábitat de pastizales, pajonales y monte con sotobosque tupido, donde se lo ha observado y capturado con trampas de cebo cebadas con aves (obs. pers.). Es preferentemente nocturno, aunque no es raro verlo de día. No parece presentar mayores problemas de conservación, ya que se ha detectado en zonas suburbanas,

como Santiago Vázquez (González 1996) y en el Barrio Carrasco (Montevideo) (J. C. Rudolf com. pers.). No es objeto de caza habitual y se lo encuentra ocasionalmente atropellado en carreteras. Localidades extra: Arroyo Limetas; Conchillas; Martín Chico (Colonia) (MNHN); Ruta 10 km 250.5; Ruta 9, km 314 (Rocha); barra de la Laguna de Rocha (J. C. Rudolf com. pers. de observación directa).

*Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798). El mano pelada cuenta con registros para todos los departamentos del país. Se trata de un mamífero singular, debido a que es muy difícil de observar en libertad, pero sus rastros resultan muy característicos (huellas con dedos muy largos y separados entre sí) y fácilmente identificables en las riberas arenosas o barrosas de prácticamente cualquier curso de agua del país. Su alimentación en Uruguay, según se desprende de la observación de fecas (Sappa & Prigioni 1992), se basa principalmente en cangrejos del género *Aegla* (Crustacea, Decapoda). Frecuente las costas de ríos, arroyos y lagunas y se refugia durante el día en huecos de árboles en áreas de monte generalmente fluvial. Parece ser estrictamente nocturno. No se conocen acciones extractivas que afecten a esta especie. No es objeto de caza por su piel, no se ha obtenido nunca en trampas (obs. pers.) y numerosos testimonios de gente de campo afirman que es capaz de enfrentar a los perros, lo cual, sumado a su capacidad para desplazarse por los árboles, lo pone relativamente a salvo de algunas de las principales amenazas que pueden afectar a los mamíferos silvestres. Se ha encontrado atropellado en carreteras con una frecuencia algo menor a la del gato montés, y los atropellamientos de ambas especies a su vez son menos frecuentes que los de zorros, la comadreja mora y el zorrillo (obs. pers.). Localidades extra: Arroyo del Bagre (Canelones) (huellas); Estación La Pedrera; Arroyo Limetas (Colonia) (MNHN).

#### Roedores

*Cavia aperea* Erxleben, 1777. El apereá es una especie estrictamente herbívora y resulta común en todo Uruguay, donde se encuentra generalmente en zonas parcialmente antropizadas, como bordes de carreteras, caminos y terraplenes de ferrocarril. Es abundante también en pastizales, chircales, caraguatales (asociaciones de *Eryngium* spp.) y bañados. En algunas localidades se practica su cacería, particularmente por parte de niños o jóvenes, y es aprovechado para alimentación humana. Se encuentran frecuentemente ejemplares atropellados en carreteras. La presencia de este roedor es característica en muchos lugares de la zona costera. De hecho, puede considerarse un habitante típico de varios ecosistemas costeros, como bañados enclavados en cordones dunares, desembocaduras de arroyos, marismas, pastizales y chircales en general. Localidades extra: alrededores de Carmelo (Colonia, regurgitaciones de lechuga); desembocadura del Arroyo Carrasco; Balneario El Pinar; desembocadura del Arroyo Tropa Vieja; montes entre Atlántida y El Fortín (Canelones, todas observaciones

directas); Cerro de Montevideo (regurgitaciones de lechuza); Balneario Bella Vista (observación directa); Balneario Solís (regurgitaciones de lechuza) (Maldonado); Laguna de Rocha (observación directa); Ruta 10 km 232 (ejemplar atropellado); Balneario Aguas Dulces (observación directa); Ruta 9 km 285 y 319 (ejemplares atropellados); Balneario La Esmeralda (regurgitaciones de lechuza); Balneario La Coronilla (observación directa); Barra del Chuy (observación directa) (Rocha); Arazatí (observación directa); Playa Pascual (restos óseos) (San José).

*Cavia magna* Ximénez, 1980. Esta especie de apereá fue identificada como *Cavia aperea rosida* por Ximénez (1967) y posteriormente reidentificada como *C. magna* por el mismo autor (Ximénez 1980). Los registros para Uruguay se restringían al Arroyo Sauce del Peñón, al N de Laguna Negra, y al cruce del Arroyo Valizas con la Ruta 10, ambas localidades en Rocha, hasta el redescubrimiento reciente de la especie en el Refugio de Fauna Laguna de Castillos (Kraus *et al.* 2003) y al S de Ruta 10, a medio camino entre Aguas Dulces y el Arroyo Valizas (A. Saralegui com. pers.). El ambiente ocupado por esta especie en el Arroyo Valizas y Ruta 10 ha desaparecido debido al desarrollo de un centro poblado. Es probable que este roedor se encuentre distribuido más ampliamente en el SE de Uruguay, pero son imprescindibles investigaciones de campo para determinar su distribución y abundancia. La dieta es herbívora y el hábitat de este apereá parece estar estrechamente relacionado con zonas anegadizas y con la presencia de caraguatales. Kraus *et al.* (2003) determinaron una declinación acelerada y sorpresiva en el tamaño de la población bajo estudio, aparentemente debido a la depredación de un grupo familiar de hurones. Sería particularmente importante identificar áreas con poblaciones de esta especie, generar pequeñas unidades de conservación que garanticen la supervivencia de las mismas y ampliar la información biológica con que se cuenta acerca de este roedor.

*Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766). El carpincho se encuentra en todo el país, incluso en el Dpto. de Montevideo (González 1996). Si bien en muy pocas localidades puede considerarse abundante, la observación de rastros da la pauta de que poblaciones de esta especie persisten prácticamente en todos los grandes bañados, lagunas y cursos de agua medianos y grandes del interior del país, e incluso en aquellos pequeños en los cuales se forman "lagunones" o ensanchamientos suficientemente profundos como para mantener agua en épocas de sequía. Este fenómeno probablemente se deba a la capacidad de este roedor de recolonizar territorios de donde ha sido extirpado, y esto a su vez responde a la conectividad propia de la red fluvial de Uruguay. Por el contrario, en los cuerpos de agua de cuenca pequeña propios de las vertientes platense y oceánica se conoce al menos un caso de extinción del carpincho (González & Fregueiro 1999), y es muy probable que en otros pequeños bañados y cursos de agua de la costa de Canelones y Maldonado la especie haya sido extirpada. El carpincho es una especie estrictamente herbívora, y es cazada en la

mayor parte del territorio por su carne (Mones 1980). La presión extractiva de esa cacería ha llevado a disminuir notoriamente sus poblaciones, como queda demostrado en experiencias públicas y privadas de protección de áreas silvestres, en las cuales la cantidad de animales aumenta considerablemente a simple vista (e.g. Potrerillo de Santa Teresa, Rocha). Sin embargo, la especie no se encuentra en peligro, sino en situación vulnerable. En la zona costera las poblaciones de este roedor son particularmente sensibles y podrían considerarse en peligro, si no extinto, en varias localidades. Es posible reintroducir ejemplares de procedencia cercana en aquellos sitios donde ha desaparecido y disminuir la presión de caza para que poblaciones en situación vulnerable se recuperen. En el Parque Santa Teresa (Rocha) se ha mantenido una población durante años en una pequeña laguna relativamente protegida de cazadores. Se desconoce si esa población tiene conexiones permanentes o esporádicas con otras. Localidades extra: Arroyo Limetas; Conchillas; Arroyo Tigre (Colonia); Punta del Diablo (Rocha) (MNHN).

*Akodon azarae* (Fischer, 1829). El ratón de campo (Fig. 1) es común en todo el país en ambientes de pradera, monte y bañado. Se trata de una especie generalista de hábitat y de dieta, por lo cual no presenta problemas de conservación. Es frecuente también en los ambientes de dunas costeras. Esta especie se adapta incluso a condiciones fuertemente antropizadas. Localidades extra: Arroyo del Bagre; Arroyo Las Tunas; Arroyo Tropa Vieja; Atlántida; Balneario Santa Ana; Barra del Arroyo Carrasco (Canelones); Arroyo Limetas; Martín Chico (Colonia) (todos ejemplares en MNHN); Balneario Solís (regurgitaciones de lechuza); Balneario Bella Vista; desembocadura del Arroyo Maldonado; Barra del Arroyo Sauce; Las Flores Ayo. Tarariras (Maldonado) (todos ejemplares en MNHN); Cerro de Montevideo (regurgitaciones de lechuza); desembocadura del Arroyo Carrasco (Montevideo); La Paloma; Santa Teresa; La Coronilla (Rocha) (MNHN).



Figura 1. *Akodon azarae*. El ratón de campo es uno de los micromamíferos más abundantes de Uruguay.

*Calomys laucha* (Fischer, 1814). La laucha es una especie herbívora-granívora relativamente común en todo el país, en ambientes de campo abierto, zonas pedregosas y arenales costeros (Vallejo & Gudynas 1981). Si bien la conservación de esta especie no representa un problema, la misma, a nivel costero, requeriría la protección de

campos de dunas con vegetación herbácea. Localidades extra: Médanos de Solymar (Canelones, MNHN); Balneario Solís (Maldonado, regurgitaciones de lechuza); Cerro de Montevideo (Montevideo, regurgitaciones de lechuza); Playa Pascual (San José, MNHN).

*Deltamys kemp* Thomas, 1917. El ratón aterciopelado se distribuye en casi todo el país (sólo faltan registros en el litoral del Río Uruguay, desde Soriano hasta Salto) y el hecho de resultar relativamente abundante en algunas localidades (por ejemplo Parque Lecocq, Montevideo) dan la pauta de que su estado de conservación no reviste gravedad. La especie es omnívora y se restringe a hábitat de humedales, tanto juncales como pajonales, pastizales y montes inundables con sotobosque. La mayor parte de los registros de la especie en Uruguay se encuentran en localidades costeras. La conservación de este ratón en la zona costera puede lograrse protegiendo los pequeños humedales interdunares y aquellos que aparecen asociados a la desembocadura de ríos y arroyos. Localidades extra: Arroyo Tropa Vieja (Canelones); Playa Ferrando; 2 km al E de Colonia del Sacramento (Colonia); Bañados de Carrasco (Montevideo); Arroyo Valizas (Rocha); Arroyo Pereira y Ruta 1; Arroyo Cufre y Ruta 1; Paso del Mauricio, Arroyo Mauricio; barra del Río Santa Lucía; Delta del Tigre (San José) (MNHN).

*Holochilus brasiliensis* (Desmarest, 1819). La rata de agua es básicamente herbívora y es relativamente común en todo el país. No presenta problemas de conservación. Su hábitat lo constituyen zonas húmedas, e.g. bañados, lagunas, ríos, arroyos e incluso represas y tajamares. Si bien en otros países se han reportado daños en cultivos (de arroz y forestales) producidos por esta especie, en Uruguay no se conocen datos. Localidades extra: Arroyo Carrasco; Arroyo Las Tunas; Atlántida; Bañados de Carrasco; Santa Ana (Canelones); Arroyo Artilleros; Martín Chico (Colonia) (MNHN); Balneario Solís (Maldonado, regurgitaciones de lechuza); Cerro de Montevideo (Montevideo, regurgitaciones de lechuza); Ruta 9, km 241 (Rocha, MNHN).

*Lundomys molitor* (Winge, 1887). La rata grande de agua, también herbívora, es mucho menos abundante que *H. brasiliensis*, probablemente debido a que parece estar más especializada respecto al hábitat. En efecto, esta especie se encuentra básicamente en cuerpos de agua lénticos, y en ambientes lóticos aparece solamente en sitios de aguas tranquilas con abundante vegetación acuática. No presenta problemas de conservación. Localidades extra: Arroyo Las Tunas; Atlántida; Bañado Tropa Vieja (Canelones); Laguna de la Tigra Vieja; Arroyo Artilleros; Arroyo Cufre; Arroyo Limetas (Colonia); Arroyo Cufre y Ruta 1 (San José) (MNHN).

*Necomys obscurus* (Waterhouse, 1837). El ratón oscuro es omnívoro y se encuentra representado en colecciones por pocos ejemplares de escasas localidades, conociéndose al momento sólo dos sitios donde, en algunas temporadas, resultó relativamente abundante: algunos microhábitat del Parque Lecocq (Montevideo) y la desembocadura del Arroyo Tropa Vieja (Canelones). La única

localidad que cuenta con material de referencia en el interior del país es El Relincho (San José, ejemplares en Facultad de Ciencias). Mones *et al.* (2003) mencionan la especie para el Dpto. de Rivera, pero no se ha podido revisar el material que estaría dando lugar a esa mención. Se han obtenido ejemplares en juncales (asociaciones de *Juncus* sp.), en chircales y en pastizales. Se han realizado intensos trampeos en la localidad tipo (desembocadura del Arroyo Maldonado) sin lograr obtener ejemplares (obs. pers.). Ello no necesariamente significa que se haya extinguido allí, sino que tal vez sea necesario aumentar el esfuerzo de muestreo. Dado lo restringido de la distribución geográfica conocida para esta especie y la ubicación costera de la mayoría de las localidades, la preservación de esos sitios reviste importancia para la conservación e investigación de la Biología de este roedor. Localidades extra: Arroyo Tropa Vieja (Canelones, ejemplares en MNHN); Cerro de Montevideo; Bañados de Carrasco (Montevideo, ejemplares en MNHN y Facultad de Ciencias); desembocadura del Arroyo Maldonado (Maldonado) (ejemplares en Natural History Museum, Londres); Pozo del Tigre, 3 km al W de Playa Pascual (San José, ejemplares en MNHN). Mones *et al.* (2003) indican también la presencia de la especie en el Dpto. de Rocha, pero tampoco en este caso se ha tenido acceso a los ejemplares de referencia para confirmar esa mención.

*Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818). Esta especie, considerada hasta hace poco diferente de *O. delticola*, no se distingue de esa entidad nominal en caracteres morfológicos, cariológicos (Weksler & Bonvicino 2005) ni moleculares (Francés & D'Elía 2004). Al considerarse sinónimos, el nombre que se aplica a las poblaciones rioplatenses es el creado por Olfers, que es el más antiguo conocido aplicado a esta especie. El ratón colilargo grande es omnívoro y es común en ambientes de monte en todo el país. No presenta problemas de conservación. Se encuentra en la zona costera asociada principalmente con montes galería en la desembocadura de ríos y arroyos y en montes psamófilos. Localidades extra: Balneario Solís (Maldonado, regurgitaciones de lechuza); Cerro de Montevideo (regurgitaciones de lechuza).

*Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse, 1837). El ratón colilargo chico es omnívoro y es una especie común en ambientes de pastizales altos, pajonales y hábitat de humedales en general de todo el país. No presenta problemas de conservación. Se encuentra en la zona costera principalmente en áreas de bañados y vegetación asociada a cursos de agua. Localidades extra: Balneario Solís (Maldonado, regurgitaciones de lechuza); Cerro de Montevideo (regurgitaciones de lechuza).

*Oxymycterus josei* Hoffmann, Lessa & Smith, 2002. El ratón hocicudo de José es básicamente insectívoro. Es común en ambientes de humedales y monte en la zona costera de Uruguay, entre Maldonado y Soriano, aunque resulta más frecuente en ciertas localidades (e.g. Las Flores, Maldonado). No presenta problemas de conservación, aunque su reconocimiento taxonómico reciente justifica más estudios para conocer con mayor exactitud su

distribución y estatus. Localidades extra: Arroyo del Bagre (ejemplares en Facultad de Ciencias); Arroyo Sarandi; Arroyo Tropa Vieja (MNHN) (Canelones); Barra del Arroyo Maldonado (Maldonado) (ejemplares en American Museum of Natural History, New York); Balneario Las Flores (ejemplares en Museum of Vertebrate Zoology, Berkeley).

*Oxymycterus nasutus* (Waterhouse, 1837). Este ratón hoccido es básicamente insectívoro y común en ambientes de humedales y montes en el E del país. No presenta problemas de conservación. Localidades extra: Barra del Arroyo Maldonado (ejemplares en Natural History Museum, London y Museum of Vertebrate Zoology, Berkeley); Balneario Las Flores (Maldonado) (Hoffman *et al.* 2002).

*Reithrodon typicus* Waterhouse, 1837. La rata conejo es herbívora y resulta relativamente común en ambientes de pradera de todo el país, aunque es difícil de capturar con métodos convencionales. Si bien Gudynas (1989) considera que las poblaciones de rata conejo de Uruguay estarían declinando, colectas recientes y análisis de regurgitados de lechuga (González *et al.* 1995) muestran que la especie es abundante en algunas localidades. De todos modos, sería interesante estudiar los efectos de la ganadería y de la eventual (aunque improbable) competencia con la especie introducida *Lepus europaeus*, factores planteados por Gudynas (1989) como causas de la supuesta declinación poblacional. Localidades extra: Atlántida (Canelones); Arroyo Limetas (Colonia) (MNHN); Balneario Solís (Maldonado, regurgitaciones de lechuga); Cerro de Montevideo (Montevideo) (regurgitaciones de lechuga); Arazatí (San José) (MNHN).

*Scapteromys tumidus* (Waterhouse, 1837). La rata de pajonal es animalívora y muy común en ambientes de monte y humedales de todo el país, principalmente en el S. No presenta problemas de conservación. Localidades extra: arroyos Pando y Tropa Vieja; Atlántida; Balneario Santa Ana; Bañados de Carrasco; Neptunia; Salinas; San Luis (Canelones); arroyos Artilleros y Limetas; Campamento Artigas (ACJ) (Colonia) (MNHN); Arroyo Maldonado; Balneario Solís; Las Flores (Maldonado) (MNHN); Cerro de Montevideo (regurgitaciones de lechuga); Puerto de Arazatí; Ruta 1 km 112 (San José).

*Myocastor coypus* (Molina, 1782). La nutria es común en humedales de todo el país. Aunque su caza se ha realizado en forma intensiva durante décadas, esta práctica se intensificó sustancialmente a comienzos de la década de 1990 en los bañados del E de Uruguay, lo cual permitió la exportación anual de cueros por varios millones de dólares y llevó a una disminución muy importante de las poblaciones. Por esa razón su caza en forma industrial se redujo notoriamente. A pesar de ello, la nutria no presenta problemas de conservación, ya que es generalista de hábitat (siempre dentro de zonas húmedas) y puede colonizar incluso tajamares, provocando daños en los terraplenes por la excavación de túneles; esto puede reducirse dejando islas en los tajamares donde pueden hacer sus cuevas. Se encuentra en la zona

costera asociada principalmente a bañados, lagunas y desembocaduras de ríos y arroyos. Localidades extra: Arroyo Las Tunas; Arroyo Tropa Vieja; Jaureguiberry (Canelones); Arroyo Limetas; Isla Juncal; Martín Chico (Colonia) (MNHN); Laguna de las Nutrias; Laguna de Rocha (rastros); Ruta 9, km 314 (ejemplar atropellado); bañados costeros cerca de Barra del Chuy (rastros)(Rocha); Barra del Río Santa Lucía (San José) (ejemplares en MNHN).

*Ctenomys pearsoni* Lessa & Langguth, 1983 y *C. cf. pearsoni*. Esta especie de tucu tucu (Fig. 2) es abundante en muchos puntos de la costa entre Soriano y Montevideo. Las poblaciones que se encuentran de Montevideo hacia el E presentan variantes cromosómicas y morfológicas que hacen presumir que pueda tratarse de especies distintas, aunque su situación taxonómica no se encuentra resuelta (Tomasco 2003). Varias de las poblaciones mencionadas podrían encontrarse en situación crítica o amenazadas por eliminación y fragmentación de sus hábitat (González 2001). Sin embargo, la persistencia de una población de este complejo en el barrio montevideano de Carrasco indica cierta capacidad de resistir alteraciones antropogénicas por urbanización. Este hecho debería ser estudiado y ponderado adecuadamente en la formulación de una estrategia de conservación.



Figura 2. La sistemática de los tucu tucos (*Ctenomys* spp.) de Uruguay aún no ha sido resuelta, pero varias poblaciones enfrentan problemas de conservación.

#### Artiodáctilos

*Mazama gouazoubira* (Fischer, 1814). El guazubirá es un ciervo pastador, ramoneador y frugívoro que se encuentra distribuido en Uruguay en los sistemas orográficos de las Cuchillas Grande y de Haedo, contando con escasos registros fuera de esos sistemas (como el caso del Balneario Las Cañas, Dpto. de Río Negro). Los únicos puntos de la costa que cuentan con registros recientes para esta especie son los alrededores de Piriápolis y Playa San Francisco (Maldonado), el Parque Santa Teresa (Rocha) y el Balneario Guazuvirá (Canelones). Es probable que en el pasado haya estado distribuido mucho más ampliamente en montes galería y psamófilos de la costa. Pobladores del Balneario San Luis (Canelones) han proporcionado datos de la presencia de este ciervo en los montes del Arroyo del Bagre hasta tiempos recientes. Se desconoce si la especie sobrevive aún en esta localidad.



*Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus, 1766). El venado de campo (Fig. 3) es un ciervo básicamente pastador, cuya situación de conservación en Uruguay es crítica. Subsisten sólo dos poblaciones, que suman entre ambas poco más de mil individuos y se encuentra extinto en la costa. El portugués López de Souza, en 1531, (*vide* Laguarda Trías 1958) menciona la observación de venados en la Punta del Tigre (desembocadura del Río Santa Lucía, Dpto. de San José), y agrega, comentando su desembarco en la cala al E de Punta Yeguas (Montevideo): “desembarqué y me adentré en tierra, maté muchos avestruces y venados... nunca vi en Portugal tantas ovejas ni cabras como venados en esta tierra”. Por su parte, Darwin (1839), reporta la observación de venados en Maldonado.



Figura 3. El venado de campo es Monumento Natural de Uruguay, pero su situación no ha mejorado en los últimos 20 años.

*Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758). Esta especie fue mencionada para la zona costera uruguaya por Toller (1955): “A las 10 la pinaza volvió a bordo con 4 pecaris que cazaron en los bosques donde estuvimos ayer, habiendo visto una manada de 300 o 400” lo cual constituye una exageración, ya que las mayores concentraciones de estos animales se componen de pocas decenas de individuos. En la actualidad el pecarí de collar se considera extinto en Uruguay. Mones & Ximénez (1980) reportan restos de esta especie asociados a yacimientos arqueológicos en Cerro Verde (Rocha).

#### Especies exóticas

De las especies de mamíferos exóticos naturalizadas en Uruguay se encuentran en la costa el ciervo axis (*Axis axis*), el jabalí (*Sus scrofa*), la liebre (*Lepus europaeus*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), dos especies de ratas (*Rattus rattus* y *R. norvegicus*) y el ratón doméstico (*Mus domesticus*). El ciervo axis y el jabalí fueron introducidos originalmente en la zona de Anchorena (Colonia). El axis fue posteriormente introducido en el Parque Santa Teresa (Rocha), desde donde se extendió a zonas boscosas (en general constituidas por especies exóticas) en buena parte de la costa de ese departamento. La población de conejos de Isla de Flores, probablemente la más estable a lo largo de las últimas décadas, parece haberse extinguido recientemente (2004-2005) debido a una epidemia de mixomatosis. La población de Isla de Lobos se considera extinta. F. Scarabino (com. pers.) observó numerosos ejem-

plares en Isla Gorriti en 2001. Las ratas y el ratón doméstico habitan principalmente ambientes urbanos y peridomésticos, aunque se ha colectado *Rattus norvegicus* en la desembocadura de arroyos en zonas silvestres de la costa, asociadas en general a la presencia de desperdicios. En esos lugares estas ratas podrían competir con los roedores autóctonos de la subfamilia Sigmodontinae. El jabalí se ha dispersado ampliamente en el país, aunque su presencia en la zona costera está poco documentada. La liebre utiliza frecuente y exitosamente la zona costera. Esta especie es relativamente abundante en todas las regiones de campo del interior de Uruguay, así como en los cordones dunares y terrenos arenosos de la costa, donde es fácil encontrar sus deyecciones, de forma semiesférica y constituidas por fibras vegetales. El impacto ecológico de la presencia de la liebre no ha sido estudiado en Uruguay y se carece totalmente de información respecto a la situación y ecología de esta especie en los ecosistemas costeros. La escasa información con que se cuenta en América del Sur refiere a datos muy globales de situación poblacional y distribución (Grigera & Rapoport 1983). El efecto de este lagomorfo en las comunidades vegetales de la costa podría estar siendo subestimado (Rodríguez 2001).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La conservación de los mamíferos en la zona costera requiere de acciones en distintos niveles. Uno de estos niveles, no necesariamente el primero en orden cronológico, es la investigación. Es necesario realizar un inventario de ambientes silvestres importantes para la conservación de los mamíferos en la costa y evaluar el nivel de degradación en que se encuentra cada uno de ellos. También es imprescindible investigar aspectos de la Biología de las especies y sus funciones en los ecosistemas.

Si bien no existe una mastofauna costera propiamente dicha, los ambientes litorales platense y atlántico uruguayos cuentan con un conjunto de mamíferos que conforman parte fundamental de la estructura y funcionamiento ecosistémicos. El rol de varios carnívoros como depredadores es particularmente importante, y los pequeños roedores, como base de la dieta de muchos ofidios, aves de rapiña diurnas y nocturnas y de mamíferos carnívoros y omnívoros, representan elementos clave en el funcionamiento de estos ambientes (Jones 1979) ya que transfieren la energía desde el nivel básico de la trama trófica, los productores primarios, a los depredadores vertebrados. Tanto presas como depredadores mantienen un equilibrio dinámico que, en caso de colapsar, puede provocar disturbios (Fahrig & Grez 1996) cuyos impactos son desconocidos *a priori* y eventualmente negativos para el ser humano (Valencia 1986). He ahí un objetivo práctico para estudiar la Biología de las especies de mamíferos autóctonos y preservar los ecosistemas clave para su conservación, más aún en la costa, zona intensamente utilizada en Uruguay. Se deben contemplar, sin embargo, algunas situaciones especiales. Como ya se

destacó, el caso más notorio es el complejo de "cariomorfos" o variantes cromosómicas de tucu-tucus en la costa de Canelones y Maldonado. Los aspectos genéticos de estas poblaciones y su relación con la fragmentación del hábitat costero representan una temática de alta prioridad, tanto científica como conservacionista (Moreira *et al.* 1991; Gallardo & Palma 1992; Gallardo 1993; Bidau *et al.* 1996; Lessa & Cook 1998; Amos & Balmford 2001). La resolución de la sistemática de este grupo es compleja, encierra aspectos conceptuales acerca de la naturaleza de las especies y requiere la dedicación específica de investigadores aplicados a tal fin, para lo cual la financiación debería proceder directamente de los organismos nacionales responsables de la conservación. De continuar el patrón actual de modificación de la zona costera, es probable que se llegue en las próximas décadas a la extinción de estos roedores muy característicos de Uruguay (Altuna *et al.* 1999). Nuestra sociedad, sin embargo, es aún incapaz de asumir en términos prácticos y económicos una estrategia de conservación, y el problema de estos tucu tucus, siendo probablemente los mamíferos de más alta prioridad de conservación en la zona costera, no ha llamado mucho la atención, ni siquiera de los grupos ambientalistas.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La conservación de los organismos y paisajes primitivos de la costa uruguaya tiene diversos imperativos, algunos de orden práctico (Costanza *et al.* 1997) y otros de tipo ético, ya que existen unidades evolutivamente significativas (Eizirik 1996) de cuya supervivencia los uruguayos somos los únicos responsables.

Es preciso comprender que la conservación no puede llevarse a cabo sin apoyo económico. Si no se destinan recursos financieros es entonces imposible pensar en una estrategia para la conservación de la naturaleza en general y la de los mamíferos en particular, ya sea en todo el país o en la zona costera. Respecto a los mamíferos, en la mayor parte de los casos se recomienda conservar las áreas silvestres donde las diversas especies de este grupo sobreviven, especialmente de matorral y bosque psamófilo. Como los ecosistemas naturales han sido relegados a puntos cada vez más acotados de la costa, las áreas importantes actualmente para los mamíferos probablemente coinciden con aquellas trascendentes para otros grupos biológicos, y su protección podría representar, en forma rápida y relativamente simple el primer paso de una estrategia de conservación adecuada. Esto es una cuestión sencillamente de sentido común, aunque se enfrenta con innumerables escollos representados por intereses particulares *versus* el beneficio colectivo.

A nivel educativo se debe hacer énfasis especialmente en los habitantes y visitantes de las zonas costeras. La educación y la información, sumadas a la toma de medidas concretas y visibles de conservación, deben generar conciencia en los uruguayos y en los turistas extranjeros

sobre la importancia de proteger las pocas áreas silvestres que aún quedan en la costa.

En el caso especial de los tucu tucus, tal vez una estrategia de conservación conciliadora debiera combinar la implementación de áreas silvestres protegidas con una campaña para convencer a los vecinos de los balnearios (Solís, Punta del Este) de no matar ni eliminar a los tucu tucus de los jardines y terrenos, incluyendo la adecuada provisión de información y la generación de conciencia acerca de que esta especie o variedad genética puede ser, tanto para Canelones como para Balneario Solís, un símbolo turístico entre las especies animales que encuentran en esos lugares su único hábitat.

Si bien la mayor parte de las especies que se incluyen en este artículo no presentan mayores problemas de conservación a nivel nacional, algunas (e.g. carpincho y guazubirá) han visto reducidas sus poblaciones en la costa como resultado directo o indirecto de actividades antrópicas y otras se han extinguido en la zona (venado de campo) o en todo el país (jaguar). La conservación de las especies más afectadas en la actualidad requiere, además de la implementación de áreas protegidas, de programas de reintroducción. Es necesario también actuar fuera de las áreas protegidas revirtiendo los factores que han llevado a la declinación poblacional. Algunos de estos factores son la fragmentación del hábitat y la eliminación progresiva de los ambientes de dunas y montes indígenas costeros (por forestación con especies exóticas y urbanización descontrolada, debido a la falta de ordenamiento territorial), la contaminación (principalmente de cursos de agua cercanos a la capital) y la caza.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Carlos Calimares, Santiago Claramunt, Jorge Cravino, Tabaré González, Carlos Prigioni, Juan Carlos Rudolf, Alvaro Saralegui y Fabrizio Scarabino la información proporcionada en base a observaciones personales sobre diversas especies de mamíferos. Javier González colaboró eficientemente en el procesamiento de información procedente de la colección del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología. Alby García López, Lorena Rodríguez y los restantes editores y revisores realizaron valiosos comentarios acerca de versiones preliminares del manuscrito. Agradezco a los editores de la presente obra la invitación a participar en la misma y a la organización Vida Silvestre el apoyo constante a lo largo de una década de trabajo de campo en el cual se basa la información que aquí se presenta.

#### REFERENCIAS

- Acosta y Lara E** 1986 Cuando los tigres eran noticia. Hoy es Historia 3(16):52-53. Montevideo
- Altuna CA** 1983 Sobre la estructura de las construcciones de *Ctenomys pearsoni* Lessa & Langguth 1983 (Rodentia, Octodontidae). Resúmenes y Comunicaciones de las Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 19-24 de setiembre de 1983) 3:70-72

- Altuna CA** 1985 Microclima de cuevas de *Ctenomys pearsoni* (Rodentia, Octodontidae) en Arroyo Carrasco (Montevideo). Actas de las Jornadas de Zoología del Uruguay (Montevideo, 23-28 de setiembre de 1985):59-60
- Altuna CA** 1991 Microclima de cuevas y comportamientos de homeostasis en una población del grupo *Ctenomys pearsoni* del Uruguay (Rodentia, Octodontidae). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época) 6:35-46. Montevideo
- Altuna CA & S Corte** 1989 (1987) La glándula perineal de *Ctenomys pearsoni* y *Ctenomys rionegrensis* (Rodentia, Octodontidae) del Uruguay. Brenesia 28:33-39. San José
- Altuna CA Francescoli G & G Izquierdo** 1991 Copulatory pattern of *Ctenomys pearsoni* (Rodentia, Octodontidae) from Balneario Solís, Uruguay. Mammalia 55:316-318
- Altuna CA Tassinio B & G Izquierdo** 1992 Estructura de sistemas de cuevas y disponibilidad de forraje en una población de *Ctenomys* (cariomorfo Solís) (Rodentia, Octodontidae). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7(2da época):39-40
- Altuna CA Francescoli G Tassinio B & G Izquierdo** 1999 Ecoetología y conservación de mamíferos subterráneos de distribución restringida: el caso de *Ctenomys pearsoni* (Rodentia, Octodontidae), en el Uruguay. Etología 7:47-54. Madrid
- Amos W & A Balmford** 2001 When does conservation genetics matter? Heredity 87:257-265
- Applin OV** 1894 Field notes on the mammals of Uruguay. Proceedings of the Zoological Society of London 1894:297-315
- Barlow JC** 1969 Observations on the Biology of rodents in Uruguay. Life Sciences Contributions. Royal Ontario Museum 75:1-59. Toronto.
- Bidau CJ Giménez MD & JR Contreras** 1996 Especiación cromosómica y la conservación de la variabilidad genética: el caso del género *Ctenomys* (Rodentia, Caviomorpha, Ctenomyidae). Mendeliana 12(1):25-37
- Clara M** 1999 Mamíferos. Pp 378-379+Especies de mamíferos terrestres en el área de estudio. Pp 522-526 In: López Laborde Perdomo & Gómez Erache (eds) Diagnóstico ambiental y socio-demográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata. Recopilación de informes técnicos. Ecoplata, Montevideo (versión digital)
- Chebataroff J** 1979 Elementos para una geopolítica de preservación del Plata. Geopolítica 4(8):5-16.
- Constanza R d'Arge R de Groot R Farber S Grasso M Hannon B Limburg K Naem S O'Neill RV Paruelo J Raskin RG Sutton & M van den Belt** 1997 The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260
- Cravino JL Calvar ME Berrutti MA Fontana NA & JC Poetti** 1997 American Southern Cone foxes predators or prey? An Uruguayan study case. Journal of Wildlife Research 2(2):107-114
- Cravino JL Calvar ME Poetti JC Berrutti MA Fontana NA Brando ME & JA Fernández** 2000 Análisis holístico de la predación en corderos: un estudio de caso, con énfasis en la acción de "zorros" (Mammalia: Canidae). Veterinaria 35(141):24-41+1 lám. Montevideo
- Darwin C** 1839 Journal and remarks. 1832-1836. En: Narrative of the surveying voyage of HMS Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836, describing their examination of the southern shores of South America and the Beagle's circumnavigation of the Globe, 3:xiv+1-615. Calbourn, London.
- D'Elía G & JA Martínez (en prensa)** Registros uruguayos de *Gracilinanus Gardner* et Creighton, 1989 y *Cryptonanus Voss*, Lunde et Sansa, 2005 (Didelphimorphia, Didelphidae). Mastozoología Neotropical
- D'Elía G Ubilla M & CA Altuna** 1992 Características discriminantes y morfofuncionales de la pelvis en poblaciones de *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae) del Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7(2da época):41-42
- de María I** 1976 (1988) Montevideo antiguo. Biblioteca Artigas. Colección Clásicos Uruguayos. Vol. 23. 315 pp
- Devincenzi GJ** 1935 Mamíferos del Uruguay. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo 2(4)10:1-96
- Eizirik E** 1996 Ecología molecular, genética da conservação e o conceito de unidades evolutivamente significativas. Brazilian Journal of Genetics 19(4) Supplement:23-29
- Fahrig L & AA Grez** 1996 Population spatial structure, human-caused landscape changes and species survival. Revista Chilena de Historia Natural 69:5-13
- Francés J & G D'Elía** 2004 Taxonomía alfa de poblaciones asignadas a *Oligoryzomys delticola* y *O. nigripes* (Rodentia, Sigmodontinae). 19ª Jornadas Argentinas de Mastozoología. Puerto Madryn. P. 74
- Francescoli G** 1992 Aportes al estudio sistematizado y analítico de la comunicación acústica en el género *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época) 7:47-48. Montevideo
- Francescoli G** 1999 A preliminary report on the acoustic communication in Uruguayan *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae): basic sound types. Bioacoustics 10:203-218
- Francescoli G** 2001 Vocal signals from *Ctenomys pearsoni* pups. Acta Theriologica 46(3):327-330. Bialowieza
- Francescoli G** 2002 Geographic variation in vocal signals of *Ctenomys pearsoni*. Acta Theriologica 47(1):35-44. Bialowieza
- Gallardo MH** 1993 Genética y demografía en *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae) en hábitats fragmentados. Marmosiana:34-42
- Gallardo MH & E Palma** 1992 Intra- and interspecific genetic variability in *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae). Biochemical Systematics and Ecology 20(6):523-534
- Gambarotta JC Saralegui A & EM González** 1999 Mamíferos. In: Vertebrados tetrápodos del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Relevamientos de Biodiversidad 3:1-7. Montevideo
- González EM** 1996 Mamíferos silvestres del Parque Lecocq y adyacencias. Lista preliminar y comentarios sobre su abundancia relativa y distribución en la zona. CIPFE/CLAES Contribuciones en Biología 16:5-6. Montevideo
- González EM** 2000 Lista sistemática, afinidades biogeográficas, hábitos y hábitats de los mamíferos terrestres autóctonos de Uruguay (Mammalia): una introducción. Pp 58-73 In: Jornadas sobre Animales Silvestres, Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente. Comisión Ambientalista, Facultad de Veterinaria. Montevideo
- González EM** 2001 Guía de campo de los mamíferos de Uruguay. Introducción al estudio de los mamíferos. Vida Silvestre Uruguay. 339 pp. Montevideo
- González EM** (en preparación) Mamíferos terrestres y costeros de Uruguay. Museo Nacional de Historia Natural y Antropología & VIDA SILVESTRE. Montevideo
- González EM & G Fregueiro** 1998 Mamíferos no voladores de Laguna del Cisne, Departamento de Canelones, Uruguay (Mammalia). Relevamientos de Biodiversidad 2:1-7. Montevideo
- González EM & A Saralegui** 1996 Análisis de componentes mastozoológicos en regurgitados de *Athene cunicularia* (Aves, Strigiformes) del Parque Santa Teresa, Rocha, Uruguay. CIPFE/CLAES Contribuciones en Biología 16:4. Montevideo

- González JC & C Ríos** 1980 Refugios epigeos del "Tatú" *Dasyopus n. novemcinctus* Linné (Mammalia: Dasypodidae). I Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 29 de setiembre-4 de octubre de 1980), Resúmenes 1:129-130. Montevideo
- Grigera DE & EH Rapoport** 1983 Status and distribution of the European hare in South America. *Journal of Mammalogy* 64(1):163-166
- Gudynas E** 1989 The conservation status of South American rodents: many questions but few answers. Pp 20-25 *In*: Lidicker (ed) Rodents. A World survey of species of conservation concern. Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission (SSC) (4). IUCN, Gland
- Gudynas E & JA Fabrício-Filho** 1981 Notas para la conservación de las costas de Uruguay y Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletín de la Sociedad para la Preservación de la Naturaleza* 1:3-15. Montevideo
- Hoffman FG Lessa EP & MF Smith** 2002 Systematics of *Oxymycterus* with description of a new species from Uruguay. *Journal of Mammalogy* 83(2):408-420
- Izquierdo G Francéscoli G Tassino B & CA Altuna** 1989 Organización del comportamiento sexual en *Ctenomys pearsoni* (Rodentia, Octodontidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay) 5(2ª época):43
- Jones R** 1979 Predatory-prey relationships with particular reference to vertebrates. *Biological Review* 54:73-97
- Kraus C Künkele J & F Trillmich** 2003 Spacing behaviour and its implications for the mating system of a precocial small mammal: an almost asocial cavy *Cavia magna*? *Animal Behaviour* 66:225-238
- Laguarda Triás RA** 1958 Viaje del portugués Pedro Lopes de Souza al Río de la Plata en 1531. *Revista de la Sociedad de Amigos de la Arqueología* 15:103-170. Montevideo.
- Legrand CD** 1959 Comunidades psamófilas de la región de Carrasco (Uruguay). *Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo* (2ª Serie) 6(7):1-53, 23 lám.
- Lessa EP & JA Cook** 1998 The molecular phylogenetics of tucutucos (genus *Ctenomys*, Rodentia: Octodontidae) suggests an early burst speciation. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9(1):88-99
- Lessa EP & A Langguth** 1983 *Ctenomys pearsoni n. sp.* (Rodentia, Octodontidae), del Uruguay. Resúmenes y Comunicaciones de las Jornadas de Ciencias Naturales (Montevideo, 19-24 de setiembre de 1983) 3:86-88
- López Laborde J Perdomo A & M Gómez Erache** 2000 Diagnóstico ambiental y socio-demográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata. Compendio de los principales resultados. ECOPLATA, Montevideo. 180 pp
- Novello A & EP Lessa** 1986. G-band homology in two karyomorphs of the *Ctenomys pearsoni* complex (Rodentia, Octodontidae) of neotropical fossorial rodents. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 51:378-380. Jena
- Novello A Sambarino C & S Monzón** 1990 Chromosomal variation in two populations of the genus *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae) from Uruguay. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 55(1):43-48. Jena
- Mones A** 1980 Estudios sobre la familia Hydrochoeridae (Rodentia), VIII. Sinopsis sobre la situación de la población del carpincho, *Hydrochoerus hydrochaeris* (L.) en el Uruguay. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias (Serie Ciencias Biológicas)* 1(9):101-104. Montevideo
- Mones A & A Ximénez** 1980 Hallazgo de dos mamíferos extintos del Uruguay. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias (Serie Ciencias Biológicas)* 1(12):201-206. Montevideo
- Mones A González J Praderi R & M Clara** 2003 Diversidad de la biota uruguaya. *Mammalia. Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología* (2ª Serie) 10(4):1-27. Montevideo
- Moreira DM Franco MHLP reitas TRO & TA Weimer** 1991 Biochemical polymorphisms and phenetic relationships in rodents of the genus *Ctenomys* from Southern Brazil. *Biochemical Genetics* 29(11-12):601-615
- Pine RH Dalby PL & JO Matson** 1985 Ecology, postnatal development, morphometrics and taxonomic status of the short-tailed opossum, *Monodelphis dimidiata*, an apparently semelparous annual marsupial. *Annals of the Carnegie Museum* 54(6):195-231
- Redford KH** 1985 Food habits of armadillos (Xenarthra: Dasypodidae). Pp 429-437 *In*: Montgomery (ed) The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilings. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
- Rodríguez JP** 2001 Exotic species introductions into South America: an underestimated threat? *Biodiversity and Conservation* 10:1983-1996
- Sanborn CC** 1929 The land mammals of Uruguay. *Field Museum of Natural History (Zoological Series)* 17(4):147-165. Chicago
- Sappa A & C M Prigioni** 1992 Aportes para el conocimiento de la alimentación de *Procyon cancrivorus nigripes* Mivart 1885 (Mammalia: Carnivora: Procyonidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7(2da época):98
- Toller W** 1955 Viaje de William Toller a la Banda Oriental y Río de la Plata en 1715. Documento para la Historia de la República Oriental del Uruguay, 2. Relatos de viajes, memorias y autobiografías:ix-xxix+1-82. Facultad de Humanidades y Ciencias. Montevideo
- Tomasco IH** 2003 Filogeografía del tucu-tucu *Ctenomys pearsoni*: variación del ADN mitocondrial y sus implicancias para la diferenciación cromosómica. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 87 pp (Inédita)
- Ubilla M & CA Altuna** 1987 Morfología diferencial y dimorfismo sexual en la pelvis de *Ctenomys pearsoni* Lessa & Langguth, 1983 y *C. rionegrensis* Langguth & Abella, 1970 (Rodentia, Octodontidae). *Iheringia (Serie Zoología)* 66:33-42. Porto Alegre
- Ubilla M & CA Altuna** 1990 Analyse de la morphologie de la main chez des espèces de *Ctenomys* de l'Uruguay (Rodentia: Octodontidae). *Adaptations au fouissage et implications évolutives. Mammalia* 54(1):107-117
- Valencia D** 1986 La investigación sobre daño de vertebrados (aves y mamíferos) en países en desarrollo. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 17:125-127
- Vallejo S & E Gudynas** 1981 Notas sobre la distribución y ecología de *Calomys laucha* en Uruguay (Rodentia: Cricetidae). *Contribuciones en Biología, Centro Don Orione* 4:1-16. Montevideo
- Weksler M & C Bonvicino** 2005 Taxonomy of pigmy rice rats genus *Oligoryzomys* Bangs, 1900 (Rodentia, Sigmodontinae) of the Brazilian Cerrado, with the description of two new species. *Arquivos do Museu Nacional* 63(1):113-130. Rio de Janeiro
- Ximénez A** 1967 Consideraciones sobre un mamífero nuevo para el Uruguay: *Cavia aperea rosida* Thomas, 1917 (Mammalia, Caviidae). *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 9(116):1-4
- Ximénez A** 1980 Notas sobre el genero *Cavia* Pallas con la descripción de *Cavia magna sp. n.* (Mammalia - Caviidae). *Revista Nordestina de Biología* 3(especial):145-179. João Pessoa
- Ximénez A Langguth A & R Praderi** 1972 Lista sistemática de los mamíferos del Uruguay. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo* (2ª Serie) 7(5):1-49

## Vertebrados fósiles de la costa uruguaya

ANDRÉS RINDERKNECHT

rinderk@adinet.com.uy



### RESUMEN

Se describen los principales yacimientos de vertebrados fósiles que afloran en la costa platense y atlántica de Uruguay. Para esto se siguió un criterio geográfico y de riqueza fosilífera, reseñando los afloramientos paleontológicos más prolíficos. Estos afloramientos estarían repartidos en tres o cuatro formaciones geológicas cuyas antigüedades se extenderían desde el Mioceno tardío hasta el Pleistoceno tardío y los mismos se encuentran localizados en Colonia, San José, Canelones y Rocha. En Colonia se analizan sedimentos aflorantes en las barrancas costeras del Arroyo El Caño, cuya antigüedad se remontaría al Pleistoceno tardío. Esta localidad presenta abundantes materiales osteológicos de un gran perezoso terrestre perteneciente al género *Lestodon*, así como restos de notoungulados pertenecientes al género *Toxodon*, camélidos y équidos entre otros. La Bahía de Colonia presenta sedimentos expuestos sobre plataforma de abrasión y normalmente cubiertos por las aguas del Río de la Plata con una gran cantidad de mamíferos terrestres pleistocénicos en excelente estado de conservación, así como restos de mamíferos miocénicos tanto terrestres como acuáticos. En la costa de San José se registran tres unidades litoestratigráficas de gran importancia para la paleontología nacional, cuyas antigüedades se extenderían desde el Mioceno tardío al Pleistoceno, con numerosos registros fósiles novedosos tanto desde una perspectiva taxonómica como geocronológica y paleoambiental. Por último, se analizan afloramientos cuaternarios de Canelones y Rocha y se discuten las prioridades de investigación para el área de estudio.

**Palabras clave:** Río de la Plata, yacimientos fosilíferos, Mioceno tardío, Pleistoceno tardío, Uruguay

### ABSTRACT

The main locations of fossil vertebrates that appear in the Río de la Plata and Atlantic coast of Uruguay are described. For this, a geographical approach with the account of the fossiliferous richness of each site was followed, pointing out the most prolific paleontological sites. These sites would be distributed in three or four geological formations dating from the late Miocene to the late Pleistocene, and these are located in Colonia, San José, Canelones and Rocha. In Colonia, the sediments studied come from a site in the coastal cliffs of El Caño creek, probably of late Pleistocene age. This site has yielded abundant osteological material belonging to the giant ground sloth *Lestodon*, as well as notoungulates of the genus *Toxodon*, camelids and equids, among others. The harbor of Colonia shows Quaternary sediments on the abrasion platform that are normally covered by the waters of the Río de la Plata. These have yielded a great amount of very well preserved Pleistocene terrestrial mammals, as well as terrestrial and aquatic Miocene mammals. Along the coast of San José, three very important lithostratigraphic units are recorded, ranging from late Miocene to Pleistocene, with numerous fossil findings that included taxonomical, geochronological and palaeoenvironmental novelties. Finally, Quaternary sites in Canelones and Rocha are considered and research priorities for the study area are discussed.

**Key words:** Río de la Plata, fossiliferous outcrops, late Miocene, late Pleistocene, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

El hecho de que la paleontología sea una ciencia relativamente nueva en Uruguay no ha impedido contar con un rico patrimonio de colecciones paleontológicas, en su mayoría formadas por aficionados cuyos trabajos de colecta se extienden por casi dos siglos de historia. Traemos a colación este hecho ya que no es posible abordar el tema de los vertebrados fósiles de la costa uruguaya sin tener en cuenta que muchas veces los yacimientos más ricos (o sobre los que se han realizado mayores esfuerzos de colecta), no han sido estudiados por personas con una sólida formación científica, pese a lo cual han podido conservarse una gran cantidad de materiales osteológicos recuperados por particulares. La mayoría de las colec-

ciones formadas por estos particulares han sido adquiridas con el paso del tiempo por museos públicos e intendencias municipales. Seguramente, el hecho que en Uruguay los trabajos de campo no hayan sido una prioridad para las instituciones científicas competentes es lo que ha condicionado la dependencia que actualmente tienen los científicos para con las mencionadas colecciones.

En este artículo se pretenden describir los principales yacimientos de vertebrados que afloran en la costa platense y atlántica de Uruguay (Fig. 1), algunos de los cuales sólo han sido dados a conocer por el trabajo de los coleccionistas mencionados anteriormente. Para realizar esta tarea se siguió un criterio geográfico y de riqueza fosilífera,



**Figura 1.** Mapa mostrando las localidades estudiadas. 1) Barrancas costeras del Arroyo El Caño; 2) Bahía de Colonia; 3-4) Barrancas costeras de los balnearios Arazatí (3) y Kiyú (4); 5) Balneario San Luís; 6) Costa del Dpto. de Rocha.

pretendiendo abarcar toda la costa reseñando los afloramientos paleontológicos más prolíficos.

Estos afloramientos estarían repartidos en tres o cuatro formaciones geológicas cuyas antigüedades se extenderían desde el Mioceno tardío hasta el Pleistoceno tardío y los mismos se encuentran localizados en los departamentos de Colonia, San José, Canelones y Rocha. La mayoría de los vertebrados fósiles que se han colectado en la costa uruguaya son mamíferos y los hallazgos de otros grupos de vertebrados son relativamente poco frecuentes, aunque en muchos casos hayan aportado datos relevantes desde un punto de vista taxonómico y paleoambiental.

#### DEPARTAMENTO DE COLONIA

El Dpto. de Colonia es quizás el que más materiales de vertebrados fósiles ha aportado a Uruguay, con tres de las más importantes colecciones paleontológicas nacionales: la colección Augusto Teisseire (depositada en el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología), la colección Armando Calcaterra (exhibida en el Museo Paleontológico del Real de San Carlos) y la de Bautista Rebuffo (parcialmente expuesta en el Museo Municipal de Colonia). Todas estas colecciones se formaron principalmente con materiales provenientes de la costa del mencionado departamento.

#### Barrancas costeras del Arroyo El Caño

En las barrancas costeras que afloran al W del Arroyo El Caño (34°25'S-57°55'W) se encuentra un nivel estratigráfico basal constituido por arcillas de color verdoso, con arena de granulometría variable y algo de gra-

va. Este estrato se encuentra generalmente cubierto por las arenas de la playa y es uno de los puntos con mayor riqueza de mamíferos cuaternarios conocidos en el país. De dicho nivel se han podido recuperar materiales osteológicos en diversos estados de preservación, los cuales pueden aparecer fracturados o completos pero nunca articulados. La disposición de estos elementos, así como otras características tafonómicas presentes en el yacimiento indican claramente un ambiente deposicional fluvial o lacustre. En lo que respecta a la formación geológica de esta unidad, la misma correspondería a la Formación Dolores o Libertad (Pleistoceno medio-tardío), pero debido a la difícil caracterización de estas dos formaciones no es posible lograr una determinación geológica precisa.

De todos los materiales registrados en la localidad estudiada destacan por su abundancia los de un gran perezoso terrestre (con una masa corporal estimada en las tres toneladas) perteneciente al género *Lestodon*, representando los fósiles de este taxón 70% del total de los materiales esqueléticos recuperados. Otros taxones abundantes son los notoungulados (mamíferos ungulados típicos de Sudamérica) pertenecientes al género *Toxodon* y camélidos (guanacos y vicuñas) del género *Paleolama* o *Hemiauchenia* (obs. pers.).

Pese a que estos cuatro taxones son los que resaltan por su abundancia, de este estrato se han recuperado muchos de los mamíferos fósiles registrados frecuentemente en el Pleistoceno tardío de la región, con cuatro géneros de gliptodontes (*Glyptodon*, *Panochthus*, *Doedicurus* y *Neuryurus*), pecaríes, dasípodos (mulitas o armadillos) del género *Proptraopus* y équidos del género *Equus* (Rinderknecht 1999). El conjunto de esta fauna indica que la misma tiene afinidad con la Edad Mamífero Lujanense de la Argentina.

En lo que respecta a las consideraciones paleoambientales, tanto para *Lestodon* como para *Toxodon* se han inferido hábitos pastadores (MacFadden & Shockey 1997; Bargo 2004) por lo que se propone un ambiente compuesto por áreas abiertas con un clima quizás más árido y frío que el actual. Por otra parte, la presencia de camélidos indicarían una vegetación de tipo xerófila (ver Menéaz & Jaureguizar 1995).

Es destacable la importancia de esta localidad para la historia de la paleontología nacional, ya que gran parte de los materiales que componen las colecciones paleontológicas mencionadas anteriormente provienen de estas barrancas, las cuales han servido para tareas de capacitación para personas que supieron convertirse en expertos colectores. De todos modos, también es importante aclarar que dichas barrancas son en la actualidad el objetivo de muchos colectores no preparados e incluso de comerciantes de fósiles. Esta localidad es la única de las tratadas en este trabajo que es regularmente frecuentada por colectores de fósiles que no tienen ninguna vinculación con instituciones científicas; es por este motivo que consideramos existe una verdadera "depredación" sobre el lugar.

### Bahía de Colonia

En la bahía de la ciudad de Colonia (34°28'S-57°51'W) se localiza un yacimiento muy rico en vertebrados fósiles que hasta el momento no ha sido estudiado en profundidad. Una de las causas es que los sedimentos portadores de los materiales fósiles se hallan normalmente cubiertos por el Río de la Plata, requiriéndose para la colecta de materiales *in situ* condiciones climáticas especiales que produzcan la regresión temporal de las aguas.

Para esta localidad, Verde & Perea (1992) dan a conocer una serie de vertebrados recuperados en sedimentos aflorantes sobre la plataforma de abrasión, compuestos por pelitas y areniscas. Se trata de un fragmento craneal de un perezoso terrestre perteneciente a la familia Megalonychidae (*Pliomorphus ameghinoi*), una mitad proximal de tibia de un macrauquénido (mamífero ungulado perteneciente al Orden Litopterna) afín al género *Scalabrinitherium* y un fragmento rostral del cetáceo *Sauroctes argentinus* (Platanistoidea: Iniidae). Todos estos taxones estarían acotando la edad de los sedimentos portadores al Mioceno tardío (y probablemente a la Edad mamífero Huayqueriense).

La presencia de un Platanistoidea en este yacimiento es relevante desde un punto de vista paleoambiental, ya que todos los integrantes actuales de este grupo son cetáceos adaptados a aguas de baja salinidad. Por otra parte, la asociación de cetáceos con vertebrados terrestres indican un ambiente depositacional parálico.

También existen sedimentos cuaternarios en esta localidad, los cuales han proporcionado excelentes materiales tanto por sus estados de preservación como por su variedad taxonómica. Entre los numerosos registros se destaca el hallazgo de un esqueleto parcialmente completo de *Lestodon armatus*, un cráneo de *Smilodon* (conocido vulgarmente con el nombre de "Tigre Dientes de Sable"), y numerosos restos de gliptodontes, équidos y toxodontes. La asociación faunística recuperada en estos últimos sedimentos acotaría la edad de los mismos al Pleistoceno tardío.

### DEPARTAMENTO DE SAN JOSÉ

En la costa del Dpto. de San José afloran dos unidades litológicas (Formación Camacho y Raigón) de gran importancia para el estudio de los vertebrados fósiles de Uruguay, cuyas edades se extenderían desde el Mioceno tardío hasta el Pleistoceno medio.

Las dos localidades más estudiadas son las costas de los balnearios Kiyú (34°44'S-56°50'W) y Arazatí (34°31'S-57°03'W), cuya prospección paleontológica comenzara hacia principios del siglo pasado. Ambos balnearios presentan una paleofauna similar distribuida en las mismas unidades litológicas, hecho que permite tratarlas como una sola localidad.

### Formación Camacho

Los sedimentos de esta unidad que afloran en la región relevada fueron originalmente denominados como Formación Kiyú por Francis & Mones (1965a), pero ac-

tualmente se considera que constituyen una facies parálica de la Formación Camacho (Da Silva 1990). También existen algunos autores que incluyen estos sedimentos en la Formación Raigón (Preciozzi *et al.* 1986; Bossi & Navarro 1991).

Tanto en Kiyú como en Arazatí, la Formación Camacho se expresa mediante un conjunto de pelitas basales semiarenosas de coloración gris-verdosa que eventualmente pueden presentar cuerpos de roca y concreciones. En lo que respecta a los vertebrados fósiles provenientes de estos sedimentos, puede decirse que la gran mayoría de los mismos son mamíferos, aunque también se han podido colectar restos de peces, reptiles y aves.

El taxón más abundante en esta localidad es un roedor caviomorfo perteneciente a la familia Chinchillidae del cual se han podido rescatar todos los elementos esqueléticos, siendo particularmente abundantes sus restos cráneo-mandibulares. Sin embargo, la abundancia de estos últimos animales en los afloramientos tratados no ha aportado datos relevantes desde un punto de vista geocronológico y paleoambiental.

El taxón más característico de esta paleofauna es un pequeño gliptodonte ("*Stromaphoropsis*"), del cual se han rescatado elementos muy completos tanto en Kiyú como en Arazatí. En base a la abundancia de este taxón, Perea (1993a) propone crear una "Biozona de *Stromaphoropsis*", aunque recientemente se ha cuestionado la validez de la asignación genérica de muchos de estos materiales, proponiéndose la inclusión de los mismos en una nueva especie dentro del género *Pseudoplohophorus* (Perea & Martínez 2004; Perea 2005). Son también abundantes en esta localidad los restos de toxodóntidos pertenecientes al género *Dinotoxodon* y los litopternos asignados tentativamente al género *Scalabrinitherium* (Piñeiro *et al.* 1994; Piñeiro & Rinderknecht 2000).

También se han podido colectar fósiles de grandes perezosos terrestres del género *Ranunculcus* y *Pronothrotherium*, así como fragmentos indeterminados de megatéridos y milodóntidos. Entre los cingulados (armadillos) son destacables los materiales colectados de *Proeuphractus limpidus* y *Kraglievichia paranensis* (Perea 1993b; Perea & Scillato-Yané 1995). Revisten especial importancia geocronológica los materiales del roedor hidroquérido *Kiyutherium orientalis* descritos por Francis & Mones (1965b) ya que este taxón o una forma muy afín fue posteriormente citada para sedimentos del Mioceno Tardío de Argentina, Brasil y Perú (Pascual & Bondesio 1982; 1985; Frailey 1986; Latrubesse *et al.* 1997). Los restos de este último taxón, conjuntamente con los hallados de *Pseudoplohophorus*, señalarían que la fauna aquí tratada tiene una clara afinidad con la Edad Mamífero Huayqueriense (Ubilla *et al.* 1990; Perea *et al.* 1994; 1996; Ubilla & Rinderknecht 2003) representada en sedimentitas de Argentina (Marshall & Cifelli 1991).

Desde el punto de vista paleoambiental, la ocurrencia de vertebrados continentales en asociación con teleosteos y peces cartilaginosos, así como la tafonomía presente en esta unidad, sugieren una depositación

estuarina o marina somera. Por otra parte, el hallazgo de una "liebre patagónica" (Rodentia: Caviidae) sugeriría la presencia de ambientes terrestres abiertos y áridos o semiáridos (Ubilla & Rinderknecht 2003).

### Formación Raigón

Inmediatamente por encima de los sedimentos de la Formación Camacho, en un límite que puede ser erosivo o transicional, se encuentra representada la Formación Raigón, también denominada Formación San José por Francis & Mones (1965a); de hecho, esta última denominación es la que tiene prioridad nomenclatural pero los sedimentos de dicha unidad han sido tratados bajo uno u otro nombre dependiendo del autor. En el presente trabajo se sigue la primera denominación para mantener una coherencia con otros capítulos tratados en este libro.

Se trata de sedimentos compuestos por areniscas de granulometría variable con intercalaciones arcillosas y conglomerados. Los primeros estudios referidos a los vertebrados hallados en esta unidad fueron realizados por el paleontólogo argentino Lucas Kraglievich (1932), quien se radicara algunos años en Uruguay y describiera varios taxones provenientes de esta localidad colectados por Alejandro Berro y depositados en el Museo Paleontológico y de Ciencias Naturales "Alejandro C. Berro", del Dpto. de Soriano (Mercedes).

Una de las características más sobresalientes de los vertebrados procedentes de esta localidad es el alto grado de endemismos registrados y la naturaleza muchas veces fragmentaria de los fósiles descubiertos. Otra peculiaridad es el hecho de que muchos de los taxones que se han atribuido a esta unidad son rodados, por lo que algunos autores han considerado que muchos de los mismos no pueden ser relacionados con certeza a la Formación Raigón (Perea & Martínez 2004). Sin embargo, la gran mayoría de los fósiles que se han descrito para esta formación conservan parte de la ganga sedimentaria, lo cual permite una asignación estratigráfica que excluye a las demás formaciones geológicas aflorantes en la región.

La presencia de roedores cardiaterinos y de un toxodóntido perteneciente al género *Trigodon* permitió confirmar la existencia de terrenos pliocénicos en la unidad tratada, aunque posteriores hallazgos de mamíferos también corroboran la existencia de terrenos pleistocénicos. Con respecto a esto último, tienen especial significación los materiales colectados de un gran perezoso terrestre perteneciente a la subfamilia Scelidotheriinae (*Catonyx tarijensis*) considerado como fósil guía de la Edad Mamífero Ensenadense (Pleistoceno temprano-medio).

La Formación Raigón también ha aportado dos materiales de aves muy relevantes: parte de la cintura pélvica de un gran ave buceadora perteneciente a la familia Anhingidae (Fig. 2) y un hueso de la extremidad posterior de un fororrácido que podría haber superado los 3 m de altura (Rinderknecht & Noriega 2002; Tambussi *et al.* 1999).



Figura 2. Siluetas comparativas de un humano (derecha), *Anhinga anhinga* (izquierda), y reconstrucción paleobiológica de *Giganhinga kiyuensis* (centro). Barras de escala cada 50 cm.

Desde el punto de vista paleoambiental, cualquier conclusión que pueda extraerse de los taxones registrados siempre estará signada por la falta de correlación estratigráfica de los mismos, ya que esta unidad puede abarcar varios eventos paleoclimáticos y por lo tanto poseer diferentes faunas. De todos modos, la ocurrencia de perezosos terrestres de las familias Megalonychidae y Notrotheriinae (Fig. 3) indicarían la existencia de formaciones arbóreas no muy concentradas (Scillato-Yané *et al.* 1995; Schubert *et al.* 2004). Por otra parte, las características litológicas de la Formación Raigón estarían indicando un ambiente de depositación transicional y continental fluvial (Perea & Martínez 2004). Esto se vería corroborado por el hallazgo del anhingido mencionado anteriormente, ya que las especies de esta familia se encuentran actualmente restringidas a cursos de agua dulce.

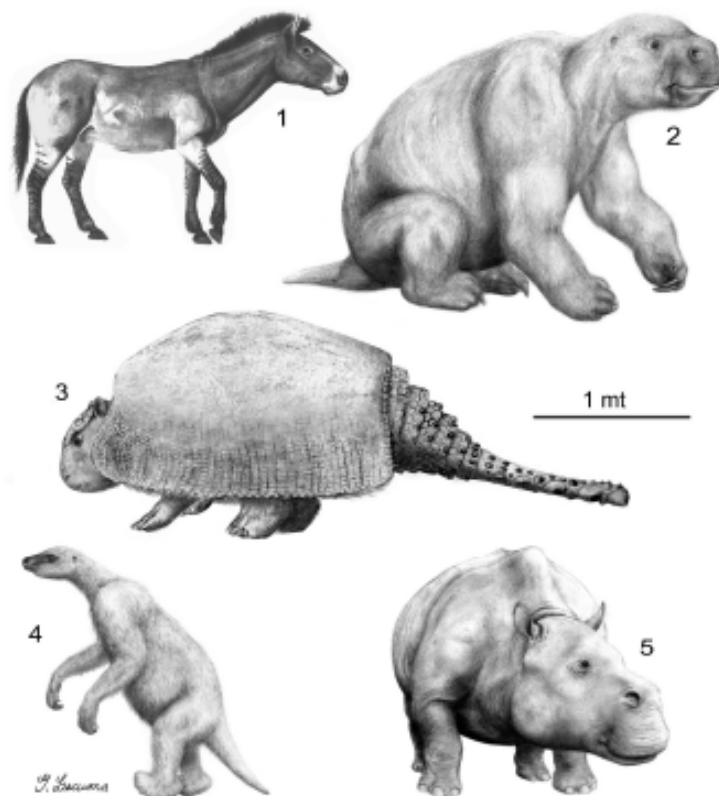
Se destaca el trabajo de colecta realizado por Luis R. Castiglioni, quien se ha encargado de relevar estas localidades durante los últimos 30 años. La gran mayoría de los fósiles colectados por esta persona se encuentran depositados en el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología.

### DEPARTAMENTO DE CANELONES

Son relativamente escasos los afloramientos paleontológicos conocidos para la costa de Canelones. Más allá de algunos registros puntuales de vertebrados fósiles en diferentes playas, sólo existe una localidad que ha proporcionado materiales de importancia científica: las barrancas costeras del Balneario San Luís (34°57'S-55°37'W).

En este conocido punto turístico afloran barrancas que han sido el objeto de un importante esfuerzo de colecta a lo largo de la última década y cuya antigüedad se remontaría al Pleistoceno tardío. Estos depósitos se asignan tentativamente a la Formación Libertad (Ubilla & Rinderknecht 2001; Loureiro *et al.* 2002) y su importancia radica en la gran cantidad de vertebrados de pequeño tamaño que se han podido recuperar.





**Figura 3.** Reconstrucción paleobiológica de algunos de los mamíferos fósiles más comunes de la costa de Uruguay; 1: *Equus* sp., 2: *Lestodon armatus*, 3: *Panochthus* sp., 4: *Notrotheriinae* indet., 5: *Toxodon platensis*.

Entre estos hallazgos destacan los primeros registros fósiles de ofidios para Uruguay, y materiales de aves pertenecientes a los órdenes Piciformes y Passeriformes (Rinderknecht 1998; Rinderknecht & Claramunt 2000). Entre los mamíferos se han relevado restos craneo-mandibulares de roedores caviomorfos pertenecientes a los géneros *Lagostomus* y *Galea*, así como roedores cricétidos (Ubilla & Pardiñas 1998).

Contrariamente a lo que ocurre con los hallazgos de microvertebrados, las colectas de grandes mamíferos han aportado materiales bastante fragmentarios cuyas identificaciones taxonómicas, en la mayoría de los casos, no son muy precisas. Los taxones de gran tamaño registrados son: *Glyptodon* sp., *Lestodon* sp., *Toxodon* sp., Cervidae indet. (ciervos) y Tayassuidae indet. (pecaríes) (Fig. 3). La presencia de estos vertebrados en asociación con dasipódidos pertenecientes al género viviente *Chaetophractus*, cuya distribución moderna excluye el territorio nacional, indicarían la existencia de un ambiente más árido que el actual.

Las numerosas construcciones que se han realizado sobre estos yacimientos constituyen una amenaza para los mismos debido a la proximidad que éstas presentan con la línea costera. Esta proximidad es uno de los motivos por los cuales en los últimos años se ha incrementado notablemente la erosión causada por el Río de La Plata en dichos yacimientos.

#### DEPARTAMENTO DE ROCHA

A lo largo de toda la costa rochense se han colectado gran cantidad de materiales osteológicos de diversos mamíferos pleistocénicos. Las localidades más ricas en vertebrados fósiles (o sobre las cuales se han realizado mayores esfuerzos de colecta) son la costa de los balnearios La Coronilla, La Esmeralda, Aguas Dulces, Valizas, Cabo Polonio y La Paloma.

Todos estos fósiles carecen de procedencia estratigráfica ya que los mismos provendrían de sedimentos que se encuentran bajo las aguas del océano. Más allá de unos pocos trabajos puntuales sobre algunos hallazgos de taxones novedosos para Uruguay (Mones 1975; Rinderknecht & Pérez 2001), los estudios sistemáticos sobre estos yacimientos son prácticamente inexistentes, encontrándose en la literatura sólo una cita previa (Czerwonogora *et al.* 2002). Seguramente, la imposibilidad de correlacionar taxones y de formular cualquier tipo de hipótesis afinada desde una perspectiva bioestratigráfica o paleoambiental no ha colaborado para que se realicen prospecciones científicas en estas localidades. Sin embargo, el hecho de que muchos de los materiales colectados afloran bajo las aguas permite formular la hipótesis de que los sedimentos portadores del/los agregado/s faunístico/s se depositaron durante una de las numerosas regresiones marinas que existieron durante el Pleistoceno de la región.

Es particularmente notable el hecho de que algunos barcos pesqueros hayan extraído con redes de arrastre, a varios kilómetros de la costa, gran cantidad de materiales osteológicos pertenecientes a mamíferos terrestres (obs. pers.).

La formulación de una antigüedad pleistocénica para los sedimentos fosilíferos se sustenta fuertemente en los biocronos de algunos de los mamíferos colectados. La presencia de algunos cérvidos y équidos nos permite afirmar que por lo menos existen sedimentos de esta época en la zona relevada. Más aún, el hallazgo de taxones como *Glyptodon reticulatus*, *Lestodon armatus* y *Toxodon platensis* permitiría acotar la edad de estos sedimentos al Pleistoceno tardío.

En lo que respecta a la abundancia relativa de taxones en la costa de Rocha, la misma se ajusta a la encontrada en los otros yacimientos tardipleistocénicos analizados, con un predominio de los géneros *Lestodon* y *Toxodon*. También es importante resaltar que en todas las localidades tratadas se encuentran bien representadas las familias Camelidae, Pamphathiidae y Gomphotheriidae.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

De todos los yacimientos analizados en este artículo sólo uno (costa del Dpto. de San José) ha sido objeto de prospecciones científicas sostenidas en las últimas décadas, que han redundado en importantes hallazgos y numerosas publicaciones internacionales.

A este último respecto es particularmente destacable el caso de las Barrancas del Balneario San Luís, las cuales representan un pequeño yacimiento en plena Costa de Oro, de muy fácil acceso y cuya prospección empezara a realizarse hace tan sólo algunos años de forma particular por quien escribe. Esta actividad de colecta ha sido científicamente muy fructífera, y sugiere que existen muchos puntos en la costa uruguaya que podrían tener gran importancia para las investigaciones paleontológicas pero cuyos frutos sólo podrán apreciarse al efectuar campañas metódicas y sostenidas, las cuales no sólo deben estar centradas en la recolección de materiales fósiles en buen estado y por tanto "directamente publicables". La conformación de colecciones comparativas adecuadas (un tema siempre pendiente en Uruguay), así como el salvataje del patrimonio prehistórico nacional son objetivos que podrían ser fácilmente incluidos como una prioridad a la hora de efectuar salidas a terreno.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

El estudio de los vertebrados fósiles puede tener implicancias muy relevantes en relación a la conservación de muchos ecosistemas. De hecho, el conocimiento faunístico y florístico de las comunidades pleistocénicas y holocénicas que habitaron en nuestro país se convierte en una herramienta indispensable a la hora de interpretar los diferentes ecosistemas actuales.

Debe recordarse que Sudamérica sufrió una importante extinción de mamíferos a principios del Holoceno y, por lo tanto, en muchos casos no es posible realizar una interpretación adecuada de las distintas interacciones bióticas si únicamente nos centramos en causas recientes. Un notable ejemplo de lo anterior lo constituyen los "Anacronismos Vegetales", término empleado por primera vez en 1982 (ver Jansen & Martin 1982) y que hace referencia a la existencia de estructuras en las plantas con funciones principalmente defensivas y reproductivas que actualmente no tienen un explicación funcional. Pues bien, existen numerosos casos documentados en donde se mostró que las plantas portadoras de estos anacronismos se encontraban directamente relacionadas con mamíferos pleistocénicos-holocénicos y es debido a esta relación que presentaban las estructuras mencionadas.

En todo el continente sudamericano existen ejemplos de plantas que han perdido sus dispersores naturales debido a la extinción antes mencionada y esto es especialmente relevante a la hora de tomar medidas sobre la conservación de dichas especies vegetales. Si bien en Uruguay no se han realizado estudios paleoambientales muy detallados, es importante tener en cuenta que sólo la incorporación de las ciencias paleontológicas permitirá realizar una interpretación temporal del paisaje que vaya más allá de las vicisitudes históricas.

#### AGRADECIMIENTOS

A Gustavo Lecuona por las reconstrucciones paleobiológicas de la figura 3. Agradezco también a Enrique Bostelmann y Lorena Rodríguez por la revisión de un primer manuscrito.

#### REFERENCIAS

- Bargo SM** 2004 Biomechanics and palaeobiology of the Xenarthra: The state of the art (Mammalia; Xenarthra). *Senckenbergiana Biologica* 83(1):41-50
- Bossi J & R Navarro** 1991 Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo. 970 pp
- Czerwonogora A Fernicola JC & R Fariña** 2002 Megamamífero submarino no siempre es ballena: fósiles lujanenses en las playas de Uruguay. I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados (Santiago de Chile, 29-31 de octubre de 2002), Resúmenes:30-31
- Da Silva JS** 1990 Micropaleontología de las Formaciones Camacho, Raigón y Libertad del Departamento de San José, Uruguay. *Actas del I Congreso Uruguayo de Geología* 2:21-26
- Frailey CD** 1986 Late Miocene and Holocene mammals, exclusive of the Notoungulata, of the Río Acre Region, Western Amazonia. *Contributions in Science* 374:1-46
- Francis JC & A Mones** 1965a Sobre el hallazgo de *Cardiatherium Talicei* n. sp. (Rodentia, Hydrochoeridae) en la Playa Kiyú, Departamento de San José, República Oriental del Uruguay. *Kraglieviana* 1(1):3-44. Montevideo
- Francis JC & A Mones** 1965b Sobre el hallazgo de *Kiyutherium orientalis* n. sp. (Rodentia, Hydrochaeridae) en Playa Kiyú, Departamento de San José, República Oriental del Uruguay. *Kraglieviana* 1(2):45-53. Montevideo
- Jansen DH & PS Martin** 1986 Neotropical anachronisms: the fruits the gomphotheres ate. *Science* 215:19-27

- Kraglievich L** 1932 Nuevos apuntes para la geología y paleontología uruguayas. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo* 3(2):257-321
- Latrubesse EM Bocquentin J Santos JCR & CG Ramonel** 1997 Paleoenvironmental model for the late Cenozoic of Southwestern Amazonia: Paleontology and Geology. *Acta Amazonica* 27(2):103-118
- Loureiro J Rinderknecht A & L Sánchez** 2002 Estudio de magnetismo de rocas en sucesiones cenozoicas de Uruguay. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología* (3<sup>era</sup> época) (9):29-41
- MacFadden BJ & BJ Shockey** 1997 Ancient feeding ecology and niche differentiation of Pleistocene mammalian herbivores from Tarija, Bolivia: morphological and isotopic evidence. *Paleobiology* 23(1):77-100
- Marshall LG & R Cifelli** 1991 Analysis of changing diversity patterns in cenozoic Land Mammal Age Faunas, South America. *Palaeovertebrata* 19(4):169-210. Montpellier
- Menézag AN & EO Jaureguizar** 1995 Los artiodáctilos. Pp 309-337 *In: Alberdi Leone & Tonni* (eds) Evolución biológica y climática de la Región Pampeana durante los últimos cinco millones de años. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid
- Mones A** 1975 Notas Paleontológicas Uruguayas, III. Vertebrados fósiles nuevos o poco conocidos (Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Mammalia). *Ameghiniana* 12(4):343-349
- Pascual R & P Bondesio** 1982 Un roedor *Cardiatheriinae* (*Hydrochoeridae*) de la Edad Huayqueriense (Mioceno tardío) de la Pampa. Sumario de los ambientes terrestres en la Argentina durante el Mioceno. *Ameghiniana* 19(1-2):19-35
- Pascual R & P Bondesio** 1985 Mamíferos terrestres del Mioceno medio-tardío de las cuencas de los ríos Colorado y Negro (Argentina): evolución ambiental. *Ameghiniana* 22(1-2):133-145
- Perea D** 1993a *Xenarthra* del Neógeno del Uruguay: La biozona de *Stromaphoropsis* Kragl. (*Glyptodontidae*), Edad-Mamífero Huayqueriense. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 139 pp (Inédita)
- Perea D** 1993b Nuevos *Dasypodidae* fósiles de Uruguay. *Revista Chilena de Historia Natural* 66:149-154
- Perea D** 2005 *Pseudoplohophorus absolutus* n. sp. (*Xenarthra*, *Glyptodontidae*), variabilidad en *Hoplophorinae* y redefinición de una biozona del Mioceno superior de Uruguay. *Ameghiniana* 42(1):175-190
- Perea D & S Martínez** 2004 Estratigrafía del Mioceno-Pleistoceno en el litoral sur-oeste de Uruguay. Pp 105-124 *In: Veroslavsky Ubilla & Martínez* (eds) Cuencas sedimentarias del Uruguay. Geología, paleontología y recursos naturales. DI.R.A.C., Facultad de Ciencias, Montevideo
- Perea D & GJ Scillato-Yané** 1995 *Proeuphractus limpidus* Ameghino, 1886 (*Xenarthra*, *Dasypodidae*, *Euphractini*): osteología comparada del cráneo y elementos de la coraza asociados (Neógeno del Uruguay). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Sección Geológica) 90(1-4):125-130
- Perea D Ubilla M & G Piñeiro** 1996 First fossil record (Late Miocene) of *Phrynosoma* (*P. geoffroanus* Complex: *Chelidae*) from Uruguay. *Biostratigraphical and paleoenvironmental context*. *Copeia* (2):445-451
- Perea D Ubilla M Martínez S Piñeiro G & M Verde** 1994 Mamíferos neógenos del Uruguay: la edad mamífero Huayqueriense en el "Mesopotamiense". *Acta Geológica Leopoldensia* 39(1):375-389. São Leopoldo
- Piñeiro G & A Rinderknecht** 2000 Acerca de un toxodóntido juvenil del Mioceno superior de Uruguay. *Revista Universidade Guarulhos (Geociencias)* 5(6): 54-59, figs. 1-3. São Paulo
- Piñeiro G Pérez M & M Verde** 1994 *Dinotoxodon paranensis*, un nuevo toxodóntido del Mioceno superior de Uruguay. *In: Pp 39-40 Actas del VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Trelew, 3-8 de abril de 1994)
- Preciozzi PP Sportuno SJ Heinzen MW & KP Rossi** 1986 Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a la escala 1: 500. 000. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo. 90 pp
- Rinderknecht A** 1998 Nuevos microvertebrados fósiles para el Pleistoceno superior del Uruguay (Amphibia, Reptilia, Aves). *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(30):133-144
- Rinderknecht A** 1999 Estudios sobre la familia *Glyptodontidae* Gray, 1869. I. Nuevos registros para el Uruguay y consideraciones sistemáticas (Mammalia: Cingulata). *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(31):145-156
- Rinderknecht A & S Claramunt** 2000 Primer registro de *Colaptes* Vigors, 1826, para el Pleistoceno del Uruguay (Aves: Piciformes: Picidae). *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(32):157-160
- Rinderknecht A & JI Noriega** 2002 Un nuevo género de *Anhingidae* (Aves: Pelecaniformes) del Plioceno-Pleistoceno del Uruguay (Formación San José). *Ameghiniana* 39(2):183-191
- Rinderknecht A & MI Pérez** 2001 Primer registro de *Otaria* Péron, 1816 para el Cuaternario uruguayo (Mammalia, Carnívora, *Otariidae*). *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología* (3<sup>era</sup> época) 8:13-15
- Scillato-Yané GJ Carlini AA Vizcaíno SF & EO Jaureguizar** 1995 Los Xenartros. Pp 183-209 *In: Alberdi Leone & Tonni* (eds) Evolución biológica y climática de la Región Pampeana durante los últimos cinco millones de años. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid
- Schubert BW Graham RW McDonald HG Grimm EC & W Stafford** 2004 Latest Pleistocene paleoecology of Jefferson's ground sloth (*Megalonyx jeffersonii*) and elk-moose (*Cervalces scotti*) in northern Illinois. *Quaternary Research* 61:231-240
- Tambussi C Ubilla M & D Perea** 1999 The youngest large carnasal bird (*Phorusrhacidae*, *Phorusrhacinae*) from South America (Pliocene-early Pleistocene of Uruguay). *Journal of Vertebrate Paleontology* 19:404-406
- Ubilla M & M Pardiñas** 1998 Sigmodontinos (Mammalia, Rodentia) fósiles del Uruguay. VII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Bahía Blanca, 4-9 de octubre de 1998), Resúmenes:147
- Ubilla M & A Rinderknecht** 2001 Consideraciones sobre el género *Galea* Meyen, 1831 (Rodentia, *Caviidae*), su registro en el pleistoceno de Uruguay y descripción de una nueva especie extinguida. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Sección Geológica) 96(3-4):111-122
- Ubilla M & A Rinderknecht** 2003 A late Miocene *Dolichotinae* (Mammalia, Rodentia, *Caviidae*) from Uruguay, with comments about the relationships of some related fossil species. *Mastozoología Neotropical* 10(2):293-302
- Ubilla M Perea D Tambussi C & EP Tonni** 1990 Primer registro fósil de *Phoenicoptheridae* (Aves: Charadriiformes) para el Uruguay (Mio-Plioceno). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 62:61-68
- Verde M & D Perea** 1992 Mamíferos "Mesopotamienses" (*Xenarthra*, *Litopterna* y *Cetacea*) (Mioceno superior) de la Bahía de Colonia, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7 (2da época):31-32

## Especies acuáticas exóticas en Uruguay: situación, problemática y manejo

ERNESTO BRUGNOLI\*, JUAN CLEMENTE, GUSTAVO RIESTRA, LUCÍA BOCCARDI & ANA INÉS BORTHAGARAY

\*ebo@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La introducción de especies exóticas en diversos ecosistemas es ocasionada por el incremento del intercambio comercial y la necesidad de encontrar recursos alternativos para el sustento económico y desarrollo humano. En sistemas acuáticos usualmente generan pérdida de biodiversidad, modificaciones a nivel ecosistémico, impactos económicos y sociales. El presente trabajo introduce conceptos básicos sobre especies exóticas invasoras. Asimismo se indican los estudios básicos, impactos económicos y necesidades para generar una gestión ambiental de esta problemática en Uruguay. Se distinguen especies introducidas intencional o accidentalmente y criptogénicas; en las primeras resaltan los peces con fines de acuicultura y las segundas presentan como potencial fuente de ingreso el agua de lastre. Los estudios sobre especies exóticas en Uruguay son recientes y puntuales, aunque permiten generar una línea de base sobre su distribución y las características ecológicas que condicionarían su dispersión, así como potenciales impactos negativos a nivel ecosistémico. En los últimos años se detecta un incremento del macrofouling en diversas empresas nacionales ocasionando gastos indirectos. Aún no existe en Uruguay la capacidad de manejo de esta problemática debido al desconocimiento del tema, falta de interés e inexistencia de una política ambiental que implique una coordinación interinstitucional y el desarrollo de estrategias de acción con planes de prevención, control, mitigación y erradicación de estos organismos. Este trabajo plantea alternativas de gestión y la necesidad de realizar estudios básicos y aplicados que permitan mitigar el impacto de esta problemática ambiental de la región.

**Palabras clave:** biodiversidad, invasiones biológicas, macrofouling, aguas de lastre, impactos

### ABSTRACT

The introduction of exotic species in diverse ecosystems is produced by an increasing commercial exchange and the necessity to find alternative resources for economic sustain and human development. In aquatic systems they usually generate changes at the ecosystem level, as well as loss in biodiversity, economic and social impacts. The present study introduces basic concepts about exotic and invasive species. In addition, the essential studies and needs, as well as economic impacts, are identified in order to environmentally manage the current situation in Uruguay. A distinction is made between species introduced intentionally or accidentally and cryptogenic species. In the first, aquaculture fishes are significant and in the second ballast water is the potential vector of introduction. Although the works and research on exotic species in Uruguay are recent, these allow to determine the spatial distribution of some invasive species, their ecological characteristics, as well as potential impacts at the ecosystem level. Lately, an increasing macrofouling problem has been detected in several national companies causing indirect costs. To date, Uruguay does not have the capacity to manage this problem due to a lack of knowledge on the issue, lack of interest and the need for an environmental policy that should promote interinstitutional coordination and the development of prevention, control, mitigation and eradication strategies for these organisms. This study recommends management alternatives and the need for basic and applied research, in order to mitigate the impact of this environmental problem in the region.

**Key words:** biodiversity, biological invasions, macrofouling, ballast water, impacts

### INTRODUCCIÓN

La globalización, la expansión económica, el intercambio comercial, así como la necesidad de encontrar recursos alternativos para el sustento económico y desarrollo humano, ocasionó entre otros problemas ambientales, la introducción de especies exóticas en diferentes ecosistemas. Esto genera riesgos ambientales, económicos y sociales. En condiciones favorables, libre de predadores, parásitos y competidores naturales, estas especies pueden alcanzar altas densidades poblacionales, siendo difíciles de eliminar una vez establecidas (Carlton 1985). Dicha homogenización biológica (biosimilaridad)

sobre todo en regiones con características ambientales similares, se opone a la teoría evolutiva de la divergencia de especies entre regiones, creando una "evolución revertida" (Corn *et al.* 1999).

Estos organismos pueden alterar la hidrología de sistemas acuáticos, ocasionar pérdida de la biodiversidad con la eliminación de especies nativas, modificar las tramas tróficas locales, la productividad y el flujo de energía en el ecosistema y generar impactos económicos y problemas sanitarios en el hombre (de Poorter 1999; Darrigran 2002; Mansur *et al.* 2003; Silva *et al.* 2004).

Especialmente en los últimos dos siglos, la biogeografía costera ha cambiado debido a la introducción de especies de un lugar a otro del mundo (Raffaelli & Hawkins 1997). Por ejemplo, en América del Norte se detectó un incremento exponencial en el número de especies exóticas acuáticas en el tiempo (Ruiz *et al.* 2000). Actualmente se reconoce que esta situación de intercambio fluido de especies es causada fundamentalmente por los buques, ocasionando una homogenización de las comunidades costeras (Carlton 1996).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define a la introducción de especies como el movimiento por un agente humano de una especie, subespecie o taxón inferior, fuera de su espacio natural históricamente conocido. La forma de introducción se divide en intencional y accidental; la primera se realiza de forma deliberada por el ser humano y puede ocurrir por razones económicas, para fomentar el desarrollo, con fines de consumo, deportivo (caza, pesca), estético, paisajístico o cultural. Como introducción accidental se reconocen como principales vectores al turismo y al comercio nacional e internacional (Carlton 1999; de Poorter 1999) donde el incremento de esta actividad ha ocasionado que barreras biogeográficas previamente efectivas, resulten actualmente ineficaces para la introducción de especies (de Poorter 1999).

Las especies exóticas o foráneas son organismos no autóctonos que pueden estar libres o cautivas, fuera del sitio de distribución natural, con la capacidad de sobrevivir y reproducirse. Las especies invasoras son especies exóticas que liberadas intencional o accidentalmente, se propagan sin control y ocasionan disturbios ambientales como modificaciones en la composición, estructura y procesos de los ecosistemas (de Poorter 1999). Las especies criptogénicas, cuyo origen demostrado no es nativo ni introducido, pero varios elementos sugieren la necesidad de explorar esta última condición, son remarcablemente comunes y con importantes consecuencias para entender las invasiones biológicas (Carlton 1996).

La velocidad de invasión dependerá de la densidad poblacional periférica (Margalef 1983) y de sus mecanismos de dispersión (Armonies 2001). La dispersión de la mayoría de los organismos bentónicos ocurre durante sus estadios larvales y en las primeras etapas post-larvales (Prenzant & Chalermwat 1984). El éxito de la invasión y dispersión de especies puede implicar formar una población viable, con baja a elevada abundancia o por el contrario aflorar rápidamente, este último comportamiento característico de organismos invasores. De acuerdo con Ricciardi (2001) un invasor potencial debe atravesar una serie de filtros; el primero son las barreras geográficas (e.g. océanos). El segundo son las características del nuevo hábitat que pueden o no ser favorables. Se presume que las especies cuyo hábitat sea semejante al nativo tendrán mayor probabilidad de pasar este filtro. El tercero es la resistencia demográfica, que implica que la especie llegue en número suficiente para poder formar una población viable. Por último, el filtro biológi-

co, donde la competencia por recursos y la depredación de las especies nativas podrían evitar el éxito de una invasión.

La invasión biológica comprende las fases de introducción, establecimiento, naturalización y rápida dispersión fuera de los rangos normales (Williamsson 1996). Una especie exótica introducida puede presentar diferentes comportamientos poblacionales: extinguirse en corto tiempo, establecerse por un período de tiempo, permanecer en la zona sin provocar cambios en el medio (en fase de retraso o *lag-time*) o convertirse en una especie invasora (Crooks & Soulé 1996).

Con la celeridad y cantidad de hábitat degradados, las especies invasoras podrían pronto convertirse en la principal causa de degradación ecológica (Ricciardi & Atkinson 2004). De esta manera es necesario desarrollar programas e implementar acciones que disminuyan el impacto actual de las especies invasoras, predecir y evitar el ingreso de nuevas especies. Carlton (1996) propone una evaluación simple y efectiva para determinar las zonas potencialmente receptoras que implica: 1) identificar las especies exóticas cuyo ingreso, dispersión y propagación se desea impedir, así como evaluar el costo ecológico y económico relacionado con el ingreso y dispersión de organismos exóticos; 2) identificar sus vectores de dispersión (e.g. utilizando patrones de invasión recientes); y 3) evaluar los principales parámetros ambientales de los ecosistemas invadidos y de los que corren riesgos de invasión.

En el presente trabajo se analizan reportes de especies acuáticas exóticas en Uruguay, su problemática ambiental y económica asociada, así como las necesidades de manejo para disminuir el impacto de esta nueva problemática ambiental local y regional.

## SITUACIÓN EN URUGUAY

### Clasificación

Para el análisis de las especies acuáticas exóticas en Uruguay y de acuerdo con su forma de introducción se agruparon en: a) exóticas introducidas intencionalmente; b) accidentalmente; y c) criptogénicas. Esta clasificación no considera especies introducidas con fines de acuarismo.

a) Exóticas introducidas intencionalmente: ingresaron al país con fines productivos (principalmente acuicultura). El grupo de organismos con mayor porcentaje de ingreso (Tabla 1) fueron los vertebrados (peces y anfibios) (76%), seguidos de invertebrados (21%: moluscos y crustáceos) y macroalgas, conformando un conjunto heterogéneo. En todos los casos los emprendimientos se realizaron en ambientes confinados. En la actualidad algunos de estos organismos escaparon a los sistemas de cautiverio, desconociéndose su distribución y el efecto sobre los ecosistemas naturales.

b) Exóticas introducidas accidentalmente: fueron citadas para el país y se desconoce su forma de ingreso (Tabla 2); no obstante se presume que podría haber sido a través del agua de lastre o adheridos a los cascos de barcos (fouling).

**Tabla 1.** Especies acuáticas exóticas introducidas en Uruguay con fines de acuicultura (modificado de Amestoy *et al.* 1998), enumeradas cronológicamente de acuerdo a su fecha de introducción. \* Recientemente aprobada su introducción con fines de acuicultura, aún no concretada.

Especie	Grupo	Nombre común	Introducción	Origen
<i>Salmo trutta</i>	Pez	trucha	1957	Brasil
<i>Rana catesbeiana</i>	Anfibio	rana toro	1986	Brasil
<i>Cyprinus carpio</i>	Pez	carpa común	1987	Argentina
<i>C. carpio</i> var. <i>especularis</i>	Pez	carpa espejo	1987	Argentina
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Pez	trucha arcoiris	1990	Brasil
<i>Gracilaria verrucosa</i>	Alga		1990	Sudáfrica
<i>Haliotis rufescens</i>	Molusco	abalón rojo	1993	USA
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Pez	carpa herbívora	1994	Brasil
<i>Acipenser starlet</i>	Pez	esturión	1995	Rusia
<i>Acipenser nakarii</i>	Pez	esturión	1995	Italia
<i>Acipenser baeri</i>	Pez	esturión	1995	Rusia
<i>Cherax quadricarinatus</i>	Crustáceo	langosta roja	1998	Argentina
<i>Cherax tenuimanus</i>	Crustáceo	langosta marrón	2000	Australia
<i>Oreochromis niloticus</i>	Pez	tilapia	*	Brasil

**Tabla 2.** Especies acuáticas exóticas reportadas para Uruguay (modificado de Orensanz *et al.* 2002). \**Mercierella enigmatica*; \*\**Polydora uncatiformis*; \*\*\* *Corophium insidiosum*; \*\*\*\* *S. marplatensis*; \*\*\*\*\* *Ovatella (M.)* sp.

Especie	Grupo	Origen biogeográfico	Principales referencias para Uruguay
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Anélido (Polychaeta)	Cosmopolita	Monro (1938)*; Nion (1979); Muniz <i>et al.</i> (2005)
<i>Boccardiella ligerica</i>	Anélido (Polychaeta)	W Europa	Monro (1938)**
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	Artrópodo (Cirripedia)	Cosmopolita	Riestra <i>et al.</i> (1992)
<i>Monocorophium insidiosum</i>	Artrópodo (Amphipoda)	Atlántico N	Riestra <i>et al.</i> (1992)***
<i>Lygia exotica</i>	Artrópodo (Isopoda)	Cosmopolita	Giambiagi (1931); Scarabino <i>et al.</i> (1975)
<i>Synidotea laevidorsalis</i>	Artrópodo (Isopoda)	Japón y China	Mañé-Garzón (1946)****
<i>Styela plicata</i>	Cordado (Ascidacea)	Asia	Orensanz <i>et al.</i> (2002)
<i>Rapana venosa</i>	Molusco (Gastropoda)	Japón	Scarabino <i>et al.</i> (1999)
<i>Myosotella myosotis</i>	Molusco (Gastropoda)	Europa	Figueiras & Sicardi (1974)*****
<i>Corbicula fluminea</i>	Molusco (Bivalvia)	SE Asia	Olazarri (1986)
<i>Corbicula largillierti</i>	Molusco (Bivalvia)	SE Asia	Veitheimer-Mendes & Olazarri (1983); Olazarri (1986)
<i>Limnoperna fortunei</i>	Molusco (Bivalvia)	SE Asia	Scarabino & Verde (1995); Brugnoli <i>et al.</i> (2005); Langone (2005)

c) Criptogénicas: de origen desconocido (nativo o introducido). De acuerdo con Orensanz *et al.* (2002; Tabla 2), para Uruguay fueron registradas 19 especies con este estatus, reunidas en cinco grupos: artrópodos (36.8%), anélidos (26.3%), poríferos (15.8%), cnidarios (15.8%) y moluscos (5.3%). Estas cifras se consideran subestimadas en función de los escasos registros bibliográficos existentes para Uruguay. En consecuencia es imprescindible emprender estudios referidos al conocimiento de nuestras comunidades acuáticas con énfasis en este grupo de especies que permitan aclarar su origen.

#### Especies exóticas introducidas accidentalmente

##### *Corbicula fluminea* (Müller, 1811) y *C. largillierti* (Philippi, 1844)

Hasta la fecha en Uruguay existen dos especies del género *Corbicula* con características infaunales y origina-

rias de los ríos y arroyos del SE Asiático. *C. fluminea* presenta un mayor poder de dispersión y colonización que *C. largillierti*, por lo que se profundiza la descripción en la primera especie. *C. fluminea* es una especie de agua dulce que vive preferentemente en ambientes lóticos tolerando un máximo de 13 de salinidad (Fig. 1); se reproduce dos veces al año, es hermafrodita e incuba los huevos fertilizados en el interior de sus demibranchias (Mansur *et al.* 2004a). Fue citada por primera vez para Uruguay en la década del 80 sobre la costa del Río Uruguay (Olazarri 1986) y desde entonces se observa una rápida y continua colonización de ríos, arroyos y lagunas. Se distribuye desde el kilómetro 0 al 90 del Río Uruguay (Defeo 1990) y tramos importantes de sus principales afluentes (Río San Salvador hasta el km 25 y Río Negro hasta la Represa de Palmar inclusive) (Olazarri 1986). En 1991 se encontró en Playa Penino (desembocadura Río Santa Lu-

cía (F. Scarabino com. pers.), en 1999 se detectó en el Río Santa Lucía, Laguna Merín (Rodríguez & Palacios 2001) y en Laguna del Sauce (Clemente obs. pers.).

En la costa argentina del Río de la Plata, la distribución se extiende hasta Punta Blanca incluyendo el submareal, encontrándose esporádicamente en Punta Indio (35°53'S-58°25'W) (Darrigran 1992). Recientes estudios encontraron que *C. fluminea* fue la especie dominante en términos de biomasa en la zona interna y media del submareal del Río de la Plata, relacionado con salinidades óptimas para la especie (Rodríguez Capítulo *et al.* 2003). En la costa uruguaya se reporta para La Caballada y Santa Lucía, sitios caracterizados por baja salinidad (Giménez *et al.* 2005).



Figura 1. *Corbicula fluminea* (Embalse Rincón del Bonete).  
<http://centros.edu.xunta.es/iesaslaagoas/slorenf/corbicula01.jpg>

#### *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857)

Mitílido conocido como mejillón dorado, originario de sistemas de agua dulce del SE de China, catalogado como especie invasora de la región Neotropical (Darrigran 2002) (Fig. 2). Introducida accidentalmente en la región en 1991 por medio de las aguas de lastre (Darrigran & Pastorino 1995), se lo encuentra en sistemas de agua dulce y/o salobres con salinidades no mayores a 3 (Darrigran 2002). En Uruguay fue registrada por primera vez en 1994 en la zona costera del Río de la Plata (Scarabino & Verde 1995) encontrándose actualmente en cinco de las seis principales cuencas hidrográficas: Río de la Plata, Río Uruguay, Río Negro, Río Santa Lucía (Brugnoli *et al.* 2005; Langone 2005) y recientemente fue reportada para la Laguna Merín (Langone 2005). En la cuenca del Río de la Plata, Brugnoli *et al.* (2005) sugieren que el límite E de distribución estaría asociado a la isohalina de 2-3. En la cuenca Atlántica aún no existen reportes de esta especie. Sin embargo su ingreso es posible a través del canal San Gonzalo que conecta el sistema Laguna de los Patos-Merín y posteriormente por medio de dispersión mediada hacia la cuenca Atlántica (Brugnoli *et al.* 2005). En la cuenca de la Laguna Merín y Atlántica existen ecosistemas prioritarios para su conservación (PROBIDES 1999) y su ingreso a estos sistemas pone en peligro su biodiversidad acuática.



Figura 2. *Limnoperna fortunei* (Embalse Baygorria).

#### *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923)

Poliqueto exótico (Familia Serpulidae), constructor de tubos calcáreos que habita aguas salobres pudiendo cubrir grandes extensiones en zonas de escasa profundidad y baja velocidad de corriente. Posee sexos separados, fecundación externa y larva trocósfera, la que posteriormente se fija a sustratos duros y forma los tubos (Obenat 2001) (Fig. 3). El tamaño de los tubos y su forma varían de acuerdo a las variables ambientales (bióticas y abióticas). Forma "arrecifes", por lo general circulares y de baja velocidad de corriente, los cuales crecen a un promedio de 8.6 cm/año. Estos generan cambios geomorfológicos y nuevos hábitat dando lugar al incremento de organismos epifaunales nativos (Schwindt *et al.* 2001; 2004). En Uruguay ha sido encontrado en el Arroyo Las Brujas (Monro 1938), desembocadura del Arroyo Pantanoso (Scarabino *et al.* 1975), Arroyo Pando (D. Larrea com. pers.), Arroyo El Bagre, Arroyo Coronilla (F. Scarabino com. pers.), Arroyo Solís Grande (Bier 1985; Muniz & Venturini 2001), Arroyo Valizas (Nion 1979), Laguna Garzón (Orensanz *et al.* 2002) y recientemente en la zona cercana a la refinería de ANCAP (Muniz *et al.* 2005), zona N de la Laguna de Rocha (Borthagaray *et al.* 2006) y de José Ignacio (Rodríguez-Gallego com. pers.).

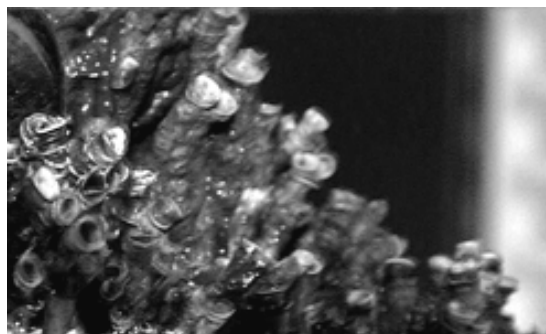


Figura 3. Tubos de *Ficopomatus enigmaticus* (Arroyo Pando).

#### Especies criptogénicas

##### *Neomysis americana* (Smith, 1873)

Su distribución hasta 1974 se limitaba a la costa atlántica de América del Norte (González 1974). En sistemas costeros de Uruguay, los mysidáceos son un importante ítem alimenticio de juveniles y adultos de *Micropogonias furnieri* (Puig 1986; Cervetto 1987), aunque estos estudios no indicaron si correspondía a *N. ame-*

*ricana* u otra especie presente en la zona. En estudios realizados en el Solís Grande, la especie presentó una relación directa con la salinidad y temperatura, elevadas abundancias con la ocurrencia de ritmos circadianos y se la encontró habitando la columna de agua durante la noche y en el día posiblemente en la interfase sedimento/ agua o enterrado en los sedimentos (Cervetto 1987; Calliari *et al.* 2001). *Neomysis americana* se registró por primera vez en 1974 para la costa uruguaya en la Bahía de Montevideo (González 1974), posteriormente se encontró en el Arroyo Solís Grande (Cervetto 1987; Calliari *et al.* 2001), zona costera de Montevideo (Calliari *et al.* 2004; Cervetto *et al.* en este volumen; Muniz *et al.* en este volumen) y lagunas costeras de la costa atlántica (Cervetto *et al.* en este volumen).

#### *Mytilus edulis platensis* (d'Orbigny, 1846)

La presencia del mejillón azul *Mytilus edulis platensis* en el Atlántico Sudoccidental ha sido sugerida por Carlton (1999) como resultante de una introducción, su presencia en el Cuaternario uruguayo (Piñeiro *et al.* 1992) contradice esta hipótesis (Scarabino com. pers.). Por otro lado, el ecofenotipo de profundidad de esta especie caracterizado por su color marrón claro, no tiene registro fósil en la costa uruguaya, limitando este último concepto.

#### PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y ECONÓMICA

Las especies exóticas, especialmente las invasoras, afectan la biodiversidad y pueden ocasionar problemas económicos a las empresas usuarias de los recursos hídricos debido a gastos indirectos ocasionados por la implementación de medidas de mitigación y/o erradicación de las poblaciones invasoras que afectan sus instalaciones (de Poorter 1999; Pimentel *et al.* 2000).

#### Ambiental

En la Cuenca del Plata, el mejillón dorado afecta las comunidades acuáticas y potencialmente podría ocasionar efectos a nivel ecosistémico. La colonización de éste en la costa argentina del Río de la Plata generó cambios en la composición faunística bentónica; varias especies de anélidos colonizaron la matriz formada por este mitilido y ocurrió una disminución en el número de especies de gastrópodos (Darrigran *et al.* 1998). Varios estudios locales o regionales, sugieren efectos negativos sobre bivalvos de la región como Etherioidea (*Castalia*, *Diplodon*, *Mycetopoda*, entre otros) y Corbiculidae (*Cyanocyclas*) (Orensanz *et al.* 2002; Mansur *et al.* 2003; Scarabino 2004). Brugnoli *et al.* (2005) encontraron cambios en las abundancias relativas de la comunidad zooplanctónica a partir de la invasión del mejillón dorado en el embalse de Palmar (Río Negro). Actualmente, esta especie forma parte de la dieta de peces autóctonos: armado común (*Pterodoras granulosus*), boga (*Leporinus obtusidens*) y el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) (Montalto *et al.* 1999; Penchaszadeh *et al.* 2000). Estas alteraciones en la biodiversidad, en las comunidades acuáticas (bentónicas, planctónicas) conjuntamente con las modificaciones en la dieta de peces, podrían ocasionar cambios en las interrelaciones de los organismos en las tramas tróficas acuáticas, efecto aún no evaluado para Uruguay y la región.

Los arrecifes formados por *F. enigmaticus*, pueden ocupar extensas superficies, proporcionando refugios para numerosos organismos epifaunales (e.g. poliquetos, anfípodos, cangrejos). Esto afecta indirectamente a la infaua que rodea el parche calcáreo, incrementando la heterogeneidad espacial (aumento de diversidad de hábitat), modificando los patrones de distribución y

Tabla 3. Cuestionario enviado a las empresas afectadas. \*% de las empresas afectadas; \*\* Especies no exóticas

Pregunta realizada	Respuesta	Porcentaje respuesta
¿Han tenido la presencia de organismos invasores con problemas de <i>macrofouling</i> en los últimos 10 años?	Si	100.0
¿Qué organismo?	<i>L. fortunei</i>	87.5*
	<i>C. fluminea</i>	50.0
	<i>F. enigmaticus</i>	12.5
	Otras**	25.0
	Más de una especie	62.5
¿Cuáles estructuras fueron afectadas?	Bombas y tuberías de captación de agua, tuberías de aducción, sensores hidráulicos, cámara espiral, nichos de compuertas, rejillas y gaviones, cascos, hélices de buques o yates	
¿Han generado gastos indirectos a la empresa?	Si	87.5
Costos ocasionados por esta esta problemática	Ninguno	12.5
	<5000 dólares americanos	12.5
	5000-10000 dólares americanos	12.5
	>10000 dólares americanos	62.5
¿Se han tomado medidas de prevención?	Prevención	25.0
	Mitigación	75.0
¿Se ha contratado personal para el control?	No	62.5
	Nacional	12.5
	Internacional	25.0
¿Están dispuestos a formar grupos interinstitucionales con el aporte de recursos?	Si	87.5
	No Contesta	12.5



abundancia de la fauna acompañante (Schwindt & Iribarne 2000). En la Laguna de Mar Chiquita (Argentina) estos arrecifes ocupan 80% de su superficie y han provocado cambios en la estructura, la abundancia y los patrones espaciales de distribución de la comunidad bentónica. Por ello Schwindt *et al.* (2001; 2004) sugieren que esta especie debería considerarse como un bioingeniero ecosistémico. Su potencial expansión en lagunas costeras de Uruguay (Laguna de Rocha, Garzón y José Ignacio), pone en peligro la biodiversidad bentónica de estos sistemas (Borthagaray *et al.* 2006).

### Económica

Las características bióticas de determinadas especies exóticas (*L. fortunei* o *F. enigmaticus*) (i.e. epibentónicos, comportamiento gregario, elevada tasa reproductiva), ocasionan *macrofouling*<sup>1</sup> generando obstrucción de filtros, inutilización de sensores hidráulicos, daños en los sistemas de refrigeración, en las bombas de captación o disminución en el diámetro de las tuberías de conducción del agua, ocasionando interferencias en actividades humanas (Morton 1977; Darrigran 2002; Mansur *et al.* 2003). En Uruguay, hasta la fecha estos organismos afectaron a plantas potabilizadoras de agua, instalaciones de represas hidroeléctricas, puertos y frigoríficos (Clemente & Brugnoli 2002; Brugnoli *et al.* 2005) así como sistemas de refrigeración de industrias nacionales que utilizan el agua como insumo. Generan costos indirectos al usuario debido al incremento en la frecuencia de tareas de mantenimiento, reparación de equipos, cambio de estructuras, mayor consumo energético para el bombeo de agua o inversiones en recursos destinados a programas de control y erradicación de las colonias invasoras.

Para conocer el estado actual de esta problemática en Uruguay se consultaron instituciones a través de encuestas de múltiple opción enviadas a empresas afectadas por esta problemática (ocho organismos identificados del ámbito público y privado). A la mencionada encuesta respondieron la totalidad de los consultados (Tabla 3).

### MANEJO

Debido a la falta de conocimiento del problema, en pocos países se desarrollaron sistemas legales e institucionales capaces de responder a esta clase de contaminación biológica. Se tiende a solucionar el problema posterior a su aparición, siendo el control y erradicación económicamente más costosos que su prevención (de Poorter 1999). Se necesitan iniciativas a nivel nacional e internacional para mejorar el conocimiento de las especies invasoras, la ecología del proceso de invasión y los efectos de las invasiones biológicas en los diferentes niveles (poblacional, comunitario y ecosistémicos). Estos estudios a realizarse en las instituciones de investigación con el correspondiente apoyo de los organismos de ges-

ción, permitirá generar experiencia técnica, opciones de manejo, metodologías para excluir o remover especies exóticas y a través de la divulgación, su transferencia hacia los diversos actores locales y regionales.

## INTRODUCCIÓN DE ESPECIES

### Intencional

El ingreso de especies acuáticas exóticas en el país, está prohibido por la Ley N° 13.833 (5/1/1970), Artículo 14<sup>2</sup>. Por otro lado, Uruguay es consignatario del Código de Prácticas para la Introducción de Especies Exóticas en la Cuenca del Río de la Plata aprobado por la Comisión de Pesquerías Continentales para América del Sur (FAO-COPESCAL) (Amestoy *et al.* 1998). La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) es el organismo encargado del análisis de proyectos de acuicultura. El interesado debe presentar a este organismo un Proyecto (Decreto DINARA 149/97) el cual debe contemplar determinadas condicionantes técnico-jurídicas (DINARA 2005). Es evaluado técnicamente en primera instancia y luego pasa a una evaluación jurídica y con ambos informes se obtiene la Resolución. Esta es condicionada a las correspondientes autorizaciones que emiten el resto de las instituciones competentes (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Prefectura Nacional Naval, Dirección Nacional de Medio Ambiente e intendencias municipales). En el caso que el Proyecto se base en el cultivo de una especie exótica, la introducción solo puede ser autorizada por el Poder Ejecutivo.

### Accidental

Actualmente, a nivel mundial la principal causa de introducción involuntaria de especies acuáticas exóticas es a través del agua de lastre (Carlton 1985; Smith *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2000; Niimi 2004). Las consecuencias han sido desastrosas, aumentando el ingreso por esta vía considerablemente, causando daños en los ecosistemas, en la biodiversidad nativa, en actividades pesqueras y de acuicultura así como perjuicios a la salud humana (Silva *et al.* 2004). De acuerdo a la Organización Marítima Internacional (OMI 2004), agua de lastre "es el agua, con las materias en suspensión que contenga, cargada a bordo de un buque para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad y los esfuerzos del buque". En este sentido desde 1948 la OMI reglamenta el transporte de actividades marítimas en relación a la seguridad, mantenimiento del medio ambiente y los aspectos legales vinculados. La Organización Mundial de la Salud tiene entre sus objetivos el análisis del agua de lastre como medio propagador de bacterias causantes de epidemias.

La OMI aprobó en la Conferencia Internacional sobre la Gestión del Agua de Lastre para Buques, el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (OMI 2004). Si

<sup>1</sup> Asentamiento y colonización de organismos mayores a 50 µm sobre sustratos artificiales.

<sup>2</sup> "Prohíbese la exportación de especies vivas en cualquier estado de su desarrollo, como asimismo la importación de especies exóticas, cualquiera fuese su estado de evolución, o su introducción en las aguas interiores, salvo autorización especial".

bien se establecen normas tendientes a controlar la transferencia de especies exóticas introducidas, estas normativas aún no son obligatorias. Con éstas la OMI tiene como fin auxiliar a los gobiernos sobre la temática. Entre otras obligaciones, los estados miembros se comprometieron a fomentar el desarrollo de la gestión del agua de lastre y de normas para prevenir, reducir al mínimo y, en último término, eliminar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos, mediante el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques. Asimismo este convenio establece que los buques, "siempre que sea posible, efectuarán el cambio del agua de lastre a por lo menos 200 mn de la tierra más próxima y en aguas de 200 m de profundidad como mínimo, teniendo en cuenta las Directrices elaboradas por la Organización". La OMI, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), a través del Programa Global de Gestión de Agua de Lastre (GloBallast), apoyan a los países en desarrollo en la problemática del Agua de Lastre, a efectos de disminuir las especies exóticas introducidas por este medio.

#### **Introducción accidental de especies en Uruguay y MERCOSUR**

En los países del MERCOSUR existen diferentes iniciativas que persiguen la conformación de grupos de trabajo con enfoques multidisciplinarios e interinstitucionales y con la participación de actores locales. Como ejemplo, en Brasil se indica la necesidad de conformar un programa para analizar la problemática del mejillón dorado con la participación de personal relacionado con la navegación fluvial y lacustre, hidroeléctricas e industrias que utilizan el recurso hídrico con diversos fines (Mansur *et al.* 2004b). En Uruguay (diciembre 2003) la DINARA organizó una mesa redonda sobre el mejillón dorado, donde participaron delegados de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, Facultad de Ciencias, Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), Intendencia Municipal de Montevideo, Prefectura Nacional Naval, OSE y DINARA. Se manifestó la necesidad de crear una Comisión Técnica Nacional multidisciplinaria, que aborde globalmente la problemática de este bivalvo. Se señaló que los escasos trabajos científicos realizados hasta el momento (e.g. Scarabino & Verde 1995; Clemente & Brugnoli 2002; Orensanz *et al.* 2002; Brugnoli *et al.* 2005) son básicamente logros de esfuerzos personales no contextualizados en líneas institucionales. El Proyecto FREPLATA conformó en 2004 un grupo de trabajo en Puertos y Vías Navegables, donde se abordó como tema transversal las especies invasoras acuáticas y posteriormente en un taller del componente de Biodiversidad del mencionado proyecto. Igualmente este proyecto incluyó a las especies invasoras acuáticas como uno de los temas claves y componente de la "Estrategia Uruguaya para la Conservación de la Biodiversidad del Río de la Plata y su Frente Marítimo".

Hasta el presente, los diferentes grupos planteados no han avanzado en la temática quedando la conformación de los mismos "en los papeles" por falta de interés, coordinación y/o financiamiento. Por otro lado, las normativas OMI referidas a la gestión de las aguas de lastre para la prevención del ingreso de especies exóticas aún no han sido implementadas en el país, encontrándose en una etapa inicial en diferentes instituciones estatales.

En el MERCOSUR, el Subgrupo Técnico en Medio Ambiente, podría ser un ámbito de discusión regional donde el tratamiento de las especies exóticas acuáticas debería ser considerado prioritario. En los países que integran el MERCOSUR existen iniciativas para actuar en este grupo técnico. En Uruguay la iniciativa tiene como punto focal a DINAMA y su participación debería ser apoyada por otros organismos de gestión y académicos que demostraron interés y trabajo en la temática. Posterior a la consolidación de este grupo, se deberían considerar aportes y solicitar el apoyo de otros usuarios afectados por esta problemática. En la encuesta realizada para el presente trabajo (Tabla 3), se encontró que el 87.5% de las empresas consultadas tiene interés de participar y conformar un grupo de trabajo que analice y discuta posibles soluciones referentes a las especies exóticas acuáticas, comprometiendo su aporte en recursos humanos.

#### **DISCUSIÓN**

A nivel mundial el análisis de las especies exóticas no es reciente; Elton (1958) ya se refería a las invasiones biológicas y sus consecuencias. Sin embargo, en los últimos años se observa un incremento de los trabajos en esta temática debido a la problemática ecológica y económica ocasionada a nivel global y regional (e.g. Carlton & Geller 1993; Carlton 1996; Morton 1996; Ricciardi & Rasmussen 1998; Ruiz *et al.* 2000; Darrigran 2002; Orensanz *et al.* 2002; Silva *et al.* 2004). En Uruguay existen reportes de especies acuáticas exóticas desde principios de siglo, donde se revela que la presencia de organismos exóticos no es actual, aunque si la creciente conciencia sobre su problemática ambiental como lo indican estudios recientes (e.g. Scarabino & Verde 1995; Masello & Menafrá 1998; Orensanz *et al.* 2002; Scarabino 2004; Brugnoli *et al.* 2005) y las encuestas realizadas a empresas afectadas, coincidiendo con las tendencias observadas a nivel global en esta temática.

El número de especies acuáticas exóticas identificadas (26) (Tabla 1 y 2) son menores a los reportes existentes para otras zonas geográficas (150 en la Bahía de San Francisco, Cohen & Carlton 1998; 255 en Norteamérica, Ruiz *et al.* 2000). De acuerdo con Orensanz *et al.* (2002), estas diferencias pueden deberse a los pocos estudios taxonómicos y ecológicos realizados en la zona de estudio o a la menor exposición a las invasiones biológicas debido a la baja intensidad de transporte marítimo.

Es de resaltar que las especies de peces introducidas para acuario no fueron consideradas en el presente trabajo, lo que probablemente incrementaría el número de especies acuáticas exóticas en el país. A pesar de ello, el

64% de los organismos introducidos corresponde a peces (Tabla 1). Para la introducción de organismos con fines de acuicultura, los análisis de factibilidad no consideran estudios de impacto ambiental, criterios ecológicos u efectos colaterales que puedan generar su introducción en los ecosistemas acuáticos. El escape de organismos de estaciones de cría es una de las causas de introducción de especies exóticas en diferentes ecosistemas acuáticos (de Poorter 1999). En Uruguay la información al respecto es casi nula y por otra parte, no presenta una política de desarrollo de la acuicultura que fomente el uso de especies autóctonas frente a las exóticas. Estudios poblacionales y de distribución biogeográfica permitirán dilucidar si existen nuevas invasiones de vertebrados en ecosistemas acuáticos y cuantificar los efectos ocasionados sobre la ictiofauna autóctona, resaltando así la necesidad de priorizar el cultivo de especies autóctonas frente a las introducidas. Como ejemplo de esta problemática, Maneyro *et al.* (2005) indican la presencia de juveniles de rana toro (*Rana catesbeiana*) en estado silvestre en cuerpos de agua cercanos a tajamares abandonados, utilizados para la cría de esta especie en Uruguay.

El escape de organismos de estaciones de cría se ve especialmente potenciado con el uso de tilapia para cultivo (McCrary 2004). Es un pez exótico comúnmente introducido para el desarrollo de la acuicultura y comprende tres géneros de la familia Cichlidae (*Sarotherodon*, *Tilapia* y *Oreochromis*) (McCrary 2004). Diversos estudios desarrollados en países de América Latina, donde se ha realizado su introducción, encontraron efectos negativos ocasionados en diferentes niveles ecológicos (De León *et al.* 2000; Starling *et al.* 2002; McCrary 2004). Frente a esta clase de introducción, se resalta la necesidad de divulgar el potencial impacto ambiental de estas especies, realizar estudios previos sobre su impacto en el ecosistema, estudios experimentales confinados y monitoreos posteriores a su introducción (Kohler & Courtenay 1986).

Algunas de las especies exóticas descritas para Uruguay en el presente trabajo poseen ciclos de vida con estadios larvales y fases juveniles o adultas de hábito bentónico (*C. fluminea*, *F. enigmaticus*, *L. fortunei*). Esta característica les permitiría desarrollar un uso diferencial de los hábitat (pelágico, bentónico) durante su ciclo de vida, confiriéndole facilidades para su dispersión y expansión biogeográfica por medio de vectores artificiales (aguas de lastre, fouling) o naturales (zoocoria). En algunos casos podría explicar la rápida ampliación del rango de distribución biogeográfica en un corto intervalo de tiempo, aunque esta hipótesis debería ser verificada.

Diversos estudios señalan a la salinidad como parámetro importante para explicar y analizar el proceso de invasión en ecosistemas acuáticos costeros (Ricciardi & MacIsaac 2000; Occhipinti-Ambrogi & Savini 2003). Brugnoli *et al.* (2005) plantean a la salinidad como variable ambiental importante para explicar el proceso de colonización de *L. fortunei* en cuerpos costeros de Uruguay. Son necesarios mayores estudios básicos que consideren esta variable en relación con el proceso de invasión.

La zona costera de Uruguay posee un importante tráfico acuático con diferentes destinos (López-Laborde *et al.* 2000). Los puertos se concentran en la zona atlántica (La Paloma), costa uruguaya del Río de la Plata (Colonia, Montevideo) y principalmente en la zona inferior de la margen oriental del Río Uruguay (Paysandú, Fray Bentos, Nueva Palmira). Sumado a esto se encuentran pequeños puertos (Carmelo, Juan Lacaze, Puerto del Buceo, Piriápolis y Punta del Este) para barcos de menor calado, deportivos o turísticos (López-Laborde *et al.* 2000). En los últimos años el incremento de la producción forestal y cerealera generó un aumento del tránsito de buques que tienen como principales puertos de salida las terminales de Paysandú, Fray Bentos y Nueva Palmira, aunados a la reciente construcción del Puerto de M'Bopicuá, situado 10 km aguas arriba de Fray Bentos. Aunque la intensidad del tráfico marítimo es menor a la existente en otras regiones (América del Norte, Europa), son necesarios estudios integrados que consideren los flujos marítimos, su origen y destino con las correspondientes operaciones de deslastre en zonas previamente autorizadas. Paralelamente deberían realizarse monitoreos biológicos de las aguas de lastre y relevamiento biológicos de zonas portuarias para detectar la presencia/ausencia de organismos exóticos y su relación con el tráfico marítimo e introducción por medio de vectores antrópicos (fouling, aguas de lastre).

Como acción preventiva para el ingreso de especies exóticas, se sugiere el relevamiento y monitoreo biológico de zonas portuarias, donde potencialmente hacen ingreso estos organismos (Neto & Jablonski 2004; Silva *et al.* 2004). En Uruguay, de los puertos comerciales existentes, solamente Montevideo presenta antecedentes de estudios biológicos (e.g. Danulat *et al.* 1998; Muniz *et al.* 2000). Por otro lado, algunos de los puertos (e.g. La Paloma, Punta del Este, litoral del Río Uruguay), se ubican en zonas cercanas a áreas protegidas de elevada fragilidad (PROBIDES 1999; RAMSAR 2004). La densidad de terminales portuarias en zonas costeras y litorales del país, la ausencia de medidas de prevención para el ingreso de especies exóticas acuáticas transportadas por medio de aguas de lastre o fouling en los cascos de los barcos, así como la falta de estudios ambientales en zonas portuarias, la inexistencia de un marco legal y controles ambientales referentes a aguas de lastre, conjuntamente con la cercanía de zonas portuarias a áreas de conservación, potencian el ingreso de especies exóticas acuáticas en estos ecosistemas costeros con una elevada fragilidad frente a esta clase de organismos.

En Uruguay, actualmente una de las principales debilidades en la gestión de esta problemática, es la falta de información y sensibilización de los actores políticos referentes al efecto de las especies exóticas a nivel ecosistémico y económico. El presente documento aporta gastos ocasionados por esta problemática en el país y la región; en el país corresponden a una estimación primaria y en su mayoría son superiores a U\$S (dólares americanos) 10000 por empresa afectada que conside-

rando el total de las consultados ascienden a un monto superior a U\$S 70000. Los gastos reales ocasionados por las especies exóticas en Uruguay deberían ser calculados considerando los diferentes impactos indirectos (e.g. interrupción de suministro de energía eléctrica, agua potable, horas de personal destinadas a tareas de mantenimiento, insumos para su mitigación), gastos estructurales (e.g. infraestructuras o sensores deteriorados) con la inclusión de costes y pérdidas ecológicas (e.g. de biodiversidad, función ecosistémica, otras).

#### Prioridades y perspectivas de investigación

Se debería conformar un grupo multidisciplinario con un enfoque integrado, priorizando tres líneas de acción: prevención, control y erradicación-mitigación. Como eje transversal se sugiere el desarrollo de actividades de investigación (básica y aplicada), con un componente de gestión como la generación de un marco normativo y la divulgación pública de la información.

Desde una óptica de la prevención, es necesario profundizar el control de las fuentes de ingreso de estos organismos por aguas de lastre y su disposición final. Su identificación debería realizarse a partir de predicciones, establecimiento de sitios donadores de especies exóticas y ecosistemas con riesgo de invasión. Para la detección y erradicación temprana de especies con potencial invasivo, deberían implementarse programas de monitoreo biológico de aguas de lastre y zonas portuarias. Para el control poblacional se identifica la necesidad de determinar medidas de control ambientalmente saludables sustentadas en investigaciones básicas a nivel local (e.g. dinámica poblacional, dispersión y asentamiento larval), que permitan mitigar los efectos de estos organismos sobre infraestructuras humana y ecosistemas invadidos. Dentro del componente investigación-gestión-divulgación, resalta el reciente apoyo del IABIN y su red en especies invasoras (I3N), para la generación de una "Base de Datos en Especies Invasoras de Uruguay" ejecutada por Facultad de Ciencias, disponibilizando en portales de internet datos referentes a reportes, características, proyectos y especialistas vinculados con esta problemática.

#### Implicancias para la conservación y el manejo

Actualmente, Uruguay no presenta la capacidad de enfrentar esta problemática debido al desconocimiento del tema (inexistencia de una cuantificación de los impactos ambientales ocasionados, falta de estudios básicos y aplicados), falta de interés y la ausencia de una política ambiental que implique una coordinación interinstitucional y el desarrollo de estrategias de acción con planes de prevención, control, erradicación y/o mitigación de estos organismos. Es necesario promover estudios básicos (e.g. ecológicos, ambientales y económicos), legislar sobre la materia, realizar divulgación y sensibilización a los diferentes actores políticos y de gestión, que permitan arribar a soluciones integrales a esta compleja problemática ambiental.

#### AGRADECIMIENTOS

A los editores por su invitación a participar de este libro y sus sugerencias. E. Schwindt por sus aportes para mejorar este documento. A los técnicos de las empresas y organismos estatales consultados (ANCAP, ANP, DINARA, CTM, ESTURIONES DEL RÍO NEGRO, DNH División Puertos, FRIGORÍFICO CASABLANCA, OSE y UTE) que respondieron desinteresadamente las encuestas. A FREPLATA y al Grupo Puertos y Vías Navegables por sus aportes.

#### REFERENCIAS

- Amestoy F Spinetti M & G Fabiano** 1998 Aquatic species introduced in Uruguay. Verhandlungen International Verein Limnology 26:2170-2173
- Armonies W** 2001 What an introduced species can tell us about the spatial extension of benthic populations. Marine Ecology Progress Series 209:289-294
- Bier R** 1985 Estudio de la macrofauna bentónica del curso inferior del Arroyo Solís Grande (Canelones-Maldonado, Uruguay). Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 140 pp
- Borthagaray A Clemente J Boccardi L Brugnoli E & P Muniz** 2006 Impacto potencial de invasión de *Ficopomatus enigmaticus* (Polychaeta: Serpulidae) en la Laguna de Rocha, Uruguay. Pan-American Journal of Aquatic Science 1(1):57-65
- Brugnoli E Clemente J Boccardi L Borthagaray A & F Scarabino** 2005 Golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) distribution in the main hydrographical basins of Uruguay: update and predictions. Anais da Academia Brasileira de Ciências 77(2):235-244
- Calliari D Cervetto G & M Gómez** 2001 Short-term variability in abundance and vertical distribution of the opossum shrimp *Neomysis americana* in the Solís Grande river estuary, Uruguay. Atlántica 23:117-125. Rio Grande
- Calliari D Cervetto G & R Castiglioni** 2004 Summertime herbivory and egg production by *Acartia tonsa* at the Montevideo coast-Rio de la Plata. Ophelia 58(2):115-128
- Carlton J** 1985 Transoceanic and Interoceanic dispersal of coastal marine organism: the biology of ballast water. Oceanogr. Marine Biological Review 23:313-317
- Carlton J** 1996 Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. Biological Conservation 78:97-106
- Carlton J** 1999 Molluscan invasions in marine and estuarine communities. Malacologia 41(2):439-454
- Carlton J & J Geller** 1993 Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. Science 261:78-82
- Cervetto G** 1987 Fluctuaciones del zooplancton del arroyo Solís Grande, Uruguay (16 al 30/11/1982). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 153 pp
- Clemente J & E Brugnoli** 2002 First record of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in continental waters of Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica Uruguay 13:29-33
- Cohen AN & JT Carlton** 1998 Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. Science 279: 555-557
- Corn LC Buck EH Rawson J & E Fischer** 1999 Harmful non-native species: issues for congressional research service Issue Brief RL30123, Resources, Sciences, and Industry Division April 8
- Crooks J & ME Soulé** 1996 Lag times in population explosions of invasive species: causes and implications. Pp 39-46 In:

- Sandlund Schei & Viken (eds) Proceedings of the Norway/ UN Conference on Alien Species. Directorate for Nature Management and Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim
- Danulat E Muniz P Yannicelli B García J & G Medina** 1998 Mejoramiento ambiental del Puerto de Montevideo. Reporte Técnico de Proyecto. Facultad de Ciencias-Administración Nacional de Puertos (Inédito)
- Darrigran G** 1992 Variación temporal y espacial de la distribución de las especies del género *Corbicula* Megerle, 1811 (Bivalvia, Corbiculidae) en el estuario del Río de la Plata, República Argentina. *Neotrópica* 38 (99): 59-63. La Plata
- Darrigran G** 2002 Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions* 4:145-156
- Darrigran G & G Pastorino** 1995 The recent introduction of asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) in to South America. *The Veliger* 38:183-187
- Darrigran G Martín M Gullo B & L Armendáriz** 1998 Macroinvertebrates associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiology* 367:223-230
- Defeo O Fabiano G Amestoy F Little V Acevedo S García C Ares L** 1990 Desarrollo de pesquerías artesanales de la almeja asiática *Corbicula fluminea* en el Uruguay. Informe INAPE. 32 pp (Inédito)
- De León GPP García-Prieto L León Regagnon V & A Choudhury** 2000 Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico. *Journal of Fish Biology* 57:303-325
- de Poorter M** 1999 Borrador de Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por invasión biológica. Cuarta Reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Documento de Base. Unión Internacional para la Naturaleza. 15 pp
- DINARA** 2005 www.dinara.gub.uy
- Elton CS** 1958 The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London. 181 pp
- Figueiras A & OE Sicardi** 1974 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte IX. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 3(26):323-352
- Giambiagi D** 1931 Oniscoideos del río de La Plata (primera parte). *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires (Argentina)* 36:417-429
- Giménez L Borthagaray AI Rodríguez M Brazeiro A & C Dimitriadis** 2005 Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. *Helgoland Marine Research* 59:224-236
- González LA** 1974 Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea: Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista de Biología del Uruguay* 11:119-130
- Kohler C & WR Courtenay** 1986 American Fisheries Society position on introduction of aquatic species. *Fisheries* 11(2):39-42
- Langone JA** 2005 Notas sobre el mejillón dorado *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia, Mytilidae) en Uruguay. Publicación Extra (en línea) (1). Museo Nacional de Historia Natural y Antropología 1:1-18. Montevideo
- López-Laborde J Perdomo A & M Gómez-Erache** 2000 Diagnóstico Ambiental y Socio-Demográfico de la Zona costera Uruguay del Río de la Plata. Compendio de los principales resultados. ECOPLATA, Montevideo. 177 pp
- Maneyro R Laufer G Nuñez D & A Canavero** 2005 Especies invasoras: primer registro de rana toro, *Rana catesbeiana* (Amphibia, Anura, Ranidae) en Uruguay. Publicación especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología de Uruguay, II Encuentro de Ecología):139
- Margalef R** 1983 Ecología. Omega, Barcelona. 951 pp
- Mansur MC Barboza C dos Santos C & C Tasso** 2004b Prováveis vias da introdução de *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857)(Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul en novos registros de invasão no Brasil pelas Bacias do Paraná e Paraguai. Pp 33-38 *In: Vianna & Correa* (eds) Agua de lastro e bioinvasão. Interciencia, Río de Janeiro
- Mansur MC Tasso C Rossoni F & JA Arenas** 2004a Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul. Pp 39-58 *In: Vianna & Correa* (eds) Agua de lastro e bioinvasão. Interciencia, Río de Janeiro
- Mansur MC Santos CP dos Darrigran G Heydrich I Callil CT & FR Cardoso** 2003 Primeiros dados quali-quantitativos do "mexilhão dourado", *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no lago Guaíba, Bacia da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(1):75-84
- Mañé-Garzón F** 1946 Nueva especie de crustáceo isópodo del Uruguay: *Synidotea sphaeromiformis* n. sp. *Comunicaciones Zoológicas de Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(28):1-7
- Masello A & R Menafrá** 1998 Comunidades macrobentónicas de la zona costera uruguaya y áreas adyacentes. Pp 117-168 *In: Wells & Daborn* (eds) El Río de la Plata. Una revisión ambiental. ECOPLATA. Dalhousie University, Halifax
- McCrary J** 2004 Impactos biológicos causados por la Introducción de tilapia (*Oreochromis* spp.) en aguas naturales. Revisión Mundial. Mimeo. Asociación GAIA
- Monro CC** 1938 On a small collection of Polychaeta from Uruguay. *Annals and Magazine of Natural History* 2:311-314
- Montalto L Oliveros O Ezcurra de Drago I & I Demonte** 1999 Peces del río Paraná medio, predadores de una especie invasora *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). *Revista FABICIB* 3:85-101. Santa Fe
- Morton B** 1977 Freshwater fouling bivalves. Proceedings of the First International *Corbicula* Symposium. Texas University, 14 pp
- Morton B** 1996 Zebra Mussels and aquatic Nuisance species. Pp 1-54. *In: Proceedings of the Six International Zebra Mussel and Other Aquatic Nuisance Species Conference*. Ann Arbor press
- Muniz P & N Venturini** 2001 Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande stream estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). *Brazilian Journal of Biology* 61:409-420
- Muniz P Clemente J & E Brugnoli** 2005 Benthic invasive pests in Uruguay: a new problem or an old one recently perceived? *Marine Pollution Bulletin* 50:1014-1018
- Muniz P Venturini N Rodríguez M Martínez A Lacerot G & M Gómez** 2000 Benthic communities in highly polluted urban bay. *In: Milón Delgado Paredes & Benavides* (eds) Ecología y desarrollo sostenible: reto en América Latina para el tercer milenio. Memorias del IV Congreso latinoamericano de Ecología. Arequipa, Perú
- Neto LA de & CS Jablonski** 2004 O Programa GloBallast no Brasil. Pp 11-20 *In: Silva & Souza* (eds) Agua de lastro e bioinvasão. Interciencia, Río de Janeiro
- Niimi A** 2004 Role of container vessels in the introduction of exotic species. *Marine Pollution Bulletin* 49:778-782

- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lacunar litoral oceánico. Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo), 1:225-235. UNESCO ORCYT
- Obenat S** 2001 Biología del anélido introducido *Ficopomatus enigmaticus* (Polychaeta, Serpulidae). Pp *In*: Iribarne(ed) Reserva de Biósfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas. Edición Martín, Mar del Plata
- Occhipinti-Ambrogi A & D Savini** 2003 Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 46:542-551
- Olazarri J** 1986 Almejas del género *Corbicula* en el río Uruguay y sus efluentes del margen izquierdo. Pp 65-67 *In*: Seminario "El río Uruguay y sus recurso pesqueros". CARU 21/10/87
- OMI** 2004 Convenio Internacional para el Control y la gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques. Conferencia Internacional sobre la Gestión del Agua de Lastre para Buques. Conf/ BWM/36. 38 pp
- Orensanz JM Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigran G Elías R López-Gappa JJ Obenat S Pascual S Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & E Vallarino** 2002 No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Penchaszadeh PE Darrigran G Angulo C Averbuj A Brignoccoli N Brogger M Dogliotti A & N Pirez** 2000 Predation on the invasive freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Mytilidae) by the fish *Leporinus obtusidens* Valenciennes 1846 (Anostomidae) in the Río de la Plata, Argentina. *Journal of Shellfish Research* 19:229-231
- Pimentel D Lach L Zuniga R & D Morrison** 2000 Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50:53-65
- Piñeiro G F Scarabino & M Verde** 1992 Una nueva localidad fosilífera del Holoceno marino del Uruguay (Punta Rasa, Departamento de Maldonado). *Boletín de la Sociedad Zoológica de Uruguay* (Actas III Jornadas de Zoología del Uruguay) 7(2ª época):61-62
- Prenzant R & K Chalermwat** 1984 Flotation of the bivalve *Corbicula fluminea* as a means of dispersal. *Science* 225:1491-1493
- PROBIDES** 1999 Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay. PROBIDES, Rocha, Uruguay. 159 pp
- Puig P** 1986 Análisis de contenidos estomacales de corvina blanca (*Micropogon opercularis*) (Sciaenidae, Perciformes). Verano 1984. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo(2):333-340
- Raffaelli D & S Hawkins** 1997 Intertidal ecology. Chapman & Hall, London. 356 pp
- RAMSAR** 2004 <http://www.ramsar.org>
- Ricciardi A** 2001 Facilitative interactions among aquatic invaders: is a "invasional meltdown" occurring in the Great Lake. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* 58:2513-2525
- Ricciardi A & SK Atkinson** 2004 Distinctiveness magnifies the impact of biological invaders in aquatic ecosystems. *Ecology Letters* 7:781-784
- Ricciardi A & H MacIsaac** 2000 Recent mass invasions of the North American Great Lake by Ponto-Caspian species. *Trends in Ecology and Evolution* 15:62-65
- Ricciardi A & JB Rasmussen** 1998 Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* 55: 1759-1765
- Riestra G Giménez L & V Scarabino** 1992 Análisis de la comunidad macrobentónica infralitoral de fondo rocoso en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 11:123-127. Montevideo
- Rodríguez Capítulo A Cortelezzi A Paggi AC & M Tangorra** 2003 Fitoplancton y bentos de la campaña de prospección ambiental del Río de la Plata. Informe II. Parte B. Bentos. Proyecto RLA/99/631 Convenio PNUD/GEF-ILPA (FCNyM-UNLP). Informe Técnico-Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo (FREPLATA), 68 pp. [http://www.freplata.org/documentos/archivos/Documentos\\_Freplata/ipla\\_II/Bentos\\_campania\\_ILPLA\\_II.pdf](http://www.freplata.org/documentos/archivos/Documentos_Freplata/ipla_II/Bentos_campania_ILPLA_II.pdf)
- Rodríguez M & R Palacios** 2001 Presencia y abundancia de la almeja invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) en ríos del Uruguay. *Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas VI Jornadas de Zoología del Uruguay):60
- Ruiz GM Fofonoff PW Carlton JT Wonham MJ & AH Hines** 2000 Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:481-531
- Scarabino F** 2004 Conservación de la malacofauna uruguaya. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica de Uruguay* 8:267-273
- Scarabino F & M Verde** 1995 *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la costa uruguaya del Río de la Plata (Bivalvia: Mytilidae). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica de Uruguay* 7(66/67):374-375
- Scarabino F Menafra R & P Etchegaray** 1999 Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)(Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11(Segunda Epoca): 40
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1975 Carta bionómica litoral del Departamento de Montevideo I. Niveles superiores del sistema litoral. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica de Uruguay* 4(29):117-126
- Schwindt E** 2001 Impacto de un poliqueto exótico y formador de arrecifes. Pp 109-113 *In*: Iribarne (ed) Reserva de la Biosfera mar Chiquita: Características físicas y ecológicas. Editorial Martín, Mar del Plata
- Schwindt E & O Iribarne** 2000 Settlement sites, survival and effects on benthos of an introduce reef-building polychaete in a SW Atlantic coastal lagoon. *Bulletin of Marine Science* 67:73-82
- Schwindt E Bortolus A & O Iribarne** 2001 Invasion of a reef-builder polychaete: indirect impacts on the native benthic community structure. *Biological Invasion* 3:137-149
- Schwindt E Iribarne O & F Isla** 2004 Physical effects of an invading reef-building polychaete on an Argentina estuarine environment. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 59:109-120
- Silva J SV Da Costa F Correa RC Sampaio KT & OM Danelon** 2004 Agua de lastre e bioinvasão. Pp 1-10 *In*: Silva & Souza (eds) Agua de lastre e bioinvasão. Interciencia, Río de Janeiro
- Smith LD Wonham MJ McCann LD Ruiz GM Hines AH & J Carlton** 1999 Invasion pressure to a ballast-flooded estuary and an assessment of inoculant survival. *Biological Invasions* 1:67-87
- Starling F Lazzaro X Cavalcanti C & R Moreira** 2002 Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. *Freshwater Biology* 47:2443-2452
- Veitheimer-Mendes IL & J Olazarri** 1983 Primeros registros de *Corbicula* Megerle, 1811 (Bivalvia, Corbiculidae) para el río Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 1:50-53
- Williamssons M** 1996 *Biological Invasions*. Champan & Hall, London

## Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación

OMAR DEFEO\*, DIEGO LERCARI, ANITA DE ÁLAVA, JULIO GÓMEZ, GASTÓN MARTÍNEZ, ELEONORA CELENTANO, JUAN PABLO LOZOYA, SEBASTIAN SAUCO, DANIEL CARRIZO & ESTELA DELGADO

\*odefeo@dinara.gub.uy



### RESUMEN

En este artículo se resumen los principales resultados de los patrones, procesos y mecanismos que gobiernan la ecología de comunidades y poblaciones macrofaunales de playas arenosas de Uruguay, en base a estudios efectuados durante los últimos 25 años. A nivel comunitario, se observa un incremento exponencial de la riqueza específica y abundancia de la fauna en el gradiente estuarino-oceánico generado por el Río de la Plata, con valores máximos en Barra del Chuy. La macrofauna es más abundante y diversa en playas disipativas que en reflectivas. A nivel poblacional, experimentos de terreno y de laboratorio, así como monitoreos sistemáticos, sugieren que la estructura, abundancia y distribución de la macrofauna es gobernada por factores ambientales, biológicos y antropogénicos operando conjuntamente a diferentes escalas espacio-temporales. La pendiente de la playa, el tamaño de grano, penetrabilidad del sedimento, dinámica del swash y tamaño/período de la ola son importantes en explicar los patrones identificados. Las interacciones intra e interespecíficas son relevantes, observándose denso-dependencia en el reclutamiento, crecimiento y mortalidad, y competencia asimétrica interespecífica. Los factores antropogénicos también generan variabilidad en la estructura y dinámica poblacional. Estas fuentes estructuradoras ejercen acción diferencial según la especie, como resultado de alta plasticidad fenotípica. La fauna en playas arenosas es muy sensible a fuentes de impacto antropogénico, por lo cual la investigación en estos sistemas debe considerar al hombre como agente modificador de la estructura y dinámica de poblaciones y comunidades. Los resultados poseen importantes connotaciones en la conservación y manejo de la biodiversidad en estos sistemas.

**Palabras clave:** comunidades, poblaciones, procesos, patrones, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas constituyen sistemas dinámicos definidos fundamentalmente por amplias fluctuaciones en las condiciones ambientales. Este dinamismo resulta, principalmente, de variaciones en la acción de las olas, régimen de vientos, marea y corrientes, los cuales generan a su vez cambios en las propiedades del sedimento. Las playas arenosas se caracterizan por presentar un número bajo de especies con un alto grado de especialización y movilidad en el eje transversal de la

### ABSTRACT

Factors governing sandy beach macroinfauna are identified and discussed on the basis of experimental and field studies conducted in Uruguay during the last 25 years. At the community level, an exponential increase in species richness and abundance was observed along the estuarine-oceanic gradient generated by the Río de la Plata, with the highest values at Barra del Chuy. Macrofauna is more diverse and abundant on dissipative beaches than on reflective ones. At the population level, results derived from field and laboratory experiments, as well as field monitoring, suggest that the structure, abundance and distribution of macroinfauna are governed by the intertwined forces of environmental, density-dependent and human-induced factors operating together at different spatial and temporal scales. Beach face slope, grain size, the swash dynamics and wave height/period are relevant explanatory variables of population patterns. Biotic factors include intra and interspecific mechanisms, notably density-dependent recruitment, growth and mortality rates, as well as asymmetric interspecific competition. These structuring forces have dissimilar between-species influence, depending on phenotypic plasticity. Human-induced impacts also generate high variability in population structure and dynamics. Strong emphasis should be placed on the life-history plasticity of individual species and the identification of meaningful spatial and temporal scales to detect patterns in assessing the dimension of population regulation mechanisms and processes. These findings have important connotations in ecology, conservation and management of sandy beach biodiversity.

**Key words:** communities, populations, processes, patterns, Uruguay

playa (zonación) como respuesta a las continuas variaciones en las condiciones ambientales, particularmente hidrodinámicas (Defeo & McLachlan 2005).

La aparente escasez biológica y los problemas metodológicos causados por su alto dinamismo, que dificulta la realización de experimentos de terreno, relegaron por muchos años desde el punto de vista científico a los ecosistemas arenosos con respecto a los rocosos (Brown & McLachlan 1990). Recién a partir de las décadas de los 70 y 80, las playas arenosas han sido objeto de

estudio, fundamentalmente con respecto a la estructura, composición, distribución y adaptaciones de la fauna. La morfodinámica de playas expuestas ha recibido especial atención, debido a la marcada influencia de los parámetros físicos sobre la biota (McLachlan 2001; Defeo & McLachlan 2005).

En Uruguay, las playas arenosas dominan los 670 km de costa entre Punta Gorda (Colonia) y Barra del Chuy (Rocha). Los primeros y pioneros estudios sobre playas uruguayas fueron realizados por Scarabino *et al.* (1974; 1975), quienes documentaron patrones bionómicos generales y variaciones espaciales de la macrofauna supralitoral e intermareal de las playas de Montevideo y Rocha. Bajo una misma óptica, Escofet *et al.* (1979), González de Baccino (1984) y Demicheli (1984; 1985) proveen información sobre la estructura comunitaria de playas arenosas en el litoral Atlántico. Dicha línea de investigación es profundizada primeramente en la Facultad de Humanidades y Ciencias (actual Facultad de Ciencias) y luego realizada en conjunto entre ésta y el entonces Instituto Nacional de Pesca (actual Dirección Nacional de Recursos Acuáticos). En esta etapa comienza el desarrollo de la ecología de playas arenosas con mayor énfasis en aspectos cuantitativos, a efectos de evaluar patrones faunísticos a diferentes escalas de espacio y tiempo. En este trabajo se detallan los principales resultados obtenidos durante la última fase mencionada, haciéndose especial énfasis en aquellos con implicaciones para la conservación y el manejo de la fauna que habita las playas arenosas de Uruguay.

## COMUNIDADES

El análisis de comunidades macrofaunísticas de playas arenosas se ha centrado en la descripción de la estructura, dinámica intra e interanual y patrones de distribución a diferentes escalas espaciales que variaron desde km (macroescala) a m (meso y microescala). El primer estudio analizó patrones de macroescala cubriendo un amplio rango de playas de la costa atlántica con variada morfodinámica, desde reflectivas a disipativas (Defeo *et al.* 1992a). Se cuantificó un aumento exponencial de la riqueza de especies y su abundancia de playas reflectivas (grano grueso y pendiente pronunciada) a disipativas (grano fino y suave pendiente). Análisis cuantitativos más elaborados y a una escala anual, mostraron amplias variaciones en la abundancia y en sus patrones de zonación, con componentes de variabilidad diarios y estacionales afectados por variaciones en las condiciones ambientales y morfodinámicas (Brazeiro & Defeo 1996; Giménez & Yannicelli 1997).

Estudios recientes de macroescala (Defeo *et al.* 2002; Lercari & Defeo 2006) permitieron cuantificar un incremento en la riqueza de especies desde Playa Pascual (Dpto. de San José) a Barra del Chuy (Dpto. de Rocha). La salinidad fue identificada como una variable agregada que explicó las tendencias observadas en los descriptores comunitarios: se cuantificó una relación cuadrática entre la salinidad y la riqueza de especies, la

cual implicó un valor nulo de riqueza a un valor medio de salinidad de 16. Esto también fue explicado por una relación lineal negativa entre la riqueza de especies y la variabilidad en la salinidad, estimada mediante su rango (Defeo *et al.* 2002). La riqueza de especies fue máxima en Barra del Chuy y mínima en playas cercanas a Montevideo, volviendo a incrementarse hacia el W (Playa Penino), con la presencia de especies estuarinas y preferentemente dulceacuícolas. Esta playa se comporta como una planicie de marea, donde pequeños cambios en la altura de la ola producen amplios rangos de marea aún en presencia de un rango astronómico mareal reducido, generando una playa macromareal artificial. Paralelamente, la caracterización de los hábitats desde un punto de vista físico permitió confirmar los patrones comunitarios propuestos por Defeo *et al.* (1992a): las playas disipativas presentaron mayor riqueza específica y abundancia que las playas reflectivas. Las especies que habitaron las playas reflectivas tendieron a ser un subconjunto de las especies encontradas en playas disipativas, por lo que los esfuerzos de conservación macrofaunística debieran dar mayor énfasis a las playas disipativas como fuente más importante de eventos de reproducción y reclutamiento (ver teoría en Caddy & Defeo 2003). Se priorizaron áreas sensibles a diversas fuentes de impacto antropogénico, en especial aquella comprendida en el cinturón costero Barra del Chuy-La Coronilla y en la planicie mareal Playa Penino y su área de influencia. Estas zonas forman parte de un sistema de Áreas Marinas Protegidas en vías de implementación en la costa uruguaya (Defeo *et al.* 2004).

Las variaciones espaciales longitudinales de las comunidades dentro de un arco de playa estuvieron principalmente dirigidas a evaluar efectos espacio-temporales de la descarga de agua dulce en la comunidad macrofaunística y su hábitat en el cinturón arenoso comprendido entre Barra del Chuy y Canal Andreoni. Al respecto, se cuantificó una alteración del hábitat, la cual produce una disminución del número de especies, diversidad ecológica, abundancia y biomasa de las comunidades bentónicas hacia el Canal Andreoni (Lercari *et al.* 2002; Lercari & Defeo 2003). El análisis de suficiencia taxonómica desarrollado para dicho cinturón costero mostró criterios útiles de evaluación de impacto en comunidades faunísticas (Defeo & Lercari 2004): se concluyó que los niveles taxonómicos superiores (desde familia a phylum) pueden ser empleados para aportar respuestas rápidas sobre la cuantificación de un impacto ambiental o bien sobre la detección de zonas sensibles. Esto también tiene implicancias directas en términos de costos de investigación relacionados con tiempo de procesamiento de información y capacidad de respuesta a organismos de gestión. Los resultados trascienden las implicaciones para el ecosistema analizado en particular, resultando una alternativa práctica para evaluar áreas sensibles y magnitud de impacto ambiental en playas arenosas, en casos de necesidad de respuestas de corto plazo y con limitada capacidad logística. Esto es un



denominador común en Uruguay debido a la ausencia de infraestructura adecuada y escaso personal. El impacto del Canal Andreoni en la fauna es detallado en Lercari & Defeo (en este volumen).

Defeo *et al.* (1997) desarrollaron un estudio a diversas escalas espaciales (desde continental hasta de microescala) en conjunto con análisis experimentales de laboratorio, a efectos de evaluar el papel de las características sedimentológicas y de las interacciones competitivas en la abundancia y patrones de distribución de los isópodos cirrolánidos *Excirolana armata* y *Excirolana brasiliensis*. Se concluyó que la distribución de estas especies no está supeditada solamente a la acción de factores físicos, sino que la competencia interespecífica es un factor clave en la explicación de los patrones de abundancia y tallas individuales, así como en el desplazamiento de poblaciones competitivamente subordinadas hacia hábitats sub-óptimos.

## POBLACIONES

Los estudios a nivel poblacional han estado principalmente dirigidos a responder preguntas específicas relacionadas con variaciones de mediano y largo plazo en la abundancia, respuestas de las especies a variaciones en la morfodinámica de las playas, variaciones dinámicas en la abundancia en los ejes transversal y longitudinal, respuestas de las especies a impactos antropogénicos, dinámica poblacional (e.g. crecimiento, mortalidad y reclutamiento) y evaluación de la contribución relativa de los factores bióticos y abióticos en la regulación de poblaciones.

### Macroescala

#### *Análisis continental*

Los estudios realizados en la costa atlántica uruguaya sirvieron como base para el desarrollo de análisis macroecológicos dirigidos a evaluar patrones biogeográficos en dos especies conspicuamente distribuidas en las playas arenosas de América del Sur: el decápodo anomuro *Emerita brasiliensis* y el isópodo cirrolánido *Excirolana brasiliensis*. La primera especie fue analizada a lo largo de 2700 km de la costa Atlántica de América del Sur, mientras que el estudio de *Excirolana brasiliensis* incluyó playas arenosas de los Océanos Pacífico y Atlántico, así como una playa de América Central. Se observaron variaciones biogeográficas en las propiedades reproductivas, dinámico-poblacionales y demográficas en ambas especies (Defeo & Cardoso 2002; 2004; Cardoso & Defeo 2003; 2004). La abundancia total de *Emerita brasiliensis* aumentó exponencialmente de playas templadas a subtropicales, mientras que el peso corporal siguió una tendencia inversa. Ambas especies presentaron reproducción y reclutamiento continuos en playas subtropicales, y estacionales en playas templadas, donde predominaron las hembras. Concordando con la hipótesis de gradientes latitudinales, las hembras ovígeras presentaron menor talla y menor fecundidad individual en playas subtropicales, alcanzando la madurez sexual

a tallas inferiores que en playas templadas. Los juveniles también fueron más pequeños en playas subtropicales. También fueron observados patrones geográficos sistemáticos en la dinámica poblacional: las hembras de *Emerita brasiliensis* y ambos sexos de *Excirolana brasiliensis* tuvieron mayores pesos y tallas en playas templadas, mientras que el parámetro de curvatura ( $K$ ) del modelo generalizado de von Bertalanffy disminuyó hacia playas templadas, en consonancia con bajas temperaturas del agua en la zona de rompiente. Solo los machos de *Emerita brasiliensis* en playas templadas presentaron mayores tallas que en playas subtropicales, lo cual estaría explicado por la disminución de la representación relativa de hembras en dichas playas. Esto estaría fundamentado por la hipótesis de competencia intraespecífica asimétrica entre sexos, propuesta por estudios previos a mesoescala en zonas templadas (Defeo *et al.* 2001). La longevidad de ambas especies disminuyó y la mortalidad aumentó de playas templadas a subtropicales, mientras que en *Emerita brasiliensis* se observó mortalidad denso-dependiente. Fue detectado asimismo un efecto de escala regional: las poblaciones de playas disipativas tuvieron un período reproductivo más extenso que en playas reflectivas, así como mayor crecimiento, fecundidad individual y peso corporal. Las asimetrías competitivas y los patrones latitudinales opuestos entre sexos indican que no hay un factor exclusivo que determina los patrones de macroescala en la historia de vida de ambas especies. La historia de vida de estas dos especies claves en los ecosistemas arenosos es plástica a lo largo del gradiente latitudinal, donde las variaciones de temperatura y variables concurrentes (e.g. disponibilidad de alimento) llevaron a un ajuste en la relación fenotipo-ambiente. Esto tiene implicancias de conservación: la plasticidad observada limita la capacidad de extrapolación de parámetros poblacionales de una zona a otra. Dado que Uruguay es el límite S de distribución de ambas especies, las pautas de conservación deben atender la fragilidad de estas poblaciones y su mayor vulnerabilidad a alteraciones antropogénicas de los sistemas y a variaciones drásticas de las condiciones ambientales.

Otro análisis continental ha mostrado recientemente que la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* se encuentra en peligro de extinción debido a la ocurrencia sistemática de mortalidades masivas a lo largo de miles de km de la costa atlántica, incluyendo Brasil, Uruguay y Argentina (Fiori *et al.* 2004). Ello implica la búsqueda concertada de esfuerzos internacionales de conservación de la especie. Estudios de largo plazo en Uruguay llevados a cabo desde 1983 (Defeo *et al.* 2002) muestran niveles de abundancia mínimos del componente reproductivo y mortalidades recurrentes que impiden su recuperación.

#### *Análisis regional: la costa uruguaya*

El análisis a macroescala restringido a playas uruguayas mostró respuestas poblacionales (demografía, dinámica e historia de vida) comunes de las especies al gradiente salino generado por el Río de la Plata. En térmi-

nos generales, la abundancia, fecundidad, crecimiento y supervivencia aumentaron hacia playas oceánicas, y dicha respuesta fue de naturaleza lineal o no lineal, dependiendo de la especie y/o del atributo poblacional analizado (Defeo *et al.* 2002; datos no publicados). También en este caso, el cinturón faunístico Barra del Chuy-La Coronilla registró las mayores abundancias de varias especies claves, incluyendo aquellas de actual o potencial importancia económica. Teniendo en cuenta que dicha playa se encuentra afectada por diversos factores antropogénicos, el establecimiento de pautas de conservación y manejo es crítico para proteger a las especies como a su hábitat (Defeo & Lercari 2004).

Las respuestas poblacionales a variaciones del estado morfodinámico difirieron notablemente de aquellas observadas a nivel comunitario, particularmente en especies que habitan el supralitoral (Defeo *et al.* 1997; 2003; Gómez & Defeo 1999; Defeo & Martínez 2003; Defeo & Gómez 2005). En contraste, las propiedades demográfico-poblacionales de las especies que habitan el intermareal o sublitoral somero estuvieron mayormente relacionadas con características morfodinámicas en el mismo sentido que las propiedades comunitarias, es decir, la abundancia, el crecimiento, la supervivencia y fecundidad tendieron a aumentar desde playas reflectivas a disipativas (McLachlan *et al.* 1995; Defeo *et al.* 2002; Celentano & Defeo 2006). Esto indica que el incremento en abundancia desde condiciones reflectivas a disipativas a nivel comunitario sería explicado en mayor grado por la mayor abundancia y biomasa de especies intermareales en playas disipativas. No obstante, estudios sobre algunos procesos poblacionales en el tatusito (*Emerita brasiliensis*) no muestran que este efecto sea tan marcado (Defeo *et al.* 2001). En consecuencia, los modelos comunitarios de macroescala mundialmente conocidos no caracterizaron del mismo modo la historia de vida y las variaciones demográficas en poblaciones de playas arenosas de Uruguay. Desde un punto de vista de la conservación y teniendo en cuenta la plasticidad de las especies en respuesta a factores ambientales, se requiere un análisis especie-específico que considere las tendencias demográfico-poblacionales con respecto a las características físico-morfodinámicas, a efectos de evaluar y priorizar especies y sistemas sensibles a ser conservados. Tal es el caso de la almeja amarilla antes mencionado (Defeo 2003).

#### Mesoescala y microescala

La abundancia, demografía y dinámica poblacional ha sido especialmente estudiada en la almeja amarilla *M. mactroides*, mediante un estudio de largo plazo (1983-1990) que incluyó la manipulación experimental del esfuerzo de pesca basada en la clausura de la pesquería durante 32 meses consecutivos comprendidos entre abril 1987 y noviembre 1989 (Defeo 1993a; 1993b; 1996a; 1998; Seijo & Defeo 1994; Brazeiro & Defeo 1999; Lima *et al.* 2000). Este análisis de largo plazo incluyó el estudio de una de las especies simpátricas a la almeja, el berberecho *Donax hanleyanus* (Seijo *et al.* 1994; Defeo & de Álava

1995). Los niveles contrastantes de esfuerzo pesquero durante el estudio de largo plazo generaron cambios importantes en la abundancia, demografía y dinámica poblacional de ambas especies, resaltando las implicaciones ecológicas que los humanos pueden tener en el sistema no sólo como extractores sino también como agentes modificadores del ecosistema. Los resultados más importantes fueron:

1) Amplia recuperación de *M. mactroides* y *D. hanleyanus* como resultado de la clausura de la pesquería, con densidades de adultos que aumentaron 16 y cuatro veces con respecto al escenario pesquero, respectivamente (Fig. 1);

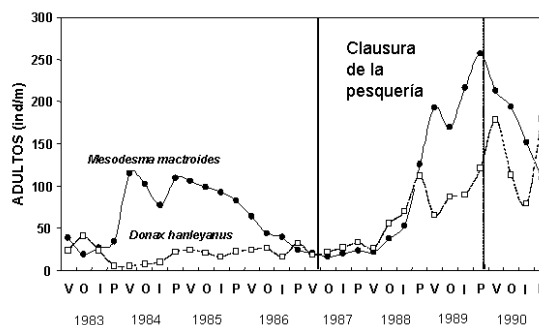


Figura 1. Variaciones de largo plazo en la abundancia (ind.m<sup>-1</sup>) de adultos de *M. mactroides* y *D. hanleyanus* en playa Barra del Chuy. Se detalla el período de clausura de la pesquería en acuerdo con la comunidad pesquera artesanal, bajo un marco de co-manejo informal.

2) Sobre-compensación en la relación stock-reclutamiento de *M. mactroides*, es decir, el reclutamiento fue inhibido por las altas densidades de adultos generadas como resultado de la ausencia de la pesca. En el caso específico de *D. hanleyanus*, el análisis de largo plazo mostró la ausencia de una relación evidente entre los reclutas y el stock parental, así como una relación exponencial monotónica decreciente entre los reclutas de esta especie y los adultos de almeja amarilla. Esta relación stock-reclutamiento interespecífica fue significativa durante el período de pleno desarrollo pesquero, evidenciando un efecto indirecto de la pesca en la modulación del reclutamiento del berberecho (Defeo 1996b; Defeo & de Álava 1995);

3) Limitación del área ocupada por el stock de *M. mactroides* en los 22 km de distribución del recurso, a una densidad máxima de adultos de 120 ind.m<sup>-2</sup>, con efectos de denso-dependencia en el reclutamiento, crecimiento y mortalidad;

4) Segregación espacial de los componentes poblacionales: a microescala o escala de los cuadrantes (0.0625 m<sup>2</sup> en este estudio), las mayores densidades de reclutas de *M. mactroides* no coincidieron con las de adultos. Esta relación negativa sugiere la existencia de procesos compensatorios, donde la sumatoria de las densidades máximas de ambos componentes representaron una combinación óptima de niveles de capacidad de carga del sistema (Defeo 1996b; Caddy & Defeo 2003);

5) Crecimiento estacional y denso-dependiente: el crecimiento de los individuos de almeja amarilla menores a un año fue mínimo en otoño e invierno y de fuerte intensidad en primavera y verano, alcanzando ca. 50 mm durante el primer año de vida, i.e. casi 70% de la máxima longitud observada (Defeo *et al.* 1992b). El análisis interanual mostró que las cohortes 1983, 1987 y 1988 (las dos últimas en ausencia de perturbación de pesca y ante bajas densidades de adultos) crecieron más rápido, mientras que en 1985 (año con máximo reclutamiento) y 1989 (con máximas densidades de adultos), las tasas finitas de crecimiento fueron menores;

6) Mortalidad natural afectada por la extracción pesquera (mortalidad incidental), relacionada positivamente con la magnitud de esfuerzo pesquero, el cual afecta no solo a las especies sino al hábitat mediante disrupción del sedimento; y

7) Correlación negativa entre la variación espacio-temporal de la abundancia del berberecho *D. hanleyanus* y la magnitud de la actividad pesquera sobre *M. mactroides* (Defeo & de Álava 1995), sugiriendo que la actividad pesquera afecta en forma incidental a la especie simpátrica no capturada.

Toda la información obtenida durante este experimento de terreno de largo plazo fue empleada para modelar la dinámica y demografía de ambas especies a través de modelos bioeconómicos espacialmente-explícitos (Seijo & Defeo 1994; Seijo *et al.* 1994). La simulación de estrategias alternativas de manejo sugirió que a altos niveles de densidad de adultos, el reclutamiento es inhibido por procesos denso-dependientes, limitando los niveles poblacionales en los dos a tres años posteriores. Lima *et al.* (2000) modelaron la dinámica poblacional de la almeja amarilla, demostrando que la dinámica estable de la población es influenciada cuando se le adiciona variabilidad estocástica en las tasas de fertilidad y concluyendo que la acción conjunta de fuerzas denso-dependientes y ambientales modulan el comportamiento a largo plazo de esta población.

Se han desarrollado otros estudios dirigidos a estimar el crecimiento, mortalidad y reclutamiento de las poblaciones bajo un amplio espectro de preguntas científicas dirigidas a contrastar hipótesis específicas sobre efectos de factores bióticos (competencia), abióticos (salinidad, morfodinámica) y antropogénicos (Defeo 1985; de Álava & Defeo 1991; Defeo *et al.* 1988; 1992b; 1992c; 2001; 2002; Brazeiro & Defeo 1999; Gómez & Defeo 1999). Los estudios indican mayores tasas de crecimiento y sobrevivencia a mayor salinidad y en sistemas menos afectados por el hombre (e.g. pesca, descarga de agua dulce), lo cual demuestra la necesidad de establecer planes concertados de manejo que minimicen la acción antropogénica en estas especies.

Las variaciones espaciales longitudinales en poblaciones de playas arenosas de Uruguay han mostrado respuestas conductuales especie-específicas (Defeo *et al.* 1986; de Álava & Defeo 1991; Giménez & Yannicelli 2000). El estudio del sistema comprendido entre Barra

del Chuy y el Canal Andreoni permitió cuantificar un impacto negativo de la descarga de agua dulce en la geomorfología de la costa, en variables ambientales y en especial en la diversidad ecológica y procesos poblacionales de la fauna bentónica (incluyendo especies de actual o potencial importancia económica tales como la almeja amarilla *M. mactroides*, el berberecho *D. hanleyanus* y el tatucito *E. brasiliensis*). El análisis mostró respuestas comunes de las especies al gradiente en la calidad del hábitat (Fig. 2; ver Defeo 1993a; Defeo & de Álava 1995; Defeo *et al.* 1996; Lercari & Defeo 1999). También permitió identificar organismos indicadores de perturbación ambiental en base al análisis conjunto de descriptores poblacionales (abundancia, biomasa, fecundidad, crecimiento) y ambientales.

En el gradiente transversal, usualmente conocido bajo el término de zonación, las poblaciones de playas arenosas mostraron una intensa dinámica sometida a fluctuaciones aperiódicas de corto plazo (e.g. horas, días) y periódicas estacionales. Las primeras están supeditadas a la acción de mareas eólicas, mientras que las segundas fueron mejor explicadas por variaciones en la temperatura (Brazeiro & Defeo 1996; Riestra *et al.* 1996; Giménez & Yannicelli 2000; Defeo & Rueda 2002). La dinámica de la zonación, de diferente magnitud en función de la especie analizada, impide determinar cinturones faunísticos fijos a efectos de la implementación de planes de manejo y conservación, por lo cual debe considerarse un enfoque ecosistémico (no discreto) a efectos de que dichos planes engañen mayor probabilidad de éxito.

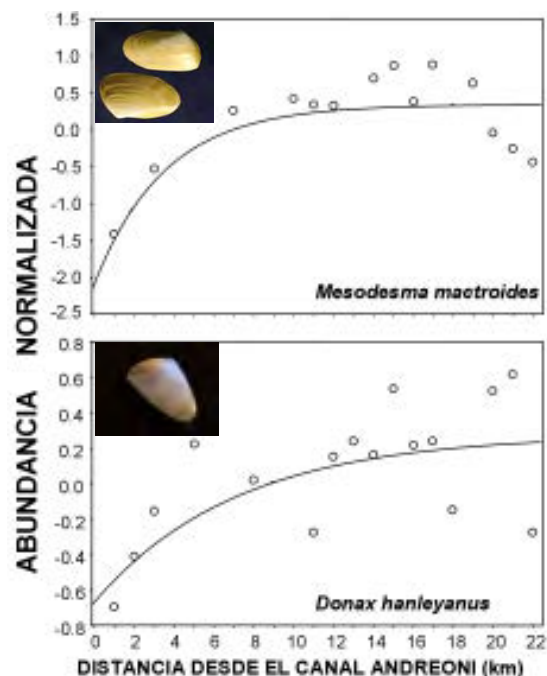


Figura 2. Relación entre la abundancia total (valores normalizados) de la almeja amarilla *M. mactroides* y el berberecho *D. hanleyanus* y la distancia desde la descarga de agua dulce generada por el Canal Andreoni. El mismo patrón no lineal asintótico explicó las variaciones espaciales en abundancia de *E. brasiliensis* (ver Lercari & Defeo 1999).

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La ausencia de información básica (e.g., taxonomía) sobre meiofauna (toda la playa), así como sobre el plancton, bentos y necton de la zona de barrido, y la fauna en general que habita el cordón de dunas, impide proponer pautas sólidas de conservación a nivel ecosistémico. Dicho estudio integral deberá considerar además un adecuado análisis de las habilidades dispersivas de las fases larvales planctónicas de especies claves como *M. mactroides*, *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*, en conjunto con estudios del rol de la hidrodinámica costera, en el contexto de la teoría de metapoblaciones. Esto, aunado a estudios de genética poblacional, proveerá bases adicionales robustas para el establecimiento de pautas de conservación y manejo (Defeo & McLachlan 2005).

Es necesario el desarrollo de experimentos de terreno dirigidos a evaluar la magnitud de los diferentes impactos antropogénicos en estos frágiles ecosistemas. Esto debe ser complementado con experimentos de laboratorio (microcosmos) dirigidos a evaluar los efectos ecofisiológicos de los contaminantes y las respuestas a factores abióticos (salinidad).

La explotación y comercialización de organismos filtradores está usualmente afectada por la acumulación de toxinas asociadas con la cada vez más frecuente ocurrencia de blooms fitoplanctónicos (Defeo & Scarabino 1990; McLachlan *et al.* 1996), los cuales ocasionan mortalidades masivas o tornan a dichas especies en no consumibles. Teniendo en cuenta el creciente impacto humano en sistemas costeros, los blooms nocivos podrían afectar en forma cada vez más notoria a estos filtradores suspensivos, por lo cual se requiere de estudios relacionados con el tópico.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Los estudios de largo plazo realizados a multi-escala espacial en playas arenosas de Uruguay mostraron el impacto que ejercen las actividades humanas en el ambiente, a nivel de poblaciones explotadas y no explotadas, y en la comunidad macrofaunística en general. En consecuencia, el hombre debe ser considerado como un factor clave capaz de generar procesos en cascada que afectan el funcionamiento de estos ecosistemas. Esto reviste especial importancia a la hora de encarar futuros estudios en playas de arena, en las cuales deberá considerarse el impacto del hombre como agente perturbador en la estructuración y abundancia de sus poblaciones y comunidades faunísticas (Defeo & de Álava 1995; Lubchenco *et al.* 1995).

Las especies que habitaron las playas reflectivas tendieron a ser un subconjunto de las especies encontradas en playas disipativas, por lo que los esfuerzos de conservación macrofaunística debieran dar mayor énfasis a las playas disipativas como fuente más importante de eventos de reproducción y reclutamiento.

Durante el estudio de largo plazo se priorizaron áreas sensibles a fuentes de impacto antropogénico, tales como el cinturón costero Barra del Chuy-La Coronilla y la planicie mareal Playa Penino y su área de influencia. En el primer caso, teniendo en cuenta que dicho cinturón arenoso se encuentra afectado por diversas fuentes de impacto, el establecimiento de pautas de conservación y manejo en el corto plazo es crítico para proteger a las especies como a su hábitat. Estas zonas forman parte de un sistema de Áreas Marinas Protegidas en vías de implementación en la costa uruguaya.

Los análisis de suficiencia taxonómica resultaron una alternativa práctica para evaluar áreas sensibles y magnitud de impacto ambiental en playas arenosas. Esto tiene connotaciones para otros ecosistemas costeros de Uruguay, en casos de necesidad de respuestas de corto plazo y con limitada capacidad logística, ausencia de infraestructura adecuada y escaso personal.

La plasticidad fenotípica observada a macroescala limita la capacidad de extrapolación de parámetros poblacionales de una zona a otra. Dado que Uruguay es el límite S de distribución de algunas especies que habitan playas arenosas, las pautas de conservación deben atender la fragilidad de estas poblaciones y su mayor vulnerabilidad a alteraciones antropogénicas de los sistemas y a variaciones drásticas de las condiciones ambientales. Se requiere un análisis especie-específico que considere las tendencias demográfico-poblacionales con respecto a las características físicas del sistema, a fin de priorizar especies y sistemas sensibles a conservar.

La alta dinámica de la zonación macrofaunística, así como su diferente magnitud en función de la especie analizada, impide determinar cinturones faunísticos fijos de playa a efectos de implementar planes de manejo y conservación, por lo cual debe considerarse un enfoque ecosistémico (no discreto) a efectos de que dichos planes tengan mayor probabilidad de éxito.

La ausencia de políticas de largo plazo en los planes de manejo y conservación se refleja en procesos constantes de deterioro de las playas como elementos estéticos del paisaje de la costa uruguaya, así como en la pérdida de biodiversidad, con innegables perjuicios socio-económicos para el país. Se recomienda desarrollar estrategias de planificación y manejo integrado a fin de evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables en los ecosistemas arenosos costeros.

Las especies de actual (*M. mactroides*) o potencial (*D. hanleyanus*, *E. brasiliensis*) importancia en el desarrollo de actividades pesqueras son por lo general difíciles de controlar en Uruguay y a nivel mundial (Defeo 2003), en cuanto a limitaciones en el número de pescadores, cuotas de captura estacionales o espaciales y tallas mínimas permisibles (Defeo 1987; 1989; Defeo *et al.* 1991; 1993). En consecuencia, se sugiere la implementación de estrategias de co-manejo que incorporen a los pescadores en la toma de decisiones, así como en el control y vigilancia de las medidas de manejo. El caso exitoso de co-manejo

informal de la pesquería de almeja amarilla entre 1987 y 1991, con la rotación de áreas de pesca y la asignación de cuotas individuales de captura (Defeo 1993a; 1993b; 2000), así como la exitosa implementación de estas estrategias en Chile (Castilla & Defeo 2001; Defeo & Castilla 2005), permiten augurar un futuro promisorio en la institucionalización del co-manejo en Uruguay.

## REFERENCIAS

- Brazeiro A & O Defeo** 1996 Macrofauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 42:523-536
- Brazeiro A & O Defeo** 1999 Effects of harvesting and density-dependence on the demography of sandy beach populations: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 182:127-135
- Brown AC & A McLachlan** 1990 Ecology of sandy shores. Elsevier, Amsterdam. 328 pp
- Caddy JF & O Defeo** 2003 Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fisheries Technical Paper 448:159 pp
- Cardoso R & O Defeo** 2003 Geographical patterns in reproductive biology of the Pan-American sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Marine Biology* 143:573-581
- Cardoso R & O Defeo** 2004 Biogeographic patterns in life history traits of the Pan-American sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 61:559-568
- Castilla JC & O Defeo** 2001 Latin-American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:1-30
- Celentano E & O Defeo** 2006 Habitat harshness and morphodynamics: life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguayan sandy beaches. *Marine Biology* 149:1453-1461
- de Álava A & O Defeo** 1991 Distributional pattern and population dynamics of *Excirrolana armata* (Isopoda: Cirolanidae) in an Uruguayan sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33:433-444
- Defeo O** 1985 Aspectos biocenológicos y de dinámica de población de "almeja amarilla" *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) en la zona de la Barra del Chuy, Depto. de Rocha Uruguay. II. Dinámica de la población. *Contribuciones del Departamento de Oceanografía (Facultad de Humanidades y Ciencias)* 2(4):76-98. Montevideo
- Defeo O** 1987 Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Biología Pesquera* 16:47-62. Concepción
- Defeo O** 1989 Development and management of artisanal fishery for yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguay. *Fishbyte* 7(3):21-25
- Defeo O** 1993a The effect of spatial scales in population dynamics and modelling of sedentary fisheries: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of an Uruguayan exposed sandy beach. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida (México). 308 pp
- Defeo O** 1993b Repopulation of coastal invertebrates through the management of natural areas: a successful example. *Out of the Shell* 3(2):11-13
- Defeo O** 1996a Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:605-614
- Defeo O** 1996b Recruitment variability in sandy beach macrofauna: much to learn yet. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:615-630
- Defeo O** 1998 Testing hypotheses on recruitment, growth and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 125:257-264
- Defeo O** 2000 Approches expérimentales sur la participation de la population dans les pêcheries côtières artisanales en Amérique Latine. Pp 31-33 *In: UNESCO (ed) Pratiques éclairées pour un développement humain durable dans les régions côtières. Résultats d'un atelier intersectoriel. CSI info (10). UNESCO, Paris*
- Defeo O** 2003 Marine invertebrate fisheries in sandy beaches: an overview. *Journal of Coastal Research* 35:56-65
- Defeo O & RS Cardoso** 2002 Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. *Marine Ecology Progress Series* 239:169-179
- Defeo O & RS Cardoso** 2004 Latitudinal patterns in abundance and life-history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* on South American sandy beaches. *Diversity and Distributions* 10:89-98
- Defeo O & JC Castilla** 2005 More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management success in artisanal Latin American shellfisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 15(3):265-283
- Defeo O & A de Álava** 1995 Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 123:73-82
- Defeo O & J Gómez** 2005 Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life history adaptations in a supralittoral amphipod. *Marine Ecology Progress Series* 293:143-153
- Defeo O & D Lercari** 2004 Testing taxonomic resolution levels for ecological monitoring in sandy beach macrobenthic communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14:65-74
- Defeo O & G Martínez** 2003 The habitat harshness hypothesis revisited: life history of the isopod *Excirrolana braziliensis* in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83:331-340
- Defeo O & A McLachlan** 2005 Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multiscale analysis. *Marine Ecology Progress Series* 295:1-20
- Defeo O & M Rueda** 2002 Spatial structure, sampling design and abundance estimates in sandy beach macrofauna: some warnings and new perspectives. *Marine Biology* 140:1215-1225
- Defeo O & V Scarabino** 1990 Ecological significance of a possible deposit-feeding strategy in *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) (Mollusca: Pelecypoda). *Atlántica* 12(1):55-66. Rio Grande
- Defeo O Brazeiro A & G Riestra** 1996 Impacto de la descarga de un canal artificial en la biodiversidad de gasterópodos en una playa de arena de la costa atlántica uruguaya. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(70-71):13-18
- Defeo O Gómez J & D Lercari** 2001 Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 212:159-170
- Defeo O Gómez J & D Lercari** 2003 The role of morphodynamics in structuring sandy beach populations and communities: what should be expected? *Journal of Coastal Research* 35:352-362
- Defeo O Layerle C & A Masello** 1986 Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente* 8(1):48-57. Valdivia
- Defeo O Masello A & C Layerle** 1988 Consideraciones metodológicas para el estudio del crecimiento en moluscos

- bivalvos. Pp 135-148 *In*: Scarabino & Tarifeño (eds) Resultados del Seminario sobre Procesos Físicos y Biológicos del Medio Ambiente Costero y Estuarino Templado de América Latina (Montevideo, noviembre de 1986). Informes Unesco en Ciencias del Mar 47:135-148. Montevideo
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992a Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Defeo O Ortiz E & JC Castilla** 1992b Growth, mortality and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguayan beaches. *Marine Biology* 114:429-437
- Defeo O Arreguín-Sánchez F & JA Sánchez** 1992c Growth study of the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of the application of three length-based methods. *Scientia Marina* 56:53-59
- Defeo O de Álava A Valdivieso V & JC Castilla** 1993 Historical landings and management options for the genus *Mesodesma* in coasts of South America. *Biología Pesquera* 22:41-54. Concepción
- Defeo O Brazeiro A de Álava A & G Riestra** 1997 Is sandy beach macroinfauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45:453-462
- Defeo O Seijo JC Euan J & M Liceaga** 1991 Dinámica espacial del esfuerzo pesquero en una pesquería artesanal de la costa atlántica uruguaya. *Investigaciones Pesqueras* 36:17-25. Santiago de Chile
- Defeo O Lercari D Celentano E Lozoya JP & G Martínez** 2002 Diversidad biológica y pautas para su conservación en sistemas litorales arenosos de la costa uruguaya. Informe CONICYT-Clemente Estable:43 pp. Montevideo
- Defeo O de Álava A Gómez J Lozoya JP Martínez G Riestra G Amestoy F Martínez G Cantón V & M Batallés** 2004 Hacia una implementación de áreas marinas protegidas como herramientas para el manejo y conservación de la fauna marina costera en Uruguay. 1ª Jornada Comunicación Científica del PDT:22 pp. Montevideo
- Demicheli MA** 1984 Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portezuelo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6 (47):235-241, 4 mapas
- Demicheli MA** 1985 Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(49):301-309, 3 mapas
- Escofet A Gianuca N Maytía S & V Scarabino** 1979 Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29° y 43° S: consideraciones generales y esquema biocenológico. Pp 245-258 *In*: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO ROSTLAC
- Fiori S Vidal-Martínez V Simá-Álvarez R Rodríguez-Canul R Aguirre-Macedo ML & O Defeo** 2004 Field and laboratory observations of the mass mortality of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in South America: the case of Isla del Jabalí, Argentina. *Journal of Shellfish Research* 23:451-455
- Giménez L & B Yannicelli** 1997 Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Marine Ecology Progress Series* 160:197-207
- Giménez L & B Yannicelli** 2000 Longshore patterns of distribution of macroinfauna on a Uruguayan sandy beach: an analysis at different spatial scales and of their potential causes. *Marine Ecology Progress Series* 199:111-125
- Gómez J & O Defeo** 1999 Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Marine Ecology Progress Series* 182:209-220
- González de Baccino RG de** 1984 Estudio de una comunidad de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854) en la Playa Portezuelo, Depto. de Maldonado, Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6 (46):193-196, 1 tabla, 5 fig
- Lercari D & O Defeo** 1999 Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49:457-468
- Lercari D & O Defeo** 2003 Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58S:17-24
- Lercari D & O Defeo** 2006 Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68:27-35
- Lercari D Defeo O & E Celentano** 2002 Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution Bulletin* 44:1392-1399
- Lima M Brazeiro A & O Defeo** 2000 Dynamics of a yellow clam (*Mesodesma mactroides*) population: recruitment variability, density-dependence and stochastic processes. *Marine Ecology Progress Series* 207:97-108
- Lubchenco J Allison GW Navarrete SA Menge BA Castilla JC Defeo O Folke C Kussakin O Norton T & AM Wood** 1995 6.1.9. Coastal systems. Pp 370-381 *In*: United Nations Environment Programme. Global Biodiversity Assessment. Section 6: Biodiversity and ecosystem functioning: ecosystem analyses. Cambridge University Press, Cambridge
- McLachlan A** 2001 Coastal beach ecosystems. Pp 741-751 *In*: Lewin (ed) Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press, New York
- McLachlan A Jaramillo E Defeo O Dugan J de Ruyck A & P Coetzee** 1995 Adaptations of bivalves to different beach types. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 187:147-160
- McLachlan A Dugan J Defeo O Ansell A Hubbard D Jaramillo E & P Penchaszadeh** 1996 Beach clam fisheries. *Oceanography and Marine Biology -An Annual Review-* 34:163-232
- Riestra G Defeo O & A Brazeiro** 1996 Dinámica de la zonación de gasterópodos en una playa disipativa micromareal. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(70-71):1-6
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1975 Carta bionómica litoral del departamento de Montevideo I. Niveles superiores del sistema litoral. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(29):117-126, 3 lám
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de las playas arenosas del Depto. de Rocha (Uruguay), con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):42-52, 2 lám, 1 mapa. Montevideo
- Seijo JC & O Defeo** 1994 Dynamics of resource and fishermen behaviour in coastal invertebrate fisheries. Pp 209-222 *In*: Antona, Catanzano & Sutinen (eds) Proceedings of the VI Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade
- Seijo JC Defeo O & A de Álava** 1994 A multiple criterion optimization approach for the management of a multispecies fishery with ecological and technological interdependencies. Pp 161-169 *In*: Antona Catanzano & Sutinen (eds) Proceedings of the VI Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade

## Estado actual, propuestas y perspectivas de manejo de las Áreas Protegidas Costeras

JUAN CARLOS GAMBAROTTA

jgambaro@adinet.com.uy



### RESUMEN

Se da a conocer la situación actual de manejo de las Áreas Protegidas Costeras en Uruguay y se plantean necesidades y perspectivas de futuro. El nivel de manejo es inexistente en algunas áreas y rudimentario en otras. La principal dificultad es la dispersión de responsabilidades entre varias instituciones estatales. Es improbable que haya logros concretos si las responsabilidades de gestión no pasan a un solo organismo. Tanto la Convención Ramsar como la Reserva de Biosfera MaB son herramientas de conservación importantes pero seguirán careciendo de valor práctico si no se abren espacios para la participación de los interesados. Tanto las lagunas costeras como las islas están bien representadas en el conjunto de áreas protegidas, pero la costa de las lagunas y el mar circundante a las islas quedan fuera de la gestión. Para que merme la caza furtiva, los guardaparques deben contar con más facultades y se debe dotar de personal a todas las Áreas Protegidas. Ha habido inversión para mejorar los servicios en algunas áreas, pero no ha sido planificada y el vandalismo, producto de la falta de vigilancia, ha deteriorado la infraestructura. El ecoturismo ya se desarrolla en algunas áreas y es prometedor. La pesca no cuenta con buenos mecanismos de regulación y las zafras pesqueras no se determinan por criterios de manejo sino por la conveniencia de los pescadores.

**Palabras clave:** políticas ambientales, pesquerías, furtivismo, participación, guardaparques

### ABSTRACT

The current situation of the management of Coastal Protected Areas in Uruguay is analyzed, future needs and perspectives are proposed. Actual management level is lacking in some areas and rudimentary in others. The main management difficulty is the dispersion of responsibilities among different governmental bodies. It would be unlikely to achieve tangible results if management responsibilities do not fall into a single State Agency. The Ramsar Convention, as well as the Biosphere Reserve are considered useful tools, but unless stakeholders take part in the discussions, both will lack practical value. Both, coastal lagoons and islands, are well represented in the range of protected areas, but the shore of the lagoons and the water surrounding the islands are not included in the management. In order to reduce poaching, all Coastal Protected Areas must have their own staff and rangers should possess greater law enforcement faculties. There has been investment to improve services in several protected areas, but it was not planned properly and vandalism, due to the lack of vigilance, deteriorated the buildings. Ecotourism is being developed in some areas and it seems promising. Fisheries must be managed based on ecological criteria and not only as a response to fishermen convenience.

**Key words:** environmental policies, fisheries, poaching, stakeholders, rangers

### ESTADO ACTUAL DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS COSTERAS

El presente trabajo pretende dar a conocer el estado actual del manejo de las Areas Protegidas Costeras (APC) de Uruguay, así como plantear perspectivas de manejo futuro y las necesidades de investigación. En el E de Uruguay, el sitio Ramsar y la Reserva de Biosfera Bañados del Este constituirían en sí mismos APC, pero su caso no se discute por considerarse que su implementación es inexistente y por encontrarse gran parte de su extensión fuera del área abarcada por la presente publicación.

#### Breve reseña histórica de las APC en Uruguay

Las primeras APC fueron Los Monumentos Naturales Costa Atlántica, Dunas del Cabo Polonio, Reserva Forestal Cabo Polonio y Refugio de Fauna Laguna Castillos (Fig. 1), todas declaradas por el Decre-

to 266/66 y aprovechando el centenario de la fundación de la Ciudad de Castillos. El otro evento importante fue en 1977 con la designación del Área de Uso Múltiple y Parque Nacional (PN) Lacustre Lagunas de José Ignacio, Garzón y de Rocha. Tras esas primeras designaciones surgieron otras, aprovechando las escasas áreas fiscales del país. En la Tabla 1 se indican las APC y algunos datos básicos. La Estación Ecológica Potrerillo de Santa Teresa no se incluye por no considerarse área costera a los efectos del presente libro y el PN Santa Teresa no es considerado porque su gestión prioriza el turismo de playa y no la conservación de la biodiversidad, además de presentar una intensa alteración de sus ecosistemas naturales, pese a su excelente conservación de aspectos históricos.

Debe destacarse que Uruguay es un país de características poco comunes dado que casi la totalidad de su



Figura 1. Refugio de Fauna Laguna de Castillos.

superficie es privada, prácticamente desde los principios fundacionales, siendo por lo tanto muy difícil contar con áreas propensas a ser declaradas protegidas y administradas por el Estado (Gudynas 1994; Gambarotta 2002). Por esto, la designación de las APC no fue realizada tanto por sus valores ecológicos, sino por la disponibilidad de áreas fiscales. Por ello las lagunas costeras comprenden la gran mayoría de la superficie fiscal protegida, dado que los espejos de agua navegables son públicos.

#### Aspectos positivos de las APC

Es poco lo que se puede decir sobre las fortalezas de las APC en Uruguay. Una de ellas es sin duda la buena representación que tienen las lagunas costeras e islas. Sin embargo, existe escasa representatividad de ambientes en el Río de la Plata interior en relación a los oceánicos. En las APC existen buenas poblaciones de algunos taxa como aves, destacándose las familias Anatidae, Rallidae, Threskiornithidae y Laridae. Están representados en ellas quizás todos los vertebrados tetrápodos endémicos cuya distribución abarca la costa (PROBIDES 1996; Gambarotta *et al.* 1999). Siendo Uruguay un país pobre en vertebrados endémicos, es de destacar que las APC albergan algunos peces endémicos anuales (*Cynolebias* s.l.), buenas poblaciones de sapito de Darwin *Melanophryniscus montevidensis* y posiblemente una nueva especie de tucu-tucu (*Ctenomys*), insuficientemente investigado. Además, algunas APC protegen vertebrados de distribución restringida como la tortuga acanalada *Acanthochelys spixii*, la pajonalera de pico curvo *Limnornis curvirostris* y el apereá de dorso oscuro

*Cavia magna*, taxa de escasa o nula representación en las AP de países vecinos. La presencia de varias especies amenazadas o vulnerables a nivel mundial constituye otra fortaleza. Algunas de ellas son, entre las aves, el canastero enano *Spartonoica maluroides* y la viudita blanca grande *Heteroxolmis dominicana*. Entre los mamíferos, la ballena franca austral *Eubalaena australis* y la franciscana *Pontoporia blainvillei*. Éstas, junto con las tortugas marinas, son de prioridad para la conservación, y a pesar que se encuentran protegidas legalmente en todo el territorio no han ameritado medidas específicas de protección en las APC (Decreto 527/92). Aparte, se destaca que en las islas costeras uruguayas se encuentra la mayor población de lobos marinos de la costa americana atlántica.

Otro caso es la capacidad de recuperación de los ecosistemas naturales. Dado que las AP en Uruguay tienen carencia de herbívoros nativos, con el paso de los años los encargados de las unidades de conservación descubren la importancia de la falta de consumo de material vegetal. Ciertamente, es tan antinatural el pastoreo excesivo como la falta absoluta de herbívoros. Colocando y retirando ganado vacuno y caballos según el verdor, altura y abundancia del forraje, se puede alcanzar buenos resultados en el mantenimiento de los pastizales e incluso en el control de exóticas. Esto ha generado interesantes resultados empíricos en el Refugio de Fauna Laguna Castillos desde 1998 y el cambio en la estructura de la vegetación favoreció al menos a 11 especies de aves que prefieren pastizales altos (Gambarotta *et al.* 1999).



### Aspectos negativos de las APC

Muchas de las APC tienen inconvenientes estructurales para su conservación. La Isla San Gabriel tiene 24 há (Tabla 1) y es una contribución mínima a la conservación de la biodiversidad. Las islas del Río Santa Lucía están invadidas por árboles exóticos. El PN Islas Costeras no incluye el mar circundante, tratándose de una serie de puntos discontinuos, siendo un caso anómalo de AP insular. Recientemente, ha existido la intención de agregar una franja de 500 m de protección circundante a cada isla (Batallés com. pers.). Algo similar, pero inverso, sucede en las lagunas costeras: un carpincho que sale de una laguna estará abandonando el área fiscal e ingresando en un predio privado, que pese a ser parte del AP tiene un manejo diferente. El PN Lacustre contaba al momento de su declaración con una franja de costa que unía a las tres lagunas (José Ignacio, Garzón y de Rocha), definida entre la Ruta 10 y la costa marina y declarada como Área de Uso Múltiple. Esto fue desconocido por sucesivos gobiernos y probablemente invalidado por la UICN al eliminarse dicha categoría de manejo a nivel internacional.

La invasión de especies exóticas presenta una gravedad poco percibida por los administradores de las APC; algo similar ocurre con la fragmentación y sustitución del hábitat natural. El predio de pradera del Refugio de Fauna Laguna de Castillos contiene un pastizal invadido por especies exóticas, lo que dificulta el manejo de la vegetación natural. La Reserva Forestal del Cabo Polonio está mayoritariamente compuesta por plantaciones de especies exóticas, lo que fue motivo de su creación en 1966. Además, gran parte de los bosques fueron cultivados en predios privados, forzando un uso del suelo que hasta ese entonces mantenía el paisaje natural. Paradójicamente, aún hoy el paisaje en mosaico de bosque costero y médanos se encuentra mejor conservado en las tierras privadas circundantes. En cuanto al Monumento Natural Costa Atlántica, de 26 km de largo, actualmente y debido a la burocracia y desorden inmobiliario se ha perdido gran parte de su potencial original, ya que la franja costera en teoría protegida se ve interrumpida por los balnearios Cabo Polonio, Barra de Valizas y Aguas Dulces. Estos ya existían al momento de la designación del área, pero eran pequeños y se perdió la oportunidad de ordenar su crecimiento. El Monumento Natural Dunas del Cabo Polonio es mayoritariamente privado.

En resumen, no solamente se cuenta con pocas APC, sino que son pequeñas (media de 7600 há, Tabla 1), con baja representación de áreas fiscales y con importantes problemas de gestión que comprometen su meta, la de conservar los recursos naturales a perpetuidad.

### Gestión actual de las APC

La gestión de las APCs recae sobre diversas entidades: Dirección Nacional de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (DINAMA-MVOTMA); Departamento de Parques y Áreas Protegidas del Ministerio de Ganadería, Agricultura

y Pesca (MGAP); Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA-MGAP); PROBIDES; Intendencia Municipal de Montevideo conjuntamente con la Comisión de los Humedales del Santa Lucía; Intendencia Municipal de Maldonado e Intendencia Municipal de Rocha (IMR).

La gestión de los cuerpos de agua que forman parte de las APC recae en la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (DNH-MTOP). Dicha responsabilidad compartida es probable que se multiplique de crearse las Comisiones Asesoras Específicas, si las AP ingresan al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNANP). Además, la fiscalización de algunas APC recae sobre la Prefectura Nacional Naval (PNN) y la Policía debe tomar parte en la mayoría de los procedimientos dada las carencias de facultades de los guardaparques. Claramente, la fragmentación de las responsabilidades es alta.

En cuanto a la participación pública, algunos antecedentes a destacar son: i) Isla San Gabriel, administrada por una ONG local, ii) los Humedales del Santa Lucía gestionados por una comisión dependiente de la Intendencia Municipal de Montevideo y iii) la Comisión Asesora Específica Provisoria de la Laguna de Rocha, que busca ser formalizada según la ley 17.234. Caldevilla & Quintillán (1999) mencionan la creación de un grupo de trabajo interinstitucional con el cometido de elaborar el plan de manejo del PN Islas Costeras, pero no se conocen los resultados hasta el momento. El PN Lacustre en la práctica no ha sido tomado en cuenta por el MGAP luego de su designación y muy escasamente por el MVOTMA. La gestión de este PN nunca fue cedida a la IMR, aunque ésta co-financia el salario de un guardaparque conjuntamente con un hacendado lindero a dicha laguna. Por lo tanto, el guardaparque obtiene sus facultades como empleado de una estancia y como funcionario público. La gestión del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, la Reserva Forestal Cabo Polonio y parte del área del Monumento Natural Dunas del Cabo Polonio dependen del MGAP. El primero cuenta con un único guardaparque, el cual es apoyado por un ayudante contratado durante el verano, no autorizado este último a efectuar procedimientos. Las últimas dos áreas no cuentan más que con peones en forma permanente y escasos guardias de incendio contratados en verano. Por su ubicación, el Monumento Natural Costa Atlántica sería responsabilidad de la PNN ya que abarca la superficie costera estatal. Pero ésta sólo ejerce la función de Policía, no realizando tareas de manejo y protección de recursos naturales.

Ninguna de las APC cuenta con un Plan de Manejo discutido, aprobado y publicado, ni con el personal ni la infraestructura mínima. Más aún, ninguna de las unidades de conservación cuenta con objetivos específicos de conservación explícitos que son los que rigen el manejo del área. Por ejemplo, un AP donde prime el objetivo de mantener poblaciones de ñandúes no deberá tener pastizales muy altos. Si lo que se persigue en cambio es beneficiar a los passeriformes de pastizal, este deberá ser

**Tabla 1.** Lista de APC indicando algunos datos de interés, modificado de la página web de DINAMA en 2004. (www.dinama.gub.uy)

Nombre	Ubicación	Creación	Norma	Superficie	Administración	Tenencia	Ecosistemas característicos
Islas Fiscales Río Santa Lucía	Canelones	1921		550 há	M.G.A.P.	Pública	Humedal, bosque implantado
Área Protegida Laguna de Castillos	Rocha	1992	Decreto 527/92	30850 há	M.G.A.P.	Privada/ Pública	Laguna, bañado, bosque implantado, monte nativo, costa marina
Área Protegida Laguna de Rocha	Rocha	1992	Decreto 527/92	16450 há		Privada/ Pública	Humedales, costa marina, laguna
Área Protegida Laguna Garzón	Maldonado, Rocha	1992	Decreto 527/92	4400 há		Privada/ Pública	Humedales, costa marina, laguna
PN Isla San Gabriel	Colonia	1995	Resolución M.G.A.P. 3094	24 há	M.G.A.P. S.E.S.G.	Pública	Bosque implantado, monte nativo, insular
PN de Islas Costeras		1996	Decreto 447/996	ca. 70 há	M.G.A.P.	Pública	Insular
Paisaje Protegido Laguna del Sauce	Maldonado	1989	Decreto 367/989 Art.1º y 2º			Privada/ Pública	Laguna y bosque implantado
PN Lacustre y Área de Uso Múltiple Lagunas José Ignacio, Garzón y de Rocha	Maldonado y Rocha	1977	Decreto 260/77 Art. 1º	ca.15250 há	M.G.A.P.	Privada	Laguna, bosque implantado
Reserva Nacional de la República Isla de las Gaviotas	Montevideo	1990	Decreto 680/990 Art.1º a 3º			Pública	Insular
Playa Ecológica Penino	San José	1996	Resolución Municipal 774/996		I.M.S.J.	Pública	Costa de Río de la Plata
Reserva Forestal Cabo Polonio y Aguas Dulces	Rocha	1969	Decreto 571/969	6000 há	M.G.A.P.	Pública	Bosque implantado, monte nativo
Monumento Natural de Dunas del Cabo Polonio	Rocha	1966	Decreto 266/996	1000 há	M.G.A.P.	Pública	Dunas y médanos
Monumento Natural de Costa Atlántica	Rocha	1966	Decreto 266/996 Arts. 2º y 3º	ca. 650 há	M.G.A.P.	Pública	Costa marina
Refugio de Fauna Laguna de Castillos	Rocha	1966	Decreto 266/996	8185 há	M.G.A.P.	Pública	Humedal, pradera, monte nativo

alto. Para esto, el manejo de cada APC requiere decisiones concretas, seguidas de un monitoreo para verificar los resultados obtenidos, algo rara vez ejecutado.

Uruguay, al año 2005, no cuenta con una sola APC que demuestre a la sociedad el camino a seguir. Como esa problemática no es exclusiva de Uruguay, la UICN ha visto la necesidad de identificar los requisitos mínimos aceptables de manejo, de forma de poder iniciar la evaluación de la efectividad de cada área protegida, lo que se destacó como necesidad en las recomendaciones del último Congreso Mundial de PPNN (UICN 2003a).

## MANEJO DE LAS APC

### Ausencia de delimitación de las PC

La designación de las APC no incluye detalladamente los límites físicos de cada unidad de conservación y las diferencias de interpretación suelen abarcar cientos de metros según el interesado, dificultando aún más la tarea de manejo y control.

### Falta de planificación

Si bien es innegable que en varias de las APC hay cierto manejo vinculado a la protección de recursos biológicos, turismo, investigación y uso sostenible, éste no está planificado, siendo dominante la ejecución de acciones en forma aislada careciendo de la continuidad y coordinación necesarias (Caldevilla & Quintillán 1995). Como ejemplo podemos citar que el Ministerio de Turismo invirtió recursos en 2004 para construir observatorios de aves y de avistamiento de ballenas. Estos no gozan de vigilancia, siendo incluso alguno utilizado para la caza de patos y varios han sufrido de vandalismo. Existió inversión, pero ésta ignoró la necesidad de contar con vigilancia.

Otro caso de falta de planificación es la espontaneidad de la oferta del servicio de visita al "Bosque de Ombúes" por parte de los pescadores locales (Gambarotta 1992; UICN 1993). Esto posibilitó las visitas y aumentó significativamente los ingresos de varias familias de pes-

cadore. Sin embargo, no existió control y como resultado el servicio ya no es prestado por la cooperativa de pescadores locales.

Sin embargo, no todo es negativo, ya que en los últimos años ha aumentado sustancialmente la superficie designada como AP alrededor de las lagunas (Decreto 527/92). Este aumento recayó sobre terrenos privados y por ende no ha cambiado el uso del suelo. Pero tal medida ha probado ser útil en dos casos. La designación de AP a todos los bañados que rodean a la Laguna de Castillos sirvió como herramienta para negar a una arrocera la continuación de su permiso de toma de agua aunque actualmente se construyen canales de desecación sin autorización. El otro caso es la prohibición de caza de patos en los bañados de las lagunas costeras, permitiendo contrarrestar la presión del turismo cinegético no regulado.

### El conflicto con la propiedad privada

Dada la falta de áreas fiscales, la designación de APC entra en conflicto inmediatamente con la propiedad privada. Ninguno de los propietarios de terrenos dentro de las APC planea retirarse de la explotación ganadera, por lo que el éxito del manejo dependerá de que los recursos naturales se integren al manejo de los sistemas productivos (Imbach & Godoy 1992). Para esto, es necesario generar información sobre nuestros sistemas de producción, y determinar el manejo compatible con la conservación. En este sentido, debe ser priorizada la investigación sobre el manejo del ganado con el fin de "suplir" al venado de campo, al guazu-birá e incluso al carpincho y al ñandú, mientras sus poblaciones no puedan ser recuperadas o reintroducidas.

En el caso de la Laguna de Castillos, el cambio incorporado por el Decreto 527/92 obliga a ingresar en el mundo de la propiedad privada a la hora de su gestión. En esta APC se ha generado bibliografía sobre turismo conservacionista en estancias (Gambarotta 1997a), restauración de hábitat (Gambarotta 1997b) y capacidad de carga de senderos (Gambarotta 1997c). En cuanto al uso turístico, paulatinamente los hacendados descubren que los visitantes desean ver que la naturaleza se encuentra más protegida en el área visitada que en el resto de los campos. Ello ha llevado a que los propietarios mantengan clausuras ganaderas en pequeños sectores de montes naturales (e.g. Barra Grande). El visitante nota allí el crecimiento de renovales de árboles, excepcional fuera de las clausuras.

Dado que las zonas a conservar son privadas, el Estado debería asesorar y controlar al ecoturismo y la producción agrícola, pues, como sugiere Snelson (1995), para que los vecinos sean socios en la conservación debe haber un diálogo entre gobierno, propietarios y pobladores. La inclusión de las AP en terrenos privados es considerada un obstáculo para el manejo. Sin embargo, cuando el Estado tuvo voluntad de actuar se tomaron medidas radicales como el derribo de casas, la eliminación de bosque exótico y la prohibición de caza en dichos predios. Además, el manejo oficial de una de las áreas (Refugio

de Fauna Laguna de Castillos) influyó positivamente en el turismo de la zona, ampliando el rango de actividades económicas de tres establecimientos.

### SITUACIÓN DE LOS GUARDAPARQUES

La falta absoluta o carencias de personal para control y vigilancia es crónica en las APC. Asimismo, el escaso personal disponible carece de las potestades para ejecutar su cometido. Dotar a los guardaparques de potestades en el control (e.g. actividad pesquera) es imprescindible. Es indispensable un Cuerpo Nacional de Guardaparques con reglamento propio, que evite su dispersión entre entidades diferentes y que les brinde la facultad de arresto ante el delito flagrante. Actualmente, existe un círculo vicioso que favorece el furtivismo: el guardaparque no puede hacer el arresto y el furtivo escapa con la prueba del delito. Sin prueba, la Justicia no puede sancionar y se fomenta la reincidencia. El guardaparque debería tener porte de arma para su defensa, ya que hasta ahora debe enfrentar desarmado a personas armadas que ingresan a cazar en las APs. La violencia cometida contra guardaparques en tanto se encuentran en sus funciones ya ha sido ampliamente indicada (Gambarotta 2003), y ha sido cometida en reiteradas oportunidades por furtivos y conductores de vehículos todo terreno, quienes han intentado atropellar a un guardaparque (Héctor Caymaris com. pers.). La tenencia de vehículos todo terreno ha aumentado en los últimos años y se carece de personal y de equipo para controlar su uso dentro de las APC.

La caza para consumo de carne ha dejado de ser de subsistencia para convertirse en comercial, lo que ha tornado "profesional" al furtivismo y por ende más peligroso. Ese cambio no ha sido advertido por la Justicia quien continúa favoreciendo a los furtivos. Han habido incluso emprendimientos legales contra guardaparques que decomisaron redes y armas en pleno cumplimiento de sus funciones. Por otra parte, las infracciones realizadas dentro de las APC constituyen delitos, pero son consideradas faltas y por ende reciben escasa sanción.

La diversidad de organismos del Estado con competencia en las APC son el principal obstáculo para el manejo. Sin embargo, las muchas instituciones responsables no han divulgado en el Poder Judicial la existencia de las APC y su importancia para la Nación. Los guardaparques no son responsables por la gestión inadecuada y falta de gestión de tantos organismos del Estado de los que no dependen.

### DEBILIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS APC

En Uruguay, las APC no son aún debidamente valoradas por la sociedad. Es evidente que la principal dificultad en la implementación de APC es la inexistencia de un único organismo estatal con responsabilidad exclusiva, con la única salvedad de los delitos comunes que se puedan cometer dentro de ellas (órbita de la Policía). Un aspecto central que frena la implementación de las APC

es la falta de inversión privada, pero fundamentalmente estatal. Mientras el Estado no asuma que la conservación de los recursos y paisajes naturales son parte de sus obligaciones e invierta recursos en ello las APC no tendrán más que un subdesarrollo. Esto está enraizado con la percepción de que las AP constituyen frenos a la actividad agropecuaria o económica en general, y la falta de percepción de su función como polos dinamizadores del desarrollo local. Aunque el caso del Bosque de Ombúes demuestre totalmente lo contrario (Gambarotta 1995). La situación actual en Uruguay conduce al incumplimiento de las 12 acciones prioritarias para efectivizar el manejo de APC y de humedales según UICN (1990).

### **FORTALEZAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS APC**

Una fortaleza para la implementación de APC ha sido el esfuerzo realizado por el país en los últimos 10 años en generar normativa ambiental. Sin embargo, ésta ha sido escasamente utilizada y el sistema jurídico no la ha logrado poner en marcha eficazmente. La presión internacional a través de Convenciones y de recomendaciones de organismos financiadores ha apoyado la temática y lo ha incluido al menos colateralmente en la agenda de algunos políticos (e.g. recomendaciones del Estudio Ambiental Nacional realizado por OPP, OEA & BID 1991). Los programas PROBIDES, ECOPLATA y FREPLATA, si bien han tenido logros al menos cuestionables, en relación a la inversión, como catalizadores de la implementación de AP, han realizado difusión local y municipal, comenzando a concientizar a la ciudadanía y mejorando su percepción sobre las APC. En los últimos años se ha fortalecido el movimiento conservacionista con grupos jóvenes que han tomado a la costa como línea de acción. Esto, sumado a la mayor concientización pública, ha promovido la organización de la ciudadanía contra políticas negativas, y acciones estatales y privadas en la zona costera (e.g. Puerto de La Paloma).

### **PROPUESTAS**

#### **Centralización y descentralización**

Es improbable que alcancemos el éxito en la gestión de las APC, si se continúa con la dispersión de responsabilidades entre organismos del Estado. Cada organismo no ejecuta las acciones concretas, descansándose en la responsabilidad compartida. Si bien en teoría cada entidad estatal tiene cabal idea de sus competencias, algunas APC costeras son ejemplo de "áreas grises administrativas", donde debido a las características de la zona costera se desdibujan las responsabilidades. Se puede citar la inconveniencia de que la Policía deba controlar infracciones pesqueras dentro de las lagunas, no estando equipada ni capacitada para ello. Por tanto, se requiere o bien crear un organismo nuevo con adecuado nivel jerárquico, o pasar todas las potestades sobre su gestión y tenencia a alguno de los ya existentes, brindándole recursos humanos, económicos y de infraestructura.

Sin embargo, no se debe confundir la centralización necesaria para la administración y gestión con la descentralización imprescindible para el manejo de cada área en particular, ya que ésta requiere la toma de decisiones específicas e inmediatas, imposible de llevarse a cabo desde una oficina en la capital del país. Esta propuesta no es nueva y ha sido señalada como requisito para obtener apoyo financiero del Banco Mundial para invertir en gestión de AP en Uruguay (consultor Richard Smith com. pers.). PROBIDES (1999) ha propuesto se lleve adelante la descentralización del manejo, lo cual siempre ha probado facilitar la gestión de las AP.

#### **Inversión**

La inversión económica para el desarrollo del sistema de áreas protegidas es ineludible e impostergable (Caldevilla & Quintillán 1997). Esta deberá ser cuidadosamente planificada, ya que ha existido inversión de perfil conservacionista en los últimos años (zona de la Reserva de Biosfera Bañados del Este y para el Río de la Plata y su frente marítimo), pero los avances concretos en la implementación de APC son cuestionables. Dicha inversión podrá provenir de fuentes internacionales, pero si el Estado no asume su cuota ésta será realizada en forma de pulsos, comprometiendo la continuidad de las acciones y dificultando el mantenimiento de personal permanente.

#### **Alternativas de manejo**

Una de las propuestas que prometen revolucionar la situación actual de algunas de las APC es autorizar la explotación sustentable de poblaciones de ñandú y carpincho. Aparte de resolverse algunas trabas burocráticas, será imposible lograr el crecimiento de las poblaciones de tales especies si el Poder Judicial no se compromete a combatir la caza ilegal. Es inviable y ajeno a esta propuesta realizar la explotación comercial de poblaciones diezmadadas. El éxito del manejo sustentable radica en el manejo de poblaciones sanas. La teoría es la misma que debería aplicarse para los recursos pesqueros, pese a que en ese caso nadie objeta la extracción de individuos. Sin embargo, para esta última no se obtienen buenos resultados, porque se carecen de controles, y bajo dicho régimen la pesca ha demostrado no ser sustentable (e.g. caso de la corvina negra *Pogonias chromis*, en la Laguna de Castillos). Se debe insistir en la necesidad de invertir en investigación y monitoreo de las pesquerías y especies acompañantes. Hasta ahora, pese a actuar en el ámbito de APC, son los pescadores artesanales y no las recomendaciones de los científicos lo que se considera para elegir cómo, cuándo y cuánto se pesca. Es indudable que la pesca formará siempre parte de las actividades que se realicen en las lagunas costeras, pero es cuestionable continuar con la falta de información de base para la toma de decisiones en el contexto de un manejo sustentable. Cada laguna debería contar con zonas de exclusión permanente o temporal de pesca, donde las poblaciones encuentren refugio durante los períodos de mayor vulne-

rabilidad durante la reproducción, o en casos de reducción de áreas por cambios en la salinidad. Tales áreas también podrían beneficiar a otros taxa, ya que al menos nueve especies de aves son atrapadas involuntariamente en artes de pesca de enmalle instaladas en los bañados de la Laguna de Castillos (Gambarotta 1999). En cuanto a la demarcación de tales zonas de uso especial, se requiere tanto de información como de intuición, porque a menudo deben tomarse acciones antes de poder contar con la suficiente información (Soulé 1985).

## PERSPECTIVAS

Algunas zonas costeras aún cuentan con valores que justifican su designación como "territorios silvestres", en el concepto de "wilderness" (en inglés). El inmenso valor que representa mantener territorios poco o nada modificados, donde el visitante pueda encontrar valores estéticos, espirituales y emocionales que sólo surgen al encontrarse con la naturaleza prístina, debe ser reconocido en la ley y debe planificarse al respecto (Butler 1992). Tal como señala el grupo de la UICN para realzar la importancia de los territorios silvestres (Wilderness Task Force), lejos de constituirse en territorios baldíos, no solamente se reconoce su función en la manutención de los servicios ambientales, sino que permiten prácticas recreativas imposibles de ser realizadas en otros ambientes. Por ende, pueden contribuir al desarrollo económico en su zona de influencia. Las actividades bien planificadas de canotaje, caminatas y cabalgatas donde se busque que los grupos no tengan contacto visual entre sí, son buscadas por cierto sector de viajeros. Si a la planificación de la oferta ecoturística de nuestras APC se agregara el valor adquirido con la puesta en práctica del manejo de las poblaciones silvestres de ñandú y carpincho, el resultado sería muy atractivo, porque el visitante podría observar muchas más de esas especies nativas. El potencial pesquero de algunas de las lagunas costeras es tan grande que aún hay poblaciones importantes, sin un control eficaz. Es muy factible que de contarse con la información necesaria y del control efectivo de la pesca, las pesquerías podrían recuperarse, beneficiando al ecosistema y a los propios pescadores. Además, la pesca deportiva podría abrir nuevas oportunidades para los pescadores artesanales, ya que actuando de guías de pesca podrían mejorar sus ingresos y disminuiría la presión sobre el recurso. Tal modalidad ya viene siendo explotada, aunque en forma muy circunstancial en las lagunas de Castillos y de Rocha.

Dada la complejidad territorial de nuestras APC, sus Planes de Manejo no servirán para lograr proteger los recursos naturales y culturales si no se realizan con el moderno concepto de abrir la discusión a diversos grupos de interés que realmente inciden dentro de cada área (e.g. sería imposible gestionar las pesquerías sin discutir las medidas con los pescadores, ya que éstos no acatarán las normas si no están de acuerdo con ellas). Al respecto, existe amplia experiencia mundial como para asegurar que si bien ningún pueblo es particularmente

conservacionista, primando el interés comunitario, siempre se admitirá que los recursos naturales deben tener espacio y tiempo para perpetuarse. Uno de los grandes desafíos para Uruguay es tomar otra de las recomendaciones del Congreso de PN de UICN (2003b) acerca de contar con un sistema nacional de AP eficazmente manejado para el año 2012. Por último, el tan postergado ordenamiento territorial debe priorizar a las AP, para evitar, por ejemplo, que un canal hecho en terrenos situados fuera de un AP, altere su régimen hídrico y perjudique los objetivos de la misma.

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Como ya se ha dicho, la investigación y monitoreo de los recursos pesqueros es imprescindible en todas las lagunas costeras. El uso de los mismos debe ser considerado una concesión que el área hace para beneficio de los pobladores, pero ya no es posible continuar la extracción pesquera sin un firme sostén científico. Pero además, deberá reconocerse que las APC, aparte de facilitar ámbitos de investigación sobre todos los aspectos físicos y biológicos posibles, requieren con urgencia investigación orientada al manejo. Para el manejo de un área protegida pueden quedar dudas sobre la pertenencia de cierto taxa a un género u otro, pero se debe saber donde y cuando se reproduce, que preferencias alimentarias tiene, cual es su éxito reproductivo, uso del hábitat, etc.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Si se lograra que las APC realmente gozaran de buen manejo, las implicancias para la conservación serían notables. Si cada área del subsistema fuera eficiente y se lograsen sus objetivos de manejo, se mantendría el paisaje, habría buenas poblaciones de mamíferos, aves, peces, etc. Se fomentaría el ecoturismo, generando empleo en la zona de influencia y se facilitaría y aumentaría la productividad de proteínas y otros subproductos, sobretodo en el caso de la pesca. Las áreas protegidas del mundo incluyen a la gran mayoría de los destinos ecoturísticos y de aventura; en Uruguay podría suceder lo mismo, pero solo después de años de buena gestión.

## AGRADECIMIENTOS

Al equipo editor por su invitación a participar en este libro y por su crítica constructiva.

## REFERENCIAS

- Butler JR** 1992 *Fostering the emotion, aesthetic and spiritual values of Protected Areas. In: Síntesis adicionales de talleres. IV Congreso Mundial de Parques Nacionales, IUCN, Caracas*
- Caldevilla GF & AM Quintillán** 1995 Informe Nacional, Uruguay. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. *In: Taller Internacional "Políticas, estrategias y plan de acción regional para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas costeros de áreas protegidas"* (Cancún, 9-12 de noviembre de 1995). FAO-PNUMA, 24 pp

- Caldevilla G & A Quintillán** 1997 Áreas naturales protegidas y conservación de la biodiversidad en Uruguay. Almanaque del Banco de Seguros del Estado:244-247. Montevideo
- Caldevilla G & A Quintillán** 1999 El Uruguay isleño. Almanaque del Banco de Seguros del Estado:105-108. Montevideo
- Gambarotta JC** 1992 Refugio de Fauna Laguna de Castillos ¿Área protegida piloto o último relicto de los humedales de Uruguay? Pp 98-99 *In*: Síntesis adicionales de talleres. IV Congreso Mundial de Parques Nacionales. IUCN, Caracas
- Gambarotta JC** 1995 La hectárea de monte más productiva del país. Almanaque del Banco de Seguros del Estado:242-246. Montevideo
- Gambarotta JC** 1997a Turismo conservacionista en estancias del Área Protegida Laguna de Castillos. Primer Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras áreas protegidas, Resúmenes de Ponencias:70. IUCN, Santa Marta
- Gambarotta JC** 1997b Restauración del bosque de ombúes en el Área protegida Laguna Castillos. Primer Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras áreas protegidas. Resúmenes de Ponencias:70. IUCN, Santa Marta
- Gambarotta JC** 1997c Estimación de la capacidad de carga turística en el bosque de ombúes del área protegida Laguna Castillos. Primer Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras áreas protegidas, Resúmenes de Ponencias:69. IUCN, Santa Marta
- Gambarotta JC** 2002 Uruguay, Green, but a long way from being natural. *National Parks International Bulletin* (7):8-9
- Gambarotta JC** 2003 Violence to rangers, an international approach. *International Ranger Federation IV World Congress*:19. Melbourne
- Gambarotta JC Saralegui A & EM González** 1999 Vertebrados tetrápodos del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, Dpto. de Rocha. Relevamientos de Biodiversidad, *VIDA SILVESTRE* (3): 1-31. Montevideo
- Gudynas E** 1994 Nuestra verdadera riqueza. CIPFE-MPFAL. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo. 138 pp
- Imbach A & JC Godoy** 1992 Progress in the management of buffer zones in the american tropics: proposals to increase the influence of Protected Areas. *Parks* 3(1):19-22
- IUCN** 1990 Wetland Conservation. 96 pp
- IUCN** 1993 Parques y Progreso. 25 pp
- IUCN** 2003a Recomendación 5.18. Pp 44 *In*: Recomendaciones, Quinto Congreso Mundial de Parques Nacionales. Durban
- IUCN** 2003b Recomendación 5.22. Pp 56 *In*: Recomendaciones, Quinto Congreso Mundial de Parques Nacionales. Durban
- OPP OEA & BID** 1991 Estudio Ambiental Nacional. Montevideo
- PROBIDES** 1996 Descripción y evaluación biológica del área protegida Laguna Castillos, Rocha-Uruguay, primera aproximación. Informe técnico. Mespínola Rodríguez-Mazzini & Rilla. Rocha, 61 pp más anexos.
- PROBIDES** 1999 Plan Director Reserva de Biosfera Bañados del Este, Uruguay. 159 pp.
- Snelson D** 1995 Neighbors as partners of Protected Areas. Pp 280-290 *In*: IUCN, Expanding partnerships in Conservation
- Soulé ME** 1985 What is conservation biology? *Bioscience* 35:727-734

---

**Nota:** Mientras este artículo se hallaba en proceso de edición comenzó a implementarse el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ver [www.snap.gub.uy](http://www.snap.gub.uy)), lo cual tiene implicancias en varios aspectos discutidos aquí.

## Bases ecológicas y metodológicas para el diseño de un Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Uruguay

ALEJANDRO BRAZEIRO\* & OMAR DEFEO

\*brazeiro@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Los ecosistemas acuáticos del Río de la Plata y Océano Atlántico, y los recursos, bienes y servicios que otorgan a la sociedad uruguaya, son afectados por diversas actividades antrópicas. En este sentido, las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen una de las principales herramientas de conservación y manejo de recursos. Si bien Uruguay cuenta con una serie de Áreas Protegidas (AP) costeras, éstas son escasas y cuentan con poca protección. Dichas AP fueron seleccionadas sin responder a ningún plan o sistema integrado. La mayoría se concentra en la zona costera, existiendo varios recursos y áreas desprotegidas. Fuera del ambiente costero, salvo las áreas de veda móviles monoespecíficas, los hábitat marinos y del Río de la Plata no están debidamente representados entre las áreas a ser ingresadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Este trabajo propone bases ecológicas para desarrollar un Sistema Nacional de AMP's (SNAMP) en Uruguay, que implican: 1) Definir el objetivo, el cual debería orientarse a impulsar una explotación sostenible de los recursos pesqueros, así como a conservar la biodiversidad biológica y los recursos naturales y culturales asociados; 2) Zonificar el ambiente marino en cinco eco-regiones, definidas por gradientes de salinidad y profundidad; 3) Identificar sitios prioritarios a proteger en cada bio-región (se incluyen) usando criterios ecológico-pesqueros; 4) Analizar las bases ecológicas para diseñar AMPs, con énfasis en tamaños y espaciamentos óptimos; y 5) Implementar un programa de monitoreo y manejo adaptativo de AMPs, orientados a evaluar su desempeño y así actualizar en forma dinámica los planes de manejo. Se sugiere la identificación de bioindicadores y realizar análisis de suficiencia taxonómica a efectos de maximizar la relación costo/beneficio del programa de monitoreo.

**Palabras clave:** conservación, áreas acuáticas protegidas, integridad biológica, diversidad acuática

### ABSTRACT

The aquatic ecosystems of the Río de la Plata and Atlantic Ocean, and the resources, goods and services they provide to the Uruguayan society, are increasingly affected by a wide variety of human activities. In this setting, Marine Protected Areas (MPA) constitute valuable tools for conservation and management of aquatic resources. In Uruguay, the few coastal Protected Areas (AP) implemented have poor systems of control and surveillance. Moreover, they are mostly concentrated on the coastal zone and allocation and selection procedures did not respond to carefully designed programs. Beyond the coastal zone, with the exception of temporal area closures for some fishery resources, aquatic habitats are not represented in the recently developed National System of Protected Areas (NSPA). This paper proposes some ecological bases to develop a National System of Marine Protected Areas (NSMPA) in Uruguay, including: 1) Definition of the main objective, which should be directed to achieve a sustainable exploitation of the fishery resources concurrently with clear criteria for biodiversity conservation; 2) Zoning of the aquatic environment in five eco-regions defined by salinity and bathymetric gradients; 3) Identify the most critical sites (suggested here) to be protected in each eco-region, defined by ecological and fishery criteria; 4) Analyze the ecological bases directed to designing the AMP, with emphasis on optimization procedures for design, allocation, size and spacing; and 5) Implement a monitoring program and adaptive management system of the MPAs, oriented to assess their performance through time and to update the management plans. Identification of bioindicators and analysis of taxonomic sufficiency are also suggested to maximize the cost/benefit analysis of monitoring programs.

**Key words:** conservation, aquatic protected areas, biological integrity, aquatic diversity

### INTRODUCCIÓN

La contaminación, dragado, invasiones biológicas, urbanización costera no planificada y la pesca constituyen importantes amenazas para la biodiversidad costera y acuática de Uruguay (Brazeiro *et al.* 2003). En especial, la pesca ha puesto en riesgo no solamente a los recursos objetivo explotados, industrial y/o artesanalmente según el caso, tales como corvina (Pin & Defeo 2000), merluza

(Rey 2000), cangrejo rojo (Defeo & Masello 2000a; 2000b), almeja amarilla (Defeo 1996), mejillón (Defeo & Riestra 2000) y caracol (Riestra & Fabiano 2000), sino también a las especies incidentalmente capturadas (Ehrhardt & Rey 1996; Rey *et al.* 2000; Milessi & Defeo 2002), incluyendo tortugas marinas (Miller *et al.* en prensa), aves (Barea *et al.* 1994; Stagi *et al.* 1998; Marín *et al.* 1998; Jiménez *et al.* 2004), mamíferos (Praderi *et al.* 2002) y posiblemente

sus hábitat por arrastres de fondo (Brazeiro *et al.* 2003). En el primer análisis multiespecífico cuantitativo de largo plazo realizado para aguas uruguayas, Milessi *et al.* (2005) evaluaron el nivel trófico medio (NTm) y el índice de balance pesquero (IBP) de las capturas efectuadas por la flota industrial uruguaya entre 1990 y 2001, sobre la base de información de 60 recursos pesqueros. En forma concurrente con un descenso en las capturas como producto de una merma en los recursos demersales tradicionales (ver INFOPECA 2001), se estimó una disminución marcada en el NTm a una tasa aproximada de 0.28 niveles tróficos en la década, así como una disminución del IBP a partir de 1997. La disminución en estos tres indicadores de desempeño pesquero es considerada a su vez como un indicador indirecto del impacto pesquero en la estructura trófica de las comunidades faunísticas marinas de aguas uruguayas. Milessi *et al.* (2005) sugieren la necesidad de adoptar un criterio ecosistémico que contemple no solamente los recursos sino las interrelaciones entre éstos y sus hábitat para mejorar la crítica situación de los recursos pesqueros de Uruguay y al mismo tiempo mitigar y restaurar los hábitat potencialmente impactados por dicha actividad. Esta tendencia no es exclusiva de Uruguay, sino que la disminución en los niveles tróficos ha sido documentada a nivel mundial (ver Pauly *et al.* 1998; 2002 y referencias contenidas en éstos).

Dado que las estrategias tradicionales de manejo pesquero (e.g. cuotas de pesca, vedas mono-específicas, restricciones de tamaño de los ejemplares) basadas en una aproximación uniespecífica no han dado los resultados esperados en términos de sustentabilidad y conservación de la diversidad biológica (Hyrenbach *et al.* 2000), se requieren urgentemente otras aproximaciones. En este sentido, las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen una de las principales herramientas para la conservación de la biodiversidad acuática (Gray 1997; Pauly *et al.* 2002; Lubchenco *et al.* 2003), así como para el manejo pesquero (Auster & Shackell 2000; Hastings & Botsford 2003). Si bien Uruguay cuenta con una serie de Áreas Protegidas (AP), éstas son escasas y muchas veces no cuentan con real protección. Por otra parte, las AP actuales han sido seleccionadas en forma oportunista, sin responder a ningún plan o sistema integrado. Un diagnóstico somero de las AP uruguayas indica que la mayoría se concentra en la zona costera. Sin embargo, existen varios ambientes y áreas marinas desprotegidas. Fuera del ambiente costero, salvo las áreas de veda móviles mono-específicas (merluza), no existen otras áreas de protección de la biodiversidad marina y del estuario del Río de la Plata (Brazeiro *et al.* 2003).

La teoría ecológica relacionada con el diseño de AMP es incipiente (Botsford *et al.* 2003; Lubchenco *et al.* 2003). Sin embargo, se han propuesto varios criterios de selección de sitios para ecosistemas costeros (e.g. Roberts *et al.* 2003) y pelágicos (Hyrenbach *et al.* 2000), así como diferentes aproximaciones metodológicas (e.g. Auster & Shackell 2000; Ball *et al.* 2003). Dado que los recursos

destinados a conservación y manejo en países como Uruguay suelen ser muy escasos, resulta esencial la optimización de las medidas de conservación dirigidas a maximizar la integridad biológica protegida por unidad de recurso invertido.

En este trabajo se pretende, a partir de un diagnóstico preliminar de las actuales AP de Uruguay, desarrollar las bases ecológicas y metodológicas que permitan orientar el diseño de un futuro Sistema Nacional de AMP (SNAMP). Cabe destacar que a los efectos de simplificar la terminología, en este trabajo el término "AMP" es usado en forma flexible, aplicándose a áreas protegidas en zonas oceánicas, costeras, insulares, así como a lagunas costeras, humedales, estuario del Río de la Plata y estuarios menores incluidos en él.

### **Áreas Marinas Protegidas en Uruguay: breve diagnóstico**

Uruguay cuenta oficialmente con diez áreas protegidas en zonas costeras o acuáticas del Río de la Plata y Océano Atlántico, incluyendo parques nacionales, monumentos, refugios y reservas (Tabla 1). La clasificación de estas áreas no responde aún a la actual Ley 17.234 (2000), que crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Por lo tanto, es factible que luego de la reclasificación como producto de dicha ley varias de estas áreas no sean consideradas "áreas protegidas".

Algunos sistemas costeros, tales como lagunas (Laguna de Castillos), dunas (Cabo Polonio), humedales (Bañados del Este) y bosques (Santa Teresa) son teóricamente protegidos por las actuales áreas, así como algunas islas del Río de la Plata y la totalidad de islas costeras marinas. Sin embargo, varios hábitat costeros, como playas oceánicas y estuarinas, bosque psamófilo, puntas rocosas y estuarios, aún permanecen sin protección. El cuerpo de agua del Río de la Plata, así como las aguas oceánicas de Uruguay, carecen totalmente de áreas que protejan la biodiversidad acuática. Algunas excepciones las constituyen la clausura temporal de áreas para la explotación de merluza (Rey 1999; Mantero & Errea 1999) o la prohibición de redes de arrastre de cualquier tipo en aguas costeras de hasta cinco o siete millas náuticas de ancho para embarcaciones mayores a 10 TRB, lo cual incide directamente en la explotación de especies tradicionales como corvina y pescadilla (Rey & Arena 2000; INFOPECA 2001). Estas medidas de manejo han sido propuestas e implementadas oportunamente por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), algunas de ellas en disposiciones contenidas en el Decreto N° 149/997 (mayo 1997), que ajusta y actualiza la normativa aplicable respecto a la explotación y dominio sobre riquezas del mar o bien en el marco de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo. No obstante estas puntuales excepciones, la precaria situación del SNAP se hace aún más deficitaria en la medida que la mayoría de las áreas costeras oficialmente protegidas carecen de planes de manejo y sistemas efectivos de vigilancia y fiscalización.



**Tabla 1.** Áreas oficialmente protegidas en zonas costeras o islas de Uruguay. Fuente: Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA: www.dinama.gub.uy) y Dirección de Recursos Naturales Renovables (RENARE: www.mgap.gub.uy).

Nombre del área protegida	Normativa	Zona	Categoría	Organismo
Parque Nacional Anchorena	Ley 14817 (1978)	(Colonia)	Parque Nacional	Presidencia de la República
Parque Nacional Isla San Gabriel	Resolución 3094 (1995)	Río de la Plata (Colonia)	Parque Nacional	MGAP
Islas Río Santa Lucía	Decreto (1921)	Río de la Plata (Canelones)	Islas Fiscales	MGAP
Parque F.D. Roosevelt	Ley (1916)	San José de Carrasco (Canelones)	Parque Nacional	MGAP
Parque Nacional Islas Costeras	Decreto 447 (1996)	Río de la Plata y Océano Atlántico (Canelones - Rocha)	Islas Costeras	MGAP
Monumento de Dunas y Costa Atlántica	Decreto 266 (1966)	Castillos - Valisas (Rocha)	Monumento Natural	MGAP
Refugio de Fauna de la Laguna de Castillos	Decreto 266 (1966)	Castillos (Rocha)	Refugio	MGAP
Reserva Forestal de Cabo Polonio	Decreto 51 (1969)	Cabo Polonio (Rocha)	Reserva Forestal	MGAP
Parque Nacional de Santa Teresa	Ley 8172 (1927)	Santa Teresa (Rocha)	Monumento Histórico	MD
Área Ramsar (Bañados del Este y Franja Acuática)	Ley 15.337 (1981)	Rocha, Treinta y Tres, Cerro Largo, Lavalleja y Maldonado	Reserva de Biósfera y Sitio Ramsar	MVOTMA/MGAP (actual)

### Metas y objetivos del SNAMP

El primer paso para el diseño de un SNAMP es la definición de metas, lo cual permitiría orientar con claridad los objetivos específicos. En este sentido, el SNAMP debería orientarse a la conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados, así como a impulsar un manejo sustentable de los recursos pesqueros. Si bien la meta planteada parece representar un tema de fácil aceptación política y de baja conflictividad, debería ajustarse en un ámbito de amplia participación pública para garantizar el consenso y facilitar la aceptación de las futuras medidas específicas a implementar. En términos de conservación biológica, el objetivo del SNAMP debería ser la preservación de una muestra representativa de todos los hábitat acuáticos y costeros. En este sentido, tener en cuenta la heterogeneidad espacial de la región, así como su diversidad de hábitat, resulta fundamental (ver las secciones de Contexto Regional y Zonificación Ambiental).

En relación a la sustentabilidad de la pesca y atendiendo la realidad socio-económica del país en general y de la pesca artesanal en particular, es importante hacer énfasis en la implementación de áreas protegidas con recursos manejados, donde se priorizan esquemas espacio-temporales de manejo a efectos de contribuir, por un lado, al manejo sostenible de los recursos explotados y así satisfacer las necesidades de las comunidades pesqueras artesanales, y por otro, a la conservación de la biodiversidad y los hábitat a largo plazo (INFOPECA 2001; Defeo *et al.* 2004a; 2004b). Los resultados derivados de proyectos de investigación en la materia, actualmente en desarrollo en Uruguay (Defeo & Amestoy 2002; Brazeiro *et al.* 2003), sugieren que la implementación de refugios reproductivos y/o áreas de cría contribuiría al manejo exitoso de especies en

estado crítico como la corvina *Micropogonias furnieri*. Estas áreas debieran implementarse con la participación activa de los pescadores, bajo un sistema institucionalizado de co-manejo (Castilla & Defeo 2005).

### Contexto regional

El territorio acuático uruguayo está conformado básicamente por dos grandes cuerpos de agua: el Río de la Plata y el Frente Marítimo (Océano Atlántico). Desde el punto de vista biogeográfico clásico, está inserto en la zona transicional de la Provincia Argentina (*sensu* Boltoskoy 1999). En un contexto ecológico, orientado hacia la definición de unidades regionales de conservación, el territorio acuático uruguayo forma parte de la eco-región denominada por Sullivan & Bustamante (1999) como plataforma Uruguay-Buenos Aires.

El Río de la Plata, que drena la segunda cuenca más importante de América del Sur, descarga en promedio cerca de 24000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> de agua dulce rica en nutrientes al Océano Atlántico. La pluma de agua dulce se desplaza en la plataforma continental respondiendo principalmente a la topografía submarina y estacionalidad de los vientos dominantes, pudiendo llegar hasta el S de Brasil o hasta Mar del Plata (Argentina). Las aguas oceánicas son influenciadas además por aportes de aguas cálidas de origen subtropical (Corriente de Brasil) y aguas frías de origen subantártico (Corriente de Malvinas). Estas dos masas de agua confluyen en el borde de la plataforma continental, generando la confluencia Brasil-Malvinas (Olson *et al.* 1988).

Desde el punto de vista jurídico, el área presenta también una importante complejidad, ya que involucra tanto aguas de jurisdicción exclusiva de Argentina y Uruguay, como zonas de uso común de ambos países. Los aspectos jurídicos del área están definidos por el

Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (1973), firmado por ambos países. Este Tratado define Aguas Costeras de Jurisdicción Exclusiva de ambos países en las franjas de 2 y 7 millas náuticas en el Río de la Plata, mientras que en el Frente Marítimo se define el Mar Territorial como zonas exclusivas de cada país, abarcando una franja costera de 12 millas náuticas. En estas franjas de jurisdicción exclusiva, cada país podría implementar AMP en forma autónoma, pero en las aguas de uso común las eventuales AP deberían definirse e implementarse en coordinación con Argentina.

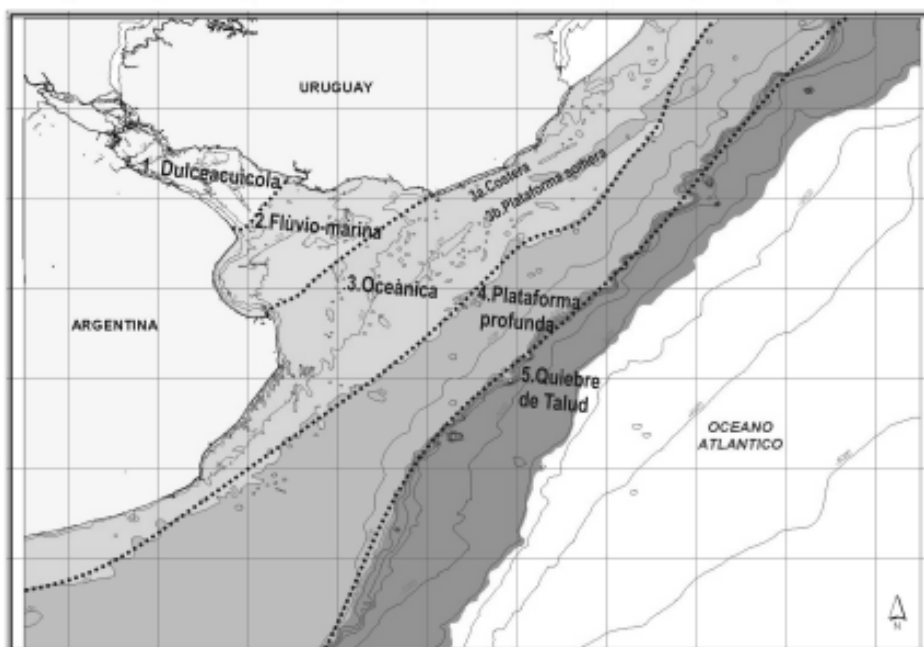
### Zonificación ambiental

La región presenta características ambientales excepcionales, derivadas principalmente de la interacción entre diversas masas de agua, lo cual origina una importante heterogeneidad ambiental. En este sentido, Mianzan *et al.* (2002) propusieron realizar una zonificación ambiental en función de los principales gradientes ambientales de la región, salinidad y profundidad. De tal manera, estos autores definieron cinco grandes ambientes o eco-regiones (Fig. 1): 1) Dulceacuícola (salinidad 0-0.5); 2) Fluvio-marina (Río de la Plata exterior, salinidad 2-25); 3) Oceánica (salinidad >25), que se puede subdividir en (a) Área costera (0-10 m) y (b) Plataforma somera (11-50 m); 4) Plataforma profunda (51-220 m); y 5) Quiebre de talud (221-2300 m).

Esta macrozonificación, basada en los gradientes salino y batimétrico, fue validada por la distribución espacial de la biota bentónica, así como por

representativos de las comunidades nectónicas (peces demersales) y planctónicas (copépodos) (Mianzan *et al.* 2002). A partir de una amplia revisión bibliográfica que incluyó publicaciones, informes técnicos, tesis y bases de datos no publicadas del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Argentina, Mianzan *et al.* (2002) estimaron la composición específica de las cinco zonas definidas, encontrando que el porcentaje de especies compartidas entre zonas es muy bajo, lo que implica que cada zona alberga una biota propia y relativamente diferente a la de las zonas adyacentes.

Estudios de mayor resolución espacial han confirmado esta macrozonificación. En base a una revisión histórica, Berasategui *et al.* (2003) encontraron un patrón similar en la comunidad de copépodos, mientras que Giberto & Bremec (2003) hallaron patrones similares para la comunidad bentónica. Cabe destacar que estos autores hallaron además diferencias en la biota bentónica de plataforma entre aguas uruguayas y argentinas. En el ambiente costero uruguayo, Defeo *et al.* (2002) cuantificaron un incremento lineal en la riqueza de especies de playas arenosas desde Playa Pascual (Dpto. de San José) a Barra del Chuy (Dpto. de Rocha). La completa caracterización de los hábitat desde un punto de vista físico-químico permitió identificar patrones comunitarios y poblacionales en función de su respuesta al ambiente. La salinidad fue identificada como una variable agregada que explicó un gradiente continuo de variación en los descriptores comunitarios. Asimismo, en un análisis de



**Figura 1.** Territorio acuático uruguayo del Río de la Plata y Océano Atlántico, y zonificación ambiental. 1) Dulceacuicola (salinidad 0-0.5); 2) Fluvio-marina (Río de la Plata exterior, salinidad 2-25); 3) Oceánica (salinidad >25), que se puede subdividir en (a) Área costera (0-10 m) y (b) Plataforma somera (11-50 m); 4) Plataforma profunda (51-220 m); y 5) Quiebre de talud (221-2300 m).

macroescala derivado de publicaciones nacionales o internacionales de los últimos 30 años, que incluyó la cuantificación del gradiente espacial de variables ambientales, conjuntamente con el análisis de grandes grupos taxonómicos, Defeo *et al.* (2004a; 2004b) definieron tres eco-regiones: interna o fluvio-dependiente, media o estuarina y externa o marina. Dichas eco-regiones respondieron fundamentalmente al gradiente salino que varía entre valores medios comprendidos entre 4 y 26. Brazeiro *et al.* (en este volumen) documentan la existencia de tres biozonas (dulceacuícola, estuarina y oceánica), definidas en base a la distribución de invertebrados bentónicos intermareales de fondos duros. Ambos estudios muestran por lo tanto una concordancia en la categorización ambiental y faunística de tres zonas a lo largo de la costa uruguaya.

En un contexto de manejo pesquero, salinidad y profundidad determinan asimismo la ocurrencia de diferentes unidades faunísticas nectónicas, por lo cual la zonificación planteada tendría significado a efectos de establecer áreas sensibles de manejo. Estudios históricos como sinópticos de alta resolución espacial han confirmado la ocurrencia de diferentes ensamblajes a lo largo del gradiente fluvio-marino (Jaureguizar *et al.* 2003; 2004). Al respecto, la identificación de la combinación adecuada entre especies y áreas sensibles desde un punto de vista biológico-pesquero constituye una etapa importante en la implementación a macroescala de un SNAMP.

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS

Los recursos destinados a la conservación son normalmente escasos, y más aún en países como Uruguay. Por lo tanto, estudios previos a los proyectos de inversión que permitan la optimización en el uso de recursos destinados a la conservación, son de gran relevancia.

Tradicionalmente, las especies carismáticas, como por ejemplo los grandes mamíferos (ballenas, delfines y pinípedos) han jugado un rol central a la hora de priorizar áreas a proteger. Si bien estas especies constituyen un componente importante de la biodiversidad acuática de Uruguay, no son el único elemento a considerar. La determinación de prioridades debería basarse en un análisis multi-criterio, donde se integren y ponderen los principales aspectos de la biodiversidad, tanto relacionados a su composición y estructura, como a su funcionamiento. En este sentido, Brazeiro *et al.* (2003) han realizado recientemente una evaluación ecológica de la biodiversidad acuática del Río de la Plata y Frente Marítimo, enfocado en la identificación de áreas prioritarias para la conservación y manejo. En este estudio, la jerarquización de sitios se realizó en base a un índice de relevancia ecológica (IRE), el cual integró 14 variables biológicas, organizadas en tres criterios: 1) riqueza de especies; 2) especies de particular interés (especies focales); y 3) procesos ecológicos.

1) Dentro del criterio de riqueza específica se consideraron tres grupos indicadores en función de su importancia relativa en términos de número de especies, conocimiento taxonómico y valor indicador: a) copépodos como representantes del plancton; b) moluscos como representantes del bentos; y c) peces demersales como indicadores del necton. La inclusión de la avifauna acuática en este estudio daría una visión más completa respecto a los focos de alta diversidad acuática en la región.

2) Como especies focales se consideraron aquellas carismáticas con problemas de conservación, tales como tortuga verde (*Chelonia mydas*), lobos marinos (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*) y ballena franca (*Eubalaena australis*) y aves acuáticas (áreas de anidamiento), las cuales tienen un valor agregado para la gestión de conservación debido a su importante reconocimiento social. Otras especies ideales a incluir en este estudio, en la medida de que se dispusiera de información, son la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y la tonina (*Tursiops truncatus*). Además, entre las especies focales se incluyó aquellas especies funcionalmente importantes, tales como el mejillón azul (*Mytilus edulis platensis*) y la vieira (*Psychrochlamys patagonica*), las cuales generarían nuevos hábitat incrementando la riqueza local de especies (i.e. potenciales bio-ingenieras).

3) El criterio de procesos ecológicos incluyó la evaluación de áreas de reproducción y cría de peces, así como biomasa fito y zooplanctónica, como variables asociadas a la producción primaria y secundaria del plancton.

Toda esta información, obtenida a partir de una profunda revisión bibliográfica más una extensa campaña de investigación, fue integrada en un sistema de información geográfica. A partir de la superposición de capas temáticas y de la ponderación de los indicadores se detectaron ocho regiones de alta prioridad de conservación, que representan 39% de la superficie total del área de estudio (260000 km<sup>2</sup>). En algunos casos se pudieron identificar dentro de las regiones áreas especiales de significativa relevancia ecológica, que representan 8% del área total. En general, las heterogeneidades ambientales, tanto geomorfológicas (roqueríos, islas, bancos), oceanográficas (sistemas de frentes) como biológicas (bancos submarinos de mejillones y vieiras), presentaron relevancia ecológica significativa.

En aguas uruguayas del Río de la Plata los sitios prioritarios identificados fueron: 1) la costa W de Colonia; 2) el Banco Ortiz; 3) el Frente de Turbidez, especialmente la desembocadura del Río Santa Lucía; y 4) el Frente Salino. La relevancia de la costa W de Colonia está asociada a altos valores de producción primaria, diversidad bentónica y planctónica (copépodos). Posiblemente, los tributarios del Río de la Plata en esta zona sean sitios reproductivos para peces dulceacuícolas. El Banco Ortiz se destacó por su alta diversidad de peces, moluscos y copépodos dentro del área dulceacuícola. El resto de los sitios se destacaron principalmente como

áreas de reproducción y cría. Más de 12 especies de peces se reproducen y/o crían en estas aguas, incluyendo algunas de gran relevancia socioeconómica, e.g. corvina blanca (*M. furnieri*). Además, los bañados de Santa Lucía y Playa Penino constituyen importantes zonas de anidamiento y alimentación de aves. Lercari & Defeo (2006) definieron esta playa como una planicie de marea que alberga importantes especies bentónicas.

En la costa atlántica uruguaya se destacaron cinco zonas prioritarias: 1) los Bajos del Solís (desde Isla La Tuna hasta Piriápolis), por ser área de reproducción y principalmente de cría de peces, e importante zona de alimentación de la tortuga verde; 2) los alrededores de Punta Ballena, Punta del Este e Isla de Lobos, por sus densos bancos de mejillones e importante diversidad bentónica, cría de peces, poblaciones de lobos marinos en Isla de Lobos y zona de concentración de ballena franca; 3) la desembocadura del Arroyo Maldonado, una importante área de cría de peces, y el humedal costero que representa un hábitat valioso como sitio de anidamiento de aves; 4) el área de influencia de Cabo Polonio, por sus densos bancos de mejillones, alta diversidad bentónica, poblaciones de lobos marinos, y zona de avistamiento de ballena franca; y 5) el Cerro e Isla Verde, debido a sus densos bancos de mejillones, alta diversidad bentónica, anidamiento de aves en las islas, importante zona de alimentación de tortuga verde y avistamiento de ballena franca.

En la plataforma se identificaron dos grandes regiones de alto valor de conservación: 1) el cinturón de bancos de mejillones ubicado a lo largo de la isóbata de 50 m, por los densos bancos de mejillones que dan lugar a una importante diversidad bentónica (Scarabino *et al.* 1988) y neotónica (peces demersales), así como área de reproducción y cría de peces cartilaginosos (rayas); y 2) zona de influencia del frente de borde del talud, destacado por su alta producción y diversidad planctónica (copépodos), importante diversidad de peces demersales, presencia de importantes bancos de vieira, y por ser también área de reproducción y cría, como por ejemplo para la merluza (*Merluccius hubbsi*) y el calamar (*Illex argentinus*).

En el ámbito costero, y atendiendo en forma prioritaria esquemas de manejo pesquero, aunque no circunscribiéndose a éste sino también incluyendo criterios de conservación, Defeo *et al.* (2004a; 2004b) propusieron áreas sensibles a ser consideradas bajo diferentes categorías de protección: 1) zona de influencia de la desembocadura del Río Santa Lucía, identificada como área muy impactada y de importancia crítica en el desove y cría de especies de importancia comercial (corvina, lacha); 2) sistemas litorales y submareales someros de cría multispecífica de peces de importancia comercial actual o potencial; 3) Islas Gorriti y de Lobos, caracterizadas por zonas rocosas con una importante biodiversidad faunística a nivel de peces e invertebrados, un histórico desarrollo de pesquerías artesanales, en especial la de

mejillón azul *M. edulis platensis*, y un singular desarrollo de poblaciones de mamíferos marinos; 4) sistema de lagunas costeras con importante contribución de procesos de cría de peces e invertebrados de importancia comercial; y 5) sistema costero comprendido entre Cerro Verde y Barra del Chuy. Al respecto se identificaron dos subzonas dentro de esta área con diferente grado de valoración: (5.1) franja arenosa costera comprendida entre La Coronilla y Barra del Chuy, cuya fauna y hábitat se ven afectados por una secuencia de efectos antropogénicos, incluyendo pesca, urbanización no planificada y descarga de agua dulce y material en suspensión derivados del Canal Andreoni (Lercari & Defeo 1999; 2003; Lercari *et al.* 2002). En esta zona han mermado recursos artesanales como la almeja amarilla (Defeo & de Álava 1995; Defeo & Lercari 2004), ha disminuido sensiblemente la actividad pesquera artesanal en general y ha declinado el turismo (La Coronilla); y (5.2) la otra sub-área corresponde a las zonas rocosa, arenosa e insular comprendidas desde Cerro Verde hasta Canal Andreoni, con importante registro de mamíferos y reptiles, lo cual la convierte en importante foco de conservación.

Aunque enfocados desde distintas perspectivas, ecológico-funcional en el caso de Brazeiro *et al.* (2003) y ecológico-pesquera en el estudio de Defeo *et al.* (2004a; 2004b), en general se coincidió en la identificación de las principales áreas prioritarias acuáticas a conservar en la zona costera estuarina y oceánica. Considerando que en el ámbito costero las áreas protegidas a implementar serán seguramente mixtas, en el sentido de incluir territorios terrestres y acuáticos, la identificación definitiva de prioridades deberá considerar la biodiversidad terrestre. En este sentido, una evaluación sistemática de la biodiversidad terrestre asociada a los hábitats costeros aparece como un tema prioritario.

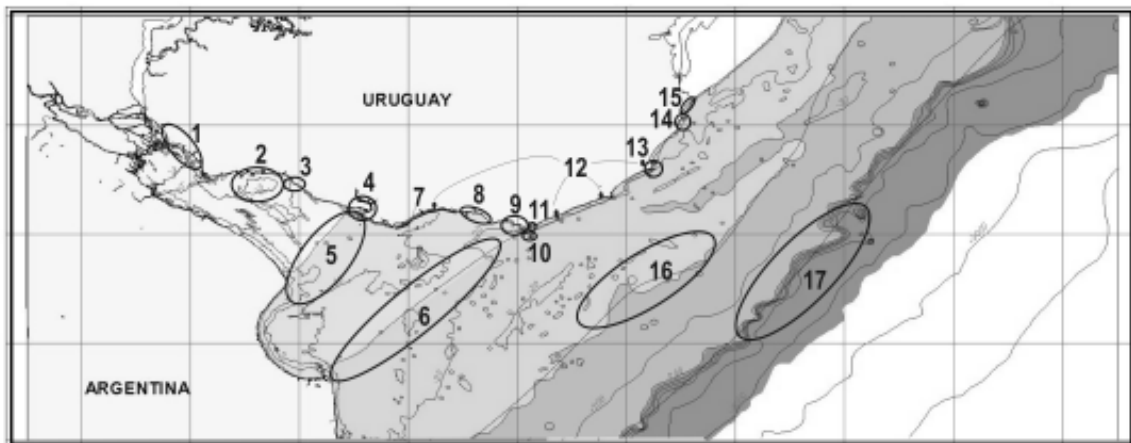
En la Tabla 2 se presenta la lista de sitios prioritarios identificados por Brazeiro *et al.* (2003) y Defeo *et al.* (2004a; 2004b) y en la figura 2 se presenta su ubicación geográfica. Cabe destacar que algunos de los sitios identificados, u otros, han sido previamente señalados como relevantes para la conservación por otros investigadores, proyectos ambientales u ONG's. En total se identificaron 17 sitios de relevancia para la conservación: tres en el ambiente fluvial (Río de la Plata interior), siete en el fluvio-marino, cinco en el oceánico (considerando las lagunas costeras como un solo sitio), uno en la plataforma profunda y uno en el quiebre de talud.

## TAMAÑO Y ESPACIAMIENTO DE ÁREAS PROTEGIDAS

Una vez acordado que uno de los objetivos del SNAMP es la protección de la diversidad de hábitat acuáticos costeros, la pregunta que surge inmediatamente es: ¿cuánta superficie de cada hábitat se debe proteger, para lograr impactos positivos y significativos a nivel regional? y ¿cuál es el espaciamiento entre AP más eficiente que permita simultáneamente la conservación

**Tabla 2.** Sitios costeros y acuáticos prioritarios para conservación y/o manejo identificados en los diferentes ambientes del Río de la Plata y Frente Marítimo. Los ambientes corresponden a los de la figura 1. La localización geográfica de los sitios prioritarios se indica en la figura 2.

Ambiente	Sitio	Fuente
<b>Dulceacuicola</b>	1. Humedales y costa W de Colonia	Gudynas 1994; Rocha & Estrada 2002; Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	2. Banco Ortiz	Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	3. Bañados de Arazatí	Caldevilla 1977; Gudynas 1994
<b>Fluvio-marino</b>	4. Desembocadura de Río Santa Lucía y Playa Penino	López Laborde <i>et al.</i> 2000; INFOPECSA 2001; Rocha & Estrada 2002; Brazeiro <i>et al.</i> 2003; Defeo <i>et al.</i> 2002; 2004a; 2004b
	5. Frente de Turbidez	López Laborde <i>et al.</i> 2000; Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	6. Frente Salino	Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	7. Sistema litoral y sub-areal somero	Defeo <i>et al.</i> 2004a
	8. Bajos del Solís (Isla la Tuna-Piriápolis)	Quirici & Caraccio 2003; Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	9. Punta Ballena-Punta del Este	OCC 2000; López Laborde <i>et al.</i> 2000; Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	10. Islas Gorriti y de Lobos, y aguas adyacentes	OCC 2000; Brazeiro <i>et al.</i> 2003; Defeo <i>et al.</i> 2004a; 2004b
<b>Océánico (costero y plataforma)</b>	11. Humedal del Arroyo Maldonado	Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	12. Lagunas Costeras (José Ignacio, Garzón, Rocha, Castillos)	Caldevilla 1977; Gudynas 1994; PROBIDES 1997; Rocha & Estrada 2002; Defeo <i>et al.</i> 2004a; 2004b
	13. Cabo Polonio e islas, y aguas adyacentes	OCC 2000; Brazeiro <i>et al.</i> 2003
	14. Cerro e Isla Verde, y aguas adyacentes	PROBIDES 1999; Brazeiro <i>et al.</i> 2003; Defeo <i>et al.</i> 2004b; Quirici & Caraccio 2003; Castro <i>et al.</i> 2004; Andrade <i>et al.</i> en prensa
	15. La Coronilla-Barra del Chuy	Defeo <i>et al.</i> 2002; 2004a
<b>Plataforma profunda</b>	16. Banco de mejillones (isóbata de 50 m; 35°-36° S)	Brazeiro <i>et al.</i> 2003
<b>Quiebre de talud</b>	17. Frente de Talud (entre 100 y 500 m; 34°30'-36° S)	Brazeiro <i>et al.</i> 2003



**Figura 2.** Sitios costeros y acuáticos prioritarios para la conservación de la integridad biológica del Río de la Plata y Frente Marítimo. Referencia: 1) Humedales y costa W de Colonia; 2) Banco Ortiz; 3) Bañados de Arazatí; 4) Desembocadura de Río Santa Lucía y Playa Penino; 5) Frente de Turbidez; 6) Frente Salino; 7) Sistema litoral y sub-mareal somero; 8) Bajos del Solís (La tuna-Piriápolis); 9) Punta Ballena-Punta del Este; 10) Isla Gorriti y de Lobos; 11) Humedal de Arroyo Maldonado; 12) Lagunas costeras; 13) Cabo Polonio e islas; 14) Cerro e Isla Verde; 15) La Coronilla-Barra del Chuy; 16) Banco de mejillones; y 17) Frente de Talud. Ver Tabla 2 por mayor información.

de la biodiversidad y una explotación sostenible de los recursos pesqueros? Estas preguntas son claves a la hora de diseñar una red de AMP.

El diseño de una red de reservas, ya sea a efectos de conservación de la biodiversidad o para el manejo de los recursos pesqueros, dependerá de factores tales como la

movilidad de reclutas, juveniles y adultos, así como de la duración y amplitud en la distribución de procesos de desove y reclutamiento. Por ejemplo, altos niveles de movilidad de la(s) especie(s) implicarán el diseño de mayores áreas para su conservación y/o manejo a efectos de que dichas clausuras repercutan en un incremento en

la biomasa de los recursos. Esto requiere necesariamente de un conocimiento profundo del ciclo de vida de las especies y de sus procesos dinámico-poblacionales, lo cual en la mayoría de los casos no ha sido atendido en el momento de implementar las áreas protegidas que se detallan en la Tabla 1. En consecuencia, dicho esquema deberá ser objeto de revisión.

Modelando los efectos del espaciamiento y tamaño de reservas sobre la retención y exportación de larvas en especies sedentarias con fase larval móvil, Hastings & Botsford (2003) sugieren la existencia de un conflicto entre el diseño de redes de reservas con fines pesqueros y conservacionistas. En un contexto conservacionista, y tratando de reducir al mínimo la superficie protegida, la opción óptima es una única reserva de gran tamaño, lo suficientemente grande como para auto-mantenerse en términos de aporte larval. El tamaño óptimo dependerá de la distancia media de dispersión y el nivel requerido de reclutamiento. Por el contrario, si el objetivo es maximizar los rendimientos pesqueros, la opción óptima es proteger varias reservas del menor tamaño posible, de tal forma de maximizar la exportación de larvas hacia las zonas de pesca. Por otra parte, Hastings & Botsford (2003) encontraron que se requiere un mayor porcentaje de hábitat protegido para lograr la solución óptima en el contexto pesquero que en el conservacionista, por lo que sería más costoso. Por lo tanto, la configuración ideal para una red de reservas, orientada tanto a la conservación de la biodiversidad como a mejorar los rendimientos pesqueros, debería situarse en un punto intermedio, es decir, una serie de reservas de tamaños adecuados a las capacidades de dispersión de las especies en cuestión.

Para el caso de los organismos bentónicos, Shank *et al.* (2003) recomiendan, en base a una amplia revisión bibliográfica de la capacidad de dispersión, reservas de 4-6 km de diámetro, ya que serían lo suficientemente grandes como para contener las larvas de corta dispersión. Para favorecer el reclutamiento de las larvas de larga dispersión, estos autores sugieren que la separación ideal entre reservas debería ser del orden de 10-20 km. Por otra parte, en base a una revisión de estudios empíricos (n=89) sobre el impacto de la implementación de reservas marinas sobre la densidad, biomasa, tamaño individual y diversidad de comunidades de peces e invertebrados, Halpern (2003) concluyó que en general las reservas tienen un efecto relativo positivo (i.e. aumento proporcional respecto al área control) que es independiente del tamaño de la reserva. Según esta revisión, tanto las reservas chicas como las grandes mejoran las condiciones biológicas de las comunidades respecto a zonas no protegidas. Sin embargo, si bien el efecto relativo es similar, el efecto absoluto será mayor a medida que aumenta el tamaño del área protegida.

Teniendo en cuenta la realidad socio-económica de la pesca artesanal en Uruguay, el diseño de AP y el espaciamiento entre éstas deberán potenciar la conservación de la biodiversidad y fundamentalmente permitir niveles de pesca calibrados y evaluados en forma

dinámica a través de indicadores pesqueros definidos por esquemas precautorios de manejo (Caddy & Defeo 2003).

#### **MANEJO ADAPTATIVO Y MONITOREO EFECTIVO**

Ante el fracaso del tradicional manejo prescriptivo y determinístico, el manejo adaptativo (Meffe & Carroll 1997) es el actual paradigma dominante en el ámbito de la conservación y manejo de los recursos naturales. Desde esta perspectiva, el manejo se concibe como un proceso dinámico, en el cual las decisiones de gestión son consideradas hipótesis que deben evaluarse y contrastarse continuamente contra resultados empíricos. De tal forma, los planes de manejo se adaptan continuamente en función de las evaluaciones empíricas.

En un mundo cambiante y cargado de fuentes de incertidumbre, el manejo adaptativo surge como el marco teórico más acertado para la conservación y manejo de los recursos naturales. En este contexto, el monitoreo de indicadores ambientales pertinentes para los objetivos de manejo juega un rol central. Por tal motivo, un eventual SNAMP deberá considerar necesariamente un programa de monitoreo de la biodiversidad y recursos naturales que permita evaluar el éxito de las decisiones de manejo, a la luz de los objetivos planteados. Dicho programa debería estar orientado a generar líneas de base, evaluar el impacto de las futuras AMP y eventuales actividades antrópicas, y brindar información para el diseño y evaluación dinámica y adaptativa de planes de manejo.

Un programa de monitoreo realista, y especialmente para países con escasos recursos económicos como Uruguay, debe ser sumamente eficiente en el uso de recursos para lograr su sustentabilidad en el largo plazo. En tal sentido, recomendamos que la coordinación interinstitucional debe jugar un rol central, de tal forma de articular eficientemente los recursos y potencialidades de los diferentes actores involucrados, ya sean públicos (e.g. UdelaR, DINARA, DINAMA, RENARE, PNN, Intendencias) o privados (e.g. ONG's, proyectos ambientales).

A efectos de maximizar la relación costo/beneficio del programa de monitoreo, recomendamos aplicar los conceptos ecológicos de suficiencia taxonómica y de bioindicadores, para identificar los indicadores ambientales prioritarios a monitorear. El análisis de suficiencia taxonómica puede resultar en criterios útiles de evaluación de impacto en comunidades faunísticas. Por ejemplo, Defeo & Lercari (2004) concluyeron que los niveles taxonómicos superiores (desde familia a phylum) pueden ser empleados para aportar respuestas rápidas sobre la cuantificación de un impacto ambiental o bien sobre la detección de zonas sensibles en el cinturón arenoso costero comprendido entre La Coronilla y Barra del Chuy.

La identificación de especies o grupos bioindicadores, representativos de grupos taxonómicos mayores, también puede contribuir a determinar indicadores eficientes a monitorear. Por ejemplo, se ha demostrado que los moluscos constituyen un adecuado grupo indicador de

la diversidad específica de la fauna bentónica. Un estudio de revisión que involucró 146 estaciones de muestreo distribuidas en zona oceánica y fluvio-marina demostró que la riqueza de especies de invertebrados bentónicos se correlacionó positiva y significativamente con la riqueza específica de moluscos (Mianzan *et al.* 2002; Brazeiro 2003). Este resultado indica que los moluscos, es decir, el grupo bentónico mejor conocido desde el punto de vista taxonómico en la región, pueden ser usados como bioindicadores de la riqueza específica de las comunidades bentónicas. En playas arenosas, un estudio bianual realizado entre San José y Rocha (Defeo *et al.* 2002) permitió la identificación de organismos indicadores en base al análisis conjunto de descriptores poblacionales (e.g. abundancia, biomasa, fecundidad, crecimiento) y ambientales. Dicho análisis de macroescala sugirió la presencia de bioindicadores tales como los isópodos cirrolánidos *Excirrolana armata* y *Excirrolana braziliensis* y el anfípodo *Atlantorchestoidea brasiliensis*, presentes en buena parte del cinturón costero analizado y que pueden considerarse claves por su amplia distribución geográfica ("core species", ver e.g. Brazeiro 1999). Respecto a esta última especie, un estudio reciente caracterizó a dicho anfípodo como indicador clave de las características morfodinámicas de las playas, generándose líneas de base de importancia (Defeo & Gómez 2005). Un estudio de largo plazo dirigido a evaluar el impacto de la descarga del Canal Andreoni en la macrofauna arenosa y el hábitat en el cinturón arenoso, comprendido entre La Coronilla y Barra del Chuy (ver Lercari & Defeo 2006), permitió la identificación de varios bioindicadores tales como el tatucito *Emerita brasiliensis* (Lercari & Defeo 1999), el berberecho *Donax hanleyanus* (Defeo & de Álava 1995) y la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Defeo 1998).

Estos antecedentes nacionales relacionados a los conceptos de suficiencia taxonómica y bioindicadores tienen implicancias directas en términos de costos de investigación en relación con los tiempos de procesamiento de muestras biológicas y capacidad de respuesta a organismos de gestión. Los resultados trascienden las implicaciones para un ecosistema analizado en particular, resultando una alternativa práctica para evaluar áreas sensibles y la magnitud de impacto ambiental en los hábitat en cuestión, en casos de necesidad de respuestas de corto plazo y con limitada capacidad logística, los que son un denominador común en Uruguay debido a la ausencia de infraestructura adecuada y escaso personal.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Un eficaz y eficiente SNAMP debe necesariamente apoyarse en una sólida base de información científica, tanto en la fase de planificación como en la de implementación.

En líneas generales puede decirse que el estado actual de conocimiento de la biodiversidad acuática y marina es suficiente para la planificación y diseño general del SNAMP, principalmente en lo que refiere a la zonificación

e identificación de sitios prioritarios. En relación a este último tema, la actividad prioritaria no es la generación de nueva información científica, sino la integración de la existente para lograr una propuesta consensuada.

Sin embargo, en cuanto a la implementación del SNAMP la situación es diferente. Por un lado, aún no se dispone de la información adecuada para definir un programa de monitoreo de la biodiversidad costera, basado en indicadores eficientes. En este sentido, profundizar en los temas de bioindicadores y suficiencia taxonómica en los diferentes componentes de la biodiversidad (e.g. bentos, plancton, necton, vegetación y fauna costera) sería de gran utilidad.

Un paso clave en la implementación del SNAMP será la elaboración de los planes de manejo de AP particulares. La elaboración de estos planes debería basarse en información espacialmente explícita de los principales componentes de la diversidad, hábitat críticos (áreas de reproducción, cría, alimentación, rutas migratorias), factores de estrés y conflictos de uso. Desde esta perspectiva, las investigaciones que apunten a estos objetivos ocuparán un lugar destacado, principalmente si se refieren a áreas identificadas como prioritarias.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Se espera que las AMP tengan un impacto directo positivo sobre la biodiversidad acuática y los recursos pesqueros explotados, así como en aquellas poblaciones (e.g. tortugas marinas, franciscana) y ecosistemas (e.g. fondos bentónicos) incidentalmente afectados por la pesca, u otros usos antrópicos (e.g. urbanización costera). La implementación efectiva de AMP en sitios críticos será un paso clave hacia la conservación de la biodiversidad acuática uruguaya, así como de sus valores y servicios asociados. Sin embargo, en el caso de especies migratorias (e.g. atunes, tortugas marinas, petreles) o de amplios ámbitos de hogar (e.g. tiburones), su conservación dependerá además de la coordinación con planes de conservación o manejo fuera de las AMP, inclusive a nivel binacional (e.g. Argentina) o por medio de comisiones internacionales de manejo.

Además de los impactos ecológicos, cabe esperar un impacto positivo en los retornos económicos derivados de la actividad pesquera, así como otros beneficios indirectos asociados a actividades ecoturísticas (e.g. observación de mamíferos marinos) en las mismas AMP, como resultado de la protección y restauración de hábitat. Se destaca además que las AMP pueden convertirse en polos de desarrollo local, en la medida que se involucre y capacite adecuadamente a los actores locales, por ejemplo promoviendo la venta de servicios y artesanía local.

Las AMP también constituirán una poderosa herramienta operacional de manejo pesquero tendiente a revertir la negativa situación actual de los recursos explotados en Uruguay. La implementación de AMP en diversas modalidades, que incluyen desde áreas totalmente cerradas a la pesca hasta refugios reproductivos y/o

áreas de cría, permitiría mantener ciertos niveles de stock que permitan una reproducción y reclutamiento exitosos en áreas claramente delimitadas. En caso de ser exitosamente implementadas, las AMP tendrán un efecto similar a otras medidas operacionales de manejo pesquero, tales como un incremento en la talla de primera captura o bien la reducción del esfuerzo de pesca o implementación de cuotas de captura.

Una adecuada implementación de las AMP con el apoyo de los usuarios de los recursos (pescadores) bajo un marco institucionalizado de co-manejo, repercutirá en un aumento en el tamaño de los stocks y de las tallas de los ejemplares como resultado de la protección de áreas críticas, generando en el mediano plazo beneficios económicos positivos a las comunidades artesanales costeras (Castilla & Defeo 2005; Defeo *et al.* 2004b; 2004c). El exitoso, aunque exiguo en el tiempo, ejemplo de co-manejo informal (i.e. no institucionalizado sino llevado a la práctica mediante la interacción entre los pescadores y los científicos de la actual DINARA) en la pesquería artesanal de almeja amarilla a fines de 1980 y principios de los 90's (Defeo 1989, ver detalles del estudio en Castilla & Defeo 2001), genera expectativas positivas de éxito en la implementación de esta estructura institucional de manejo.

## REFERENCIAS

- Andrade MJ Castro J Laporta P & M López-Mendilaharsu** En prensa. Cerro Verde: First Marine Protected Area Proposed for Uruguay. Proceedings of First International Marine Protected Areas Congress, Geelong, Australia 23-27 October 2005
- Auster PJ & NL Shackell** 2000 Marine protected areas for the temperate and boreal northwest Atlantic: the potential for sustainable fisheries and conservation of biodiversity. *Northeastern Naturalist* 7:419-434
- Ball IR Andelman S & HP Possingham** 2003 Using setting algorithms in the design of marine reserves network. *Ecological Application* 13:S185-S198
- Barea L Loiaz I Marin Y Ríos C Saralegui A Stagi A Vaz-Ferreira R & N Wilson** 1994 Mortality of albatrosses and other seabirds produced by tuna long-line fisheries in Uruguay. 5th Meeting of the Scientific Commission for the Conservation of Migratory Species. 11 pp
- Berasategui A Ramírez F & H Mianzan** 2003 An historical review of the planktonic copepods diversity of the Río de la Plata and Argentine-Uruguay common fishing zone. Technical Report. PNUD Project/GEF RLA/99/G31. ([www.freplata.org/documentos/](http://www.freplata.org/documentos/))
- Boltovskoy D** (ed) 1999 South Atlantic Zooplankton. Backhuys, Leiden. 2000 pp
- Bostford LW Michel F & A Hastings** 2003 Principles for the design of marine reserves. *Ecological Applications* 13:25-31
- Brazeiro A** 1999 Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, distribution and abundance of species. *Revista Chilena de Historia Natural* 72:93-105
- Brazeiro A** 2003 La plebe de la conservación marina: la diversidad bentónica. II Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre de 2003), Libro de Resúmenes:21
- Brazeiro A Acha EM Mianzan HW Gómez M & V Fernández** 2003 Aquatic priority areas for the conservation and management of the ecological integrity of the Río de la Plata and its Maritime Front. Technical Report PNUD Project/GEF RLA/99/G31, 81 pp ([www.freplata.org/documentos/](http://www.freplata.org/documentos/))
- Caddy JF & O Defeo** 2003 Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fisheries Technical Paper 448:159 pp
- Caldevilla G** 1977 Parques Nacionales de Uruguay. Mimeografiado.
- Castilla JC & O Defeo** 2001 Latin-American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:1-30
- Castilla JC & O Defeo** 2005 Paradigm shift needed for world fisheries *Science* 309:1324-1325
- Castro J Andrade MJ & M Ríos** 2004 Caracterización del Padrón N° 2643. Área Prioritaria para la Conservación. Informe técnico. Centro Interdisciplinario para el Desarrollo (CID), Montevideo. 33 pp. (Inédito)
- Defeo O** 1989 Development and management of artisanal fishery for yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguay. *Fishbyte* 7(3):21-25
- Defeo O** 1996 Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:605-614
- Defeo O** 1998 Testing hypotheses on recruitment, growth and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 125:257-264
- Defeo O & F Amestoy** 2002 Hacia una implementación de áreas marinas protegidas como herramientas para el manejo y conservación de la fauna marina costera en Uruguay. Proyecto PDT SC/OP/07/49, 21 pp (Inédito)
- Defeo O & A de Álava** 1995 Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 123:73-82
- Defeo O & J Gómez** 2005 Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life history adaptations in a supralittoral amphipod. *Marine Ecology Progress Series* 293:143-153
- Defeo O & D Lercari** 2004 Testing taxonomic resolution levels for ecological monitoring in sandy beach macrobenthic communities. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 14:65-74
- Defeo O & A Masello** 2000a La pesquería de cangrejo rojo *Chaceon notialis* en el Uruguay: un enfoque de manejo precautorio (1995 y 1996). Pp 7-22 *In:* Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos, crustáceos y peces bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Defeo O & A Masello** 2000b Análisis espacio-temporal de la pesquería de cangrejo rojo *Chaceon notialis* en el Uruguay: año 1996. Pp 23-37 *In:* Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos, crustáceos y peces bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Defeo O & G Riestra** 2000 El mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del Departamento de Maldonado: propuesta para la ordenación de la pesquería. Pp 58-72 *In:* Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Defeo O Lercari D Celentano E Lozoya JP & G Martínez** 2002 Diversidad biológica y pautas para su conservación en sistemas litorales arenosos de la costa uruguaya. Informe Técnico Final, Proyecto CONICYT: 43 pp + anexos (Inédito)
- Defeo O de Álava A Gómez J Lozoya JP Martínez G Riestra G Amestoy F & G Martínez** 2004a Hacia una implementación de áreas marinas protegidas como herramientas para el manejo y



- conservación de la fauna marina costera en Uruguay. Informe Técnico (1):22 pp (Inédito)
- Defeo O de Álava A Gómez J Lozoya JP Martínez G Riestra G Amestoy F Martínez G Horta S Cantón V & M Batallés** 2004b Hacia una implementación de áreas marinas protegidas como herramientas para el manejo y conservación de la fauna marina costera en Uruguay. 1ª Jornadas de Comunicación Científica del PDT: 81-87. Montevideo
- Defeo O de Álava A Gómez J Lozoya JP Martínez G Riestra G Amestoy F Martínez G Horta S Cantón V & M Batallés** 2004c Herramientas para el manejo y conservación de la fauna marina costera en Uruguay. Perspectivas de aplicaciones potenciales de los resultados en la producción de bienes y servicios, públicos o privados. 1ª Jornadas de Comunicación Científica del PDT: 2 pp. Montevideo
- Ehrhardt N & M Rey** 1996 Cálculo de los descartes de juveniles en la pesquería de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) en el Atlántico Sudoccidental. Frente Marítimo 16:29-37. Montevideo
- Giberto DA & C Bremec** 2003 Benthic diversity of the Río de la Plata and adjacent marine waters. Informe Técnico. PNUD Project/GEF RLA/99/G31. ([www.freplata.org/documentos/](http://www.freplata.org/documentos/))
- Gray JS** 1997 Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Reports Study (62):24 pp. International Maritime Organisation, London
- Gudynas E** 1994 Nuestra verdadera riqueza. Centro de Investigación y Promoción Franciscano y Ecológico (CIPFE)-Multidiversidad Franciscana de América Latina (MFAL). Editorial Nordan, Montevideo. 136 pp
- Halpern BS** 2003 The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? Ecological Applications 13:S117-S137
- Hastings A & LW Botsford** 2003 Comparing designs of marine reserves for fisheries and from biodiversity. Ecological Applications 13:S65-S70
- Hyrenbach KD Forney KA & PK Dayton** 2000 Marine protected areas and ocean basin management. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 10:437-458
- INFOPESCA** 2001 Diagnóstico del sector pesquero uruguayo. Proyecto de Desarrollo del Sector Pesquero Uruguayo (Estudio de Gestión Marítima: Componente Pesquero). 160 pp (Inédito)
- Jaureguizar AJ Menni R Bremec C Mianzan H & C Lasta** 2003 Fish assemblage and environmental patterns in the Río de la Plata estuary. Estuarine Coastal and Shelf Science 56:921-933
- Jaureguizar AJ Menni R Guerrero R & C Lasta** 2004 Environmental factors structuring fish communities of the Río de la Plata estuary. Fisheries Research 66:195-211
- Jiménez S Domingo A & A Brazeiro** 2004 Seabirds by-catch in the South West Atlantic Ocean: interaction with the Uruguayan pelagic longline fishery. Abstracts of the Third International Albatross and Petrel Conference (Montevideo, 23-23 de agosto de 2004):61
- Lercari D & O Defeo** 1999 Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. Estuarine, Coastal and Shelf Science 49:457-468
- Lercari D & O Defeo** 2003 Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. Estuarine, Coastal and Shelf Science 58S:17-24
- Lercari D & O Defeo** 2006 Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. Estuarine, Coastal and Shelf Science 68:27-35
- Lercari D Defeo O & E Celentano** 2002 Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. Marine Pollution Bulletin 44:1392-1399
- López Laborde J Perdomo A & M Gómez-Erache** (comps) 2000 Diagnóstico ambiental y socio-demográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata: compendio de los principales resultados. EcoPlata, Montevideo. 180 pp
- Lubchenco J Palumbi SR Gains S & S Andelman** 2003 Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. Ecological Applications 13:S3-S7
- Mantero G & A Errea** 1999 Delimitación de áreas de veda para la protección de juveniles de merluza durante los años 1997-1998. Pp 144-152 In: Rey & Arena (eds) Merluza (*Merluccius hubbsi*). Estudios realizados dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del Plan de Investigación Pesquera. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Marín Y Brum F Barea L & J Chocca** 1998 Incidental catch associated with swordfish longline fisheries in the Southwest Atlantic Ocean. Marine and Freshwater Research 49:633-639
- Meffe GK & CR Carroll** 1997 Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, New York. 729 pp
- Mianzan H Brazeiro A Gómez-Erache M & F Lo Nostro** 2002 Biodiversity. Fluvial and marine biodiversity of the Río de la Plata river and its maritime front. Technical Report. PNUD Project/GEF RLA/99/G31. ([www.freplata.org/documentos/](http://www.freplata.org/documentos/))
- Milessi A & O Defeo** 2002 Long-term impact of incidental catches by tuna longlines: the black escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) of the Southwestern Atlantic Ocean. Fisheries Research 58:203-213
- Milessi A Arancibia H Neira S & O Defeo** 2005 The mean trophic level of Uruguayan landings during the period 1990-2001. Fisheries Research 74:223-231
- Miller P Laporta M & A Fallabrino** En prensa Sea turtles and trawl fishery in the Río de la Plata estuary: what is going on here? Proceedings of the 24th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, San José, Costa Rica
- OCC** 2000 Propuesta específica como primer abordaje hacia las AMP's para ballena franca austral. Declaración de interés por MVOTMA (Resolución Ministerial 444/01). Montevideo
- Olson DB Podestá GP Evans RH & OB Brown** 1988 Temporal variations in the separation of Brazil and Malvinas currents. Deep Sea Research 35:71-90
- Pauly D Christensen V Dalsgaard J Froese R & F Torres** 1998 Fishing down marine food webs. Science 279:860-863
- Pauly D Christensen V Guénette S Pitcher TJ Sumaila UR Walters CJ Watson R & D Zeller** 2002 Towards sustainability in world fisheries. Nature 418:689-694
- Pin O & O Defeo** 2000 Modelos de producción captura-mortalidad para la pesquería de corvina (*Micropogonias furnieri*) (Desmarest, 1823) en el Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (1975-1986). Pp 31-65 In: Rey & Arena (eds) Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Praderi R Little L Gorga J & G Rondini** 2002 Evaluación de la mortalidad incidental de franciscana en las pesquerías costera de Uruguay y Argentina. In: Informe del Proyecto Problemas de conservación y manejo de los mamíferos marinos de Atlántico Sudoccidental en Uruguay y Argentina: un proyecto conjunto de investigación. PNUMA
- PROBIDES** 1999 Reserva de Biosfera Bañados del Este. Plan Director.

- Quiricci V & MN Caraccio** 2003 Impacto de la pesquería artesanal uruguaya en las poblaciones de tortugas marinas. Informe Técnico. PNUD Project/GEF RLA/99/G31. ([www.freplata.org/documentos/](http://www.freplata.org/documentos/))
- Rey M** 1999 Antecedentes generales de las áreas de veda para la protección del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Pp 141-143 *In*: Rey & Arena (eds) Merluza (*Merluccius hubbsi*). Estudios realizados dentro de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del Plan de Investigación Pesquera. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Rey M** (ed) 2000 Consideraciones sobre la pesca incidental producida por la actividad de la flota atunera dirigida a grandes pelágicos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo. 63 pp
- Rey M & G Arena** (eds) 2000 Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo. 89 pp
- Rey M Lorenzo MI & E Páez** 2000 Cálculo indirecto del descarte costero. Instituto Nacional de Pesca, Informe Técnico (48):16 pp
- Riestra G & G Fabiano** 2000 Moluscos gasterópodos de interés socio-económico para Uruguay. Pp 75-81 *In*: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo
- Roberts CM Andelman S Branch G Bustamante R Castilla JC Dugan J Halpern B Lafferty K Leslie H Lubchenco J McArdle D Possingham H Ruckelshaus M & R Warner** 2003 Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications* 13 (Supplement): S199-S214
- Rocha G & A Estrada** (comps) 2002 Primer taller de áreas de importancia para las aves. Aves Uruguay. BirdLife Internacional. Ministerio de Turismo, Montevideo. (Inédito)
- Scarabino V Defeo O & L Barea** 1988 Perspectivas para el desarrollo de pesquerías de invertebrados bentónicos en Uruguay. *Informes Unesco en Ciencias del Mar* 47:180-181
- Shank AL Grantham BA & MH Carr** 2003 Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological Applications* 13:159-169
- Stagi A Vaz-Ferreira R Marin Y & L Joseph** 1998 The conservation of albatrosses in Uruguayan waters. Pp 220-224 *In*: Robertson & Gales (eds) Albatross biology and conservation. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton
- Sullivan KS & G Bustamante** 1999 Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. *The Nature Conservancy (Biodiversity Support Program)*. 125 pp

## Evolución de la desembocadura del Arroyo Pando (Canelones, Uruguay): ¿tendencias naturales o efectos antrópicos?

OFELIA GUTIÉRREZ\* & DANIEL PANARIO

\*oguti@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La desembocadura de vías de drenaje en playas arenosas son ambientes muy dinámicos y particularmente sensibles a perturbaciones de origen antrópico. En el presente estudio de caso se analizan las relaciones entre las intervenciones producidas sobre el Arroyo Pando (Canelones, Uruguay), tanto a nivel de cuenca como de las playas y dunas aledañas a su desembocadura en el Río de la Plata. Se analizan las modificaciones observadas a través de imágenes y cartografía digital, manejadas con un enfoque metodológico de geografía histórica utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Con estas técnicas se analizan los impactos de obras diversas de infraestructura, forestación de dunas y extracción de áridos sobre el sistema, deslindándolos de los procesos inerciales del Holoceno tardío y de los atribuibles al cambio climático global. Se insiste en la importancia de profundizar el estudio de estos sistemas particularmente dinámicos, como lo son las playas aledañas a las desembocaduras de vías de drenaje.

**Palabras clave:** dinámica costera, erosión de playas, SIG, geografía histórica

### ABSTRACT

The outlet of rivers in sandy beaches are a very dynamic and particularly sensitive environment to human influences. The present study analyzes the relationships between the interventions produced on the Arroyo Pando (Canelones, Uruguay), both at a basin level and at the beach and dunes adjacent to its outlet into the Río de la Plata. The observed modifications are analysed through images and digital cartography, handled with a historical geography approach utilizing Geographical Information Systems (GIS). These techniques are used to analyse the impacts of diverse infrastructure works, dune afforestation and sand extraction on the system, differentiating them from inertial processes from the late Holocene and those attributable to global climatic change. The importance of studying these particularly dynamic systems, such as beaches adjacent to river outlets, is stressed.

**Key words:** coastal dynamics, beach erosion, GIS, historical geography

### INTRODUCCIÓN

Sobre la franja costera uruguaya, compuesta mayoritariamente por playas y sistemas dunares, se han realizado a partir de la década de 1930 intervenciones cuyos efectos produjeron complejas interacciones con las tendencias naturales. La zona litoral activa fue forestada casi en su totalidad con especies exóticas, fundamentalmente del género *Pinus*. Posteriormente se desarrollaron procesos de urbanización, a los se sumaron la extracción de arena para la construcción y obras de infraestructura como costaneras construidas directamente sobre el cordón dunar o próximas al mismo. Concomitante con estas intervenciones comenzaron a observarse, a partir de 1950, crecientes procesos de deterioro en las playas. Esto indujo a la construcción de espigones en aquellas zonas más urbanizadas, como forma de recuperarlas.

La casi totalidad de las playas del estuario del Río de la Plata se encuentran sometidas a diversos procesos degradativos, lo que ha motivado un retroceso de la línea de costa, afectando en algunos casos a vías de comunicación y viviendas.

Aislar las relaciones causales entre las intervenciones descritas y los procesos degradativos actualmente en

curso resulta particularmente difícil. Esto se debe a los diferentes tiempos de relajación, como resultado de las distintas forzantes que presentan estos sistemas extremadamente dinámicos.

El presente trabajo se desarrolló en un punto crítico del Río de la Plata medio: la desembocadura del Arroyo Pando, donde una combinación de factores fluviales y marítimos amenazan seriamente al Balneario Neptunia.

El análisis de una problemática como la descrita no es posible sin la conjunción de técnicas de geografía histórica con las modernas herramientas que proporcionan los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Investigaciones de este tipo han sido llevadas a cabo para el litoral NE de Haití (Menanteau *et al.* 2002), la Bahía de Cádiz (Alonso Villalobos *et al.* 2003a) y la Ensenada de Bolonia en España (Alonso Villalobos *et al.* 2003b).

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El Arroyo Pando tiene un área de cuenca de 974 km<sup>2</sup> y un caudal medio de 10.9 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. En la margen E de su desembocadura recibe al Arroyo Tropa Vieja con un área de cuenca de 78 km<sup>2</sup> y un caudal medio de 0.88 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (Medina & Jackson 1980). Este arroyo drena las aguas de

la Laguna del Cisne, pequeño espejo de agua formado por el represamiento del arroyo por dunas transgresivas durante el Holoceno superior.

La orientación general del Arroyo Pando desde sus nacientes es N-S, teniendo actualmente su último tramo una dirección WNW-ESE, sin que exista un control estructural que lo justifique. Su curso tiene un ancho máximo de 320 m a una distancia de 1200 m de la desembocadura. Sin embargo, en la propia desembocadura (Tabla 1) sólo alcanza 109 m (medidas realizadas sobre foto de mayo de 2002). Para los registros fotográficos disponibles, su boca ha variado entre un

ancho máximo de 597 m (imagen SPOT XS del 2 de junio de 1990) y un mínimo de 22 m (sobre una foto panorámica con rectificación para la zona de interés, del 19 de mayo de 1937). Existen versiones de cierre de la boca, las que no han podido ser documentadas.

#### ANTECEDENTES

A partir de observaciones realizadas en la década de 1930, Legrand (1959) realizó una descripción botánica y una interpretación de los procesos geomorfológicos actuantes en la zona. Ese trabajo tiene la virtud de que su autor, desde la perspectiva de un naturalista, expresa en

**Tabla 1.** Información y fecha de la cartografía (A) y sensores remotos (B). Abreviaturas: SGM: Servicio Geográfico Militar; SSRAFAU: Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales de la Fuerza Aérea Uruguaya; NR: no tiene recubrimiento de la desembocadura; DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente; CCG: Comisión de Cambio Global. \* No se realizaron medidas sobre ellas. \*\* Cuando se consigna un "No" significa que el Balneario de Neptunia, sólo tiene playa a la costa del propio Arroyo Pando.

A) CARTOGRAFÍA				
Carta del Uruguay	Fecha	Fuente	Escala	Ancho (m) Desembocadura
Hoja La Unión IX-29	apoyo de campo 1928 (edición 1930)	SGM	1:50000	60.9
Hoja Montevideo 24	edición 1933	SGM	1:200000	*
Hoja El Pinar J-29-a	apoyo de campo mayo 1987 (edición noviembre 1988)	SGM	1:25000	*
Hoja La Unión J-29	apoyo de campo junio 1984 (edición agosto 1984)	SGM	1:50000	*

B) AEROFOTOGRAFÍA E IMAGEN SATELITAL					
Fecha	Característica	Fuente	Escala	Ancho (m) Desembocadura	Existencia de playa "marina" **
1937, 19 de mayo	panorámica	SSRAFAU	----	21.5	
1943, 14 de marzo	oblicua	SGM	1:40000	268.7	
1951, 22 de octubre	vertical	SSRAFAU	1:20000	47.6	
1960, 25 de octubre	vertical	SSRAFAU	1:20000	289.5	
1964, 14 de setiembre	vertical	SSRAFAU	1:20000	131.4	No
1966, 27 de enero	vertical	SGM	1:20000	93.5	
1966, 26 de diciembre	vertical	SGM	1:20000	43.5	No
1967, 13 de junio	vertical	SGM	1:40000	70.9	No
1971, 26 de enero	vertical	SSRAFAU	1:10000	178.4	No
1971, 26 de agosto	vertical	SSRAFAU	1:10000	122.1	No
1975, 21 de enero	vertical	SSRAFAU	1:20000	84.0	
1976, 06 de febrero	vertical	SSRAFAU	1:10000	184.0	
1976, 17 de junio	vertical	SSRAFAU	1:20000	125.8	
1977, 13 de mayo	vertical	SSRAFAU	1:20000	141.5	
1978, 26 de abril	vertical	SSRAFAU	1:20000	62.6	
1980, 12 de enero	vertical	SSRAFAU	1:50000	60.4	
1980, 25 de mayo	vertical	SSRAFAU	1:20000	216.7	
1982, 13 de febrero	vertical	SSRAFAU	1:20000	112.0	
1982, 4 de diciembre	vertical	SSRAFAU	1:10000	NR	
1987, marzo	vertical	SGM	1:40000	254.6	No
1990, 2 de junio	SPOT XS	----	pixel 25 m	596.9	No
1994, mayo-junio	vertical	DINAMA	1:5000	264.3	No
1995, 23 de octubre	vertical	SSRAFAU	1:10000	105.6	
1996, 22 de enero	vertical	SSRAFAU	1:5000	197.3	No
1997, abril	vertical	DINAMA	1:5000	439.4	
1998, 1 de diciembre	vertical	CCG	pixel 0.75 m	117.5	
1999, 16 de noviembre	vertical	SSRAFAU	1:20000	187.2	
2000, 25 de abril	vertical	SSRAFAU	1:10000	NR	
2000, 24 de noviembre	vertical	SSRAFAU	1:20000	NR	
2001, 21 de enero	vertical	SSRAFAU	1:20000	NR	
2001, 21 de noviembre	vertical	SSRAFAU	1:25000	65.5	
2002, marzo	vertical	DINAMA	----	*	
2002, mayo	vertical	Pyke y Cia	pixel 0.20 m	159.9	

pocas líneas una comprensión integral de la dinámica de este sistema, cuando las intervenciones humanas no eran aun tan significativas. Su perspectiva permite una aproximación a la idea del funcionamiento prístino de la zona, la que reinterpretada a la luz de los conocimientos actuales, brinda algunas claves de cuales eran los procesos tendenciales a comienzos del siglo XX. Con posterioridad, el área también fue estudiada desde un punto de vista geomorfológico por Medina & Jackson (1980).

Como se desprende de los archivos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), existe una larga serie de iniciativas de intervenciones invasivas (de estilo en la época), como respuesta a las afectaciones que han provocado las migraciones de la desembocadura y la línea de costa (DNH 1970; 1984; 1985; 1986); afortunadamente las mismas no fueron implementadas.

Recientemente, otros trabajos (Dean 1998; Grupo de Trabajo Interministerial-Neptunia 1997; Saizar 2000) continúan presentando propuestas de obras de ingeniería civil, sin tener tampoco en cuenta los resultados de las investigaciones científicas anteriores, las cuales brindan elementos suficientes para desaconsejar obras duras.

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión de la cartografía, imágenes aéreas, satelitales y estudios anteriores de la zona, tanto en poder de privados como de públicos (Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales de la Fuerza Aérea, Servicio Geográfico Militar, Dirección Nacional de Hidrografía, Dirección Nacional de Medio Ambiente), archivos propios de la Unidad de Ciencias de la Epigénesis (Facultad de Ciencias), así como un recubrimiento aerofotogramétrico encargado para el presente estudio (mayo de 2002).

Las imágenes obtenidas son de muy diferente calidad e incluyen tomas verticales y oblicuas en diferentes escalas y resoluciones. Se obtuvieron a partir de la digitalización de fotos papel por escáner de mesa o de negativos digitalizados en escáner de alta resolución. A su vez, se rescató la información de fotos en papel de las que únicamente se ha preservado un registro tomado con cámara digital.

Debe destacarse que por fiables que puedan resultar los archivos (como el del Servicio de Sensores Aeroespaciales de la Fuerza Aérea), siempre se requiere analizar la congruencia de la fecha con lo observado en imágenes anteriores o posteriores. En este sentido se ha verificado que los rollos fotográficos pueden contener imágenes copiadas por contacto y por tanto incluir fotos de otro año. Tampoco los datos que aparecen en la propia toma son siempre fiables, en la medida que el calendario de la cámara pudo haberse detenido o atrasado, sin que ello aparezca en los metadatos que se conservan de la misión, cuando éstos están disponibles.

Utilizando *ArcView 3.2a* con la extensión *Image Analysis 1.1a* se procedió a referenciar en formato digital la hoja cartográfica "El Pinar J-29-a" (escala 1:25000) del Servicio Geográfico Militar (proyección Gauss, meridiano de

contacto 62G, Datum Yacaré). Esta carta fue confeccionada sobre la base de fotos aéreas de marzo de 1987 y apoyo de campo de mayo del mismo año.

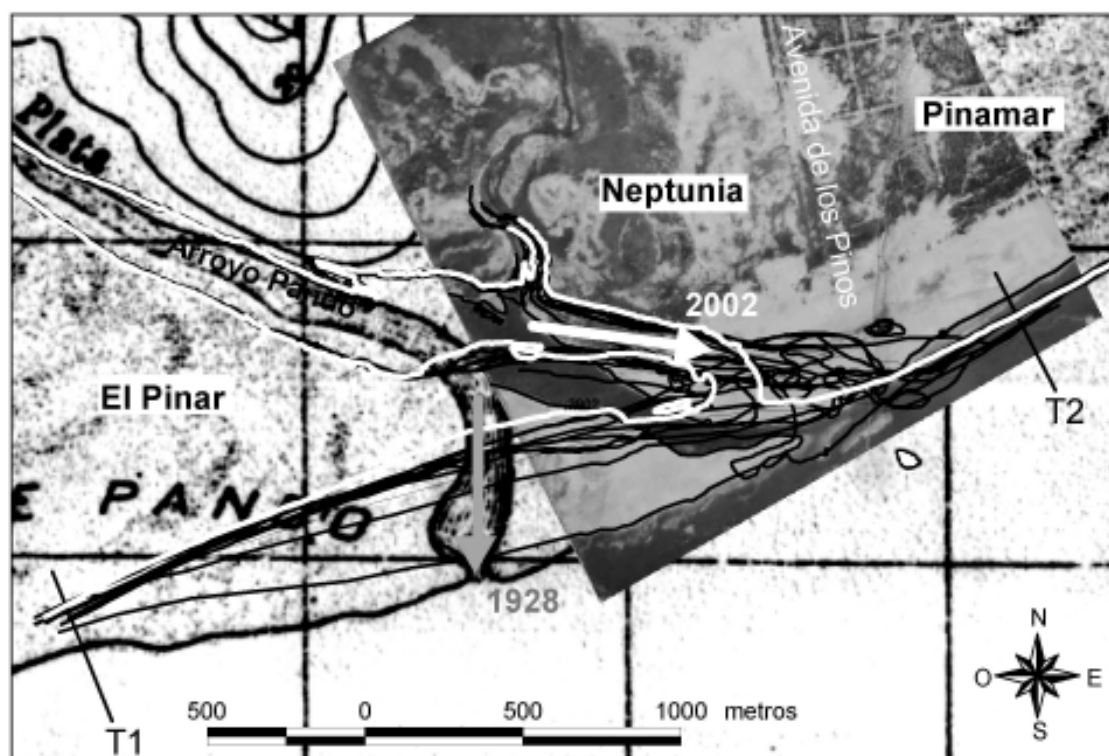
Para la georreferenciación de las imágenes, se comenzó por la de marzo de 1987 (base de la cartografía), a partir de la cual se buscaron puntos de referencia con la foto inmediata anterior de diciembre de 1984. Se creó así una cobertura de puntos de georreferenciación a partir de objetos más o menos persistentes a través de los años, como ser árboles, calles o trillos, construcciones y estructuras geomorfológicas. La secuencia de referenciación se hizo tomando siempre la imagen más próxima en el tiempo. Lo mismo se repite hacia el presente. Con esta metodología, se logró referenciar toda la serie de imágenes sobre la misma base cartográfica, minimizando de este modo las deformaciones y errores en términos comparativos entre las mismas. Las fotos verticales, con cierto grado de deformación, fueron recortadas (independizando para su georreferenciación el recubrimiento de cada margen), formando luego mosaicos que permitieran alcanzar la precisión deseada. En todos los casos se consiguió un error promedio aceptable para el tramo de costa analizado, excepto para la imagen SPOT y fotos de muy mala calidad u oblicuas, las que igualmente permitieron tener una idea cualitativa de las modificaciones temporales que se produjeron en el sistema.

Comprobada la precisión de la georreferenciación (error inferior a 6 m en las zonas de interés) se digitalizó en pantalla las líneas de costa siguiendo la línea de marea alta (según Shalowitz 1964; Anders & Byrnes 1991; Byrnes *et al.* 1991 *fide* McBride *et al.* 1995), utilizando una escala 1:3000 para estandarizar el procedimiento.

La utilización de la línea de marea alta es de estilo, porque diferencias relativamente importantes entre mareas producen un error mínimo en la traslación cartográfica horizontal de la línea de costa, dado que el segmento de playa entre el nivel medio del mar y la marea alta es el que presenta mayor pendiente en el perfil transversal de la misma. Además, es una estructura siempre visible en los registros, permitiendo una relativa estandarización del nivel del mar para la serie de fotos.

Sobre la línea de costa de mayo de 2002 se dibujaron dos transectos perpendiculares, uno sobre cada playa, que fungieran como límite externo, para luego entre éstos medir la evolución histórica de la costa. Para realizar estas medidas, en la línea de marea alta de mayo de 2002 se unieron ambos márgenes con una recta, a efectos de lograr una línea continua que permitiera interceptar entre los dos transectos perpendiculares, cada una de las líneas de costa. Posteriormente, la superficie así comprendida fue convertida a polígono y medida en hectáreas, restándose la correspondiente al espejo de agua (Fig. 1).

Como algunas fotos no cubrían la totalidad del área, frente a la observación de que hacia los extremos E y W (que oficiaban de límite a estas medidas), dado que las líneas de costa convergían asintóticamente hacia dos puntos en que la playa no manifestaba modificaciones significativas a lo largo del tiempo, se procedió a recons-



**Figura 1.** Para el período 1928-2002, se observa la superposición de las líneas de costa de las principales excursiones hacia el E de la desembocadura del Arroyo Pando. En blanco se dibuja la posición de la línea de costa para mayo de 2002. La flecha gris (1928) y la blanca (2002) muestran respectivamente las posiciones y el giro que tuvo la desembocadura en sentido antihorario, así como el marcado retroceso de la ubicación de la playa. A su vez, se muestran los transectos perpendiculares (T1 y T2) a la línea de costa entre los que se realizó la medición de pérdida-ganancia de "territorio" (Aerofotografía: 22/10/1951, SSRFAU. Cartografía: Hoja La Unión IX-29, esc: 1:50000, SGM, Ed. 1930, apoyo de campo en 1928).

truir manualmente el trazado, en aquellos tramos en que no se disponía de la totalidad de la zona bajo análisis.

Se realizaron dos relevamientos batimétricos (16/7/2002 y 19/11/2002), para determinar el trazado y características del canal del Arroyo Pando, mediante la utilización de un sonar de señal vertical (resolución de un pie) y un GPS (12 satélites). Fueron convertidos en puntos georreferenciados (tema de eventos) usando *ArcView 3.2a*, y con la extensión *Spatial Analyst* se realizó un TIN (Triangulated Irregular Network) de dicha cobertura, a efectos de determinar áreas de isoprofundidad. A su vez se tomaron muestras de sedimentos del canal para caracterizar su textura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evolución costera

De la comparación de las imágenes y cartografía existente desde 1928 al presente, puede apreciarse un retroceso de 480 m de la línea de costa de la playa de El Pinar; aunque este retroceso se hace notorio y persistente a partir de 1950. La orientación del tramo inferior del Arroyo Pando para los registros existentes entre 1928 y 1936 era N-S. En 1943, ya se comenzaba a desplazar hacia el E en dirección inversa a la deriva litoral predominante (Panario & Gutiérrez 2003), la que generalmente es hacia el W desde Cabo Polonio incluso en la mayor parte de la costa

del Río de la Plata, contrariamente a lo esperable por la orientación de la desembocadura (MTOPI-UNESCO 1980; Medina & Jackson 1980).

Los registros de las variaciones de la posición de la línea de costa, se muestran en la Tabla 2, habiéndose perdido 68 ha en el transcurso del período 1928-2002, para un frente de playa de 3220 m de longitud. Estos cambios pueden deberse a una serie de modificaciones que ha sufrido el sistema desde comienzos de la década de 1920, ninguna de las cuales puede aisladamente explicar los procesos observados; éstas son:

a) El Arroyo Pando, desembocaba en un humedal que desaguaba, por el canal conocido como Pando del Plata, en el Río de la Plata. Entre 1912 y 1925, el humedal fue canalizado y el arroyo represado para mantener la altura de la columna de agua. Esta intervención provocó un cambio significativo en la hidrología del canal que perdió el poder regulador de un humedal de 900 ha y por tanto pasó a ser dominado por mareas y pulsaciones de crecidas producidas por precipitaciones torrenciales. Esto justificó que la desembocadura quedase a merced de la deriva, sin que ello explique la migración de la flecha en dirección contraria a la deriva dominante;

b) En las fotos aéreas de 1936 puede observarse una activa forestación con especies exóticas del género *Pinus*, de los sistemas dunares en la costa del Río de la Plata. La

**Tabla 2.** Pérdida de superficie continental debido al retroceso de la línea de costa, medida entre los años 1928 y 2002. Ganancia o pérdida de superficie de playa, estimada a partir de las modificaciones de la posición de la línea de costa, medidas en hectáreas. Se toma como punto cero para medir este proceso, la línea de costa del año 1928. Más allá de las fluctuaciones, la resultante es de franco retroceso de la posición espacial de la línea de costa.

Períodos de medida	Ganancia/pérdida entre período medida en ha	Perdida acumulada en ha	Indicador de velocidad de cambios para el período, estimado en ha/año	Meses por período
1928 - 10/1951	-8.045	8.045	0.250	274
10/1951 - 10/1960	-28.185	36.230	0.559	108
10/1960 - 9/1964	-0.275	36.505	0.684	47
9/1964 - 1/1966	-4.447	40.952	1.992	16
1/1966 - 12/1966	-0.318	41.270	2.494	11
12/1966 - 6/1967	-4.882	46.152	4.519	6
6/1967 - 8/1971	-2.342	48.494	0.445	50
8/1971 - 1/1975	-5.132	53.626	0.485	41
1/1975 - 2/1976	0.729	52.897	1.135	13
2/1976 - 6/1976	-1.097	53.994	3.872	4
6/1976 - 5/1977	-0.481	54.475	1.308	11
5/1977 - 4/1978	-3.630	58.105	1.264	11
4/1978 - 1/1980	4.346	53.759	0.489	21
1/1980 - 5/1980	-4.944	58.703	3.656	4
5/1980 - 2/1982	10.488	48.215	0.461	21
2/1982 - 3/1987	-5.956	54.171	0.331	61
3/1987 - 6/1990	-1.935	56.106	0.364	39
6/1990 - 5-6/1994	-0.133	56.239	0.261	47
5-6/1994 - 10/1995	1.163	55.076	0.714	17
10/1995 - 1/1996	-2.957	58.033	4.436	3
1/1996 - 4/1997	-3.694	61.727	0.690	15
4/1997 - 12/1998	-0.277	62.004	0.333	20
12/1998 - 11/1999	-0.661	62.665	0.580	11
11/1999 - 5/2002	-5.718	68.383	0.106	54

**Tabla 3.** Análisis de los sedimentos del fondo del canal del Arroyo Pando. Análisis realizado por el método de la pipeta (Robinson 1922 en Soil Conservation Service 1972) realizado por el Laboratorio de Física de Suelos de la Dirección de Suelos y Aguas, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay.

ARENA					LIMO		% total en peso de las diferentes fracciones			
2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	0.1-0.05 mm	50-20 $\mu$	20-2 $\mu$	Arena total	Limo total	Arcilla >2 $\mu$	Clase Textural
----	0.4	5.2	47.0	10.2	5.6	6.1	62.8	11.7	25.5	FAcAr

forestación se torna notoria en la zona de estudio a partir de 1943, pero ya se expresaba a montante de la deriva desde la década de 1920; y

c) El Río de la Plata, entre 1902 y 2000, ha ascendido en 9.3 cm su nivel medio como consecuencia del aumento de caudales de sus tributarios, los ríos Paraná y Uruguay, y de cambios en el régimen de vientos (Forbes 2003). Aunque no pueda descartarse algún efecto, claramente estos no son las forzantes principales, dado que no se observan retrocesos en todas las playas estudiadas (incluso en zonas cercanas).

#### Fuentes de arena

Las playas de esta desembocadura en su estado natural serían caracterizables como de equilibrio dinámico, por lo que es importante determinar cuales son las fuentes de reposición de arena al sistema.

#### Las altas cuencas fluviales

La arena proveniente de la misma no es significativa en este caso por quedar retenida en el vaso de la represa de El Pinar y antes de la canalización del Arroyo Pando

(a principios del Siglo XX) en el humedal. Además, aguas abajo de la represa, el arroyo carece de competencia para transportar arena de playa, como lo demuestra el análisis textural de los sedimentos del lecho activo o canal (Tabla 3), donde se aprecia que la granulometría de los sedimentos en ese tramo del arroyo es menor que la arena que conforma la playa, es decir que esta fracción no toca el fondo entre olas sucesivas y por tanto se mantiene en suspensión.

#### Las dunas en las márgenes del arroyo

Como se observa en la Rosa de los Vientos (Fig. 2), los vientos fuertes del cuadrante SW impulsaban arena hacia el Arroyo Pando de la misma granulometría que la moda de la que conforma la playa, en un frente de 2400 m (medido a escala 1:25000) a partir del campo de dunas de El Pinar y en un frente de ca. 1000 m, a partir de la barra de arena ubicada al W de dicho arroyo.

Considerando que la resultante del transporte de arena calculada para Uruguay, por metro y por año, en dirección NE es del orden de 40 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Panario & Piñeiro 1997), se puede estimar que se aportaba al arro-

yo, desde los campos dunares cercanos, un volumen en el entorno de los  $136000 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ . Este proceso, producía un estrechamiento del cauce (evidenciable en las primeras fotos de las que se tiene registro) con el consiguiente incremento de la velocidad del flujo en el mismo, y por lo tanto, se producía el retransporte de la arena hacia el mar durante las crecientes pluviales. Este retransporte, al pasar del tiempo, fue interrumpiéndose por la forestación y urbanización de la zona. Del total, hoy resta lo aportado exclusivamente en el tramo de la barra, con una longitud modal estimada en 800 m (restada el área fijada con acacias) y con un aporte máximo estimado en  $32000 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ , presionando el canal del arroyo hacia la margen E.

#### *El desgaste de acantilados y puntas rocosas*

Este aporte es difícil de estimar. En el cercano Balneario Atlántida (11 km al E), que presenta un importante acantilado con una playa de arena por delante, la forestación y posterior urbanización a montante de la deriva produjo sus efectos negativos. Ante la constatación de que se estaba produciendo una severa erosión de su playa, se impulsó la construcción de espigones a partir de 1970. Sin embargo, su instalación contribuyó a acelerar el proceso y a partir del último espigón construido, por efecto de las corrientes de retorno que producen su presencia, el acantilado sedimentario (cenozoico) ha tenido un retroceso de más de 11 m, entre 1985 y 2003. Se desconoce la propagación de ese efecto hacia Neptunia y por lo tanto es muy difícil cuantificar aún los volúmenes

de arena incorporados por el mismo. Puede estimarse que estos volúmenes de arena son importantes y que han contribuido significativamente en el mantenimiento del ancho de la playa al E del Balneario Neptunia. Sin embargo, no han resultado suficientes para producir el mismo efecto a la altura de la desembocadura del Arroyo Pando.

#### *La arena en tránsito entre playas más o menos contiguas*

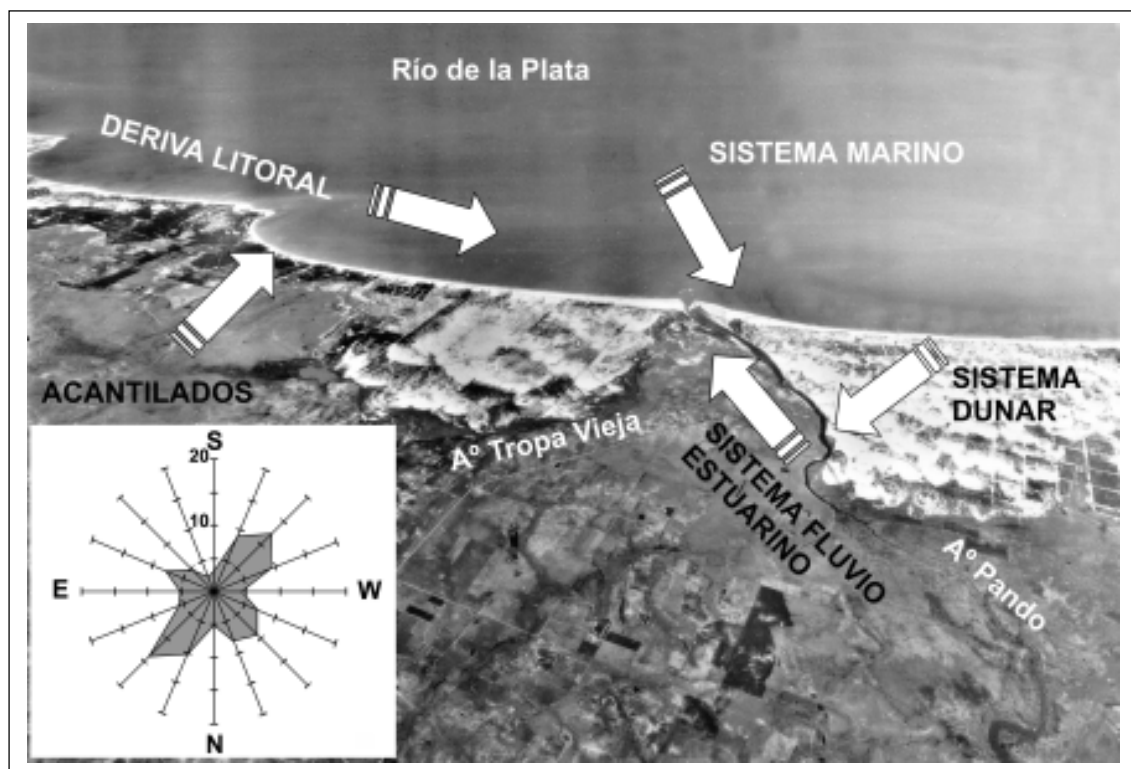
Está dominada por la componente W de la deriva y puede estimarse, de no mediar falta de sedimentos en tránsito, en un orden de magnitud de decenas de miles de metros cúbicos por año (MTOPI-UNESCO 1980; IMFIA 1998).

#### *Arena proveniente de la playa subacuática y la plataforma*

Si bien en este tramo del estuario los aportes de arena desde la plataforma son casi inexistentes por ser fangoso su lecho, existe en el tramo una importante reserva de arena sacada por el arroyo cuando las dunas de sus márgenes estaban activas. Cuando se equilibre el stock con los menguados aportes actuales, es previsible un retroceso aún más acelerado.

#### **Evolución de la desembocadura del Arroyo Pando**

El tramo final de la desembocadura del Arroyo Pando, en sus aproximadamente últimos 1000 m, giró en sentido antihorario más de 80 grados en dirección E, entre el



**Figura 2.** Diagrama de circulación de la arena. La Rosa de los Vientos fuertes indica aquellos con capacidad de movilizarla. Foto oblicua del vuelo Trimetrogón del 14 de marzo de 1943 (Aerofotografía: SGM).



año 1937 y el 2002. La causa de este giro y su dirección obedece a fenómenos complejos, algunos vinculados a procesos naturales que responden a inercias del pasado reciente, y otros a modificaciones antrópicas como las anteriormente referidas. Entre las primeras resalta el transporte eólico de arena. En efecto, Legrand (1959) en la década de 1930 pudo observar la existencia de dos sistemas dunares, uno de ellos bien evolucionado, ubicado al N de El Pinar, que acorde a nuestras observaciones forma parte de los grandes campos de dunas de toda la costa uruguaya. Su formación se habría producido durante el Holoceno, en un período árido y cálido ocurrido entre 3800 B.P. hasta 2000 B.P. (Bracco *et al.* 2004).

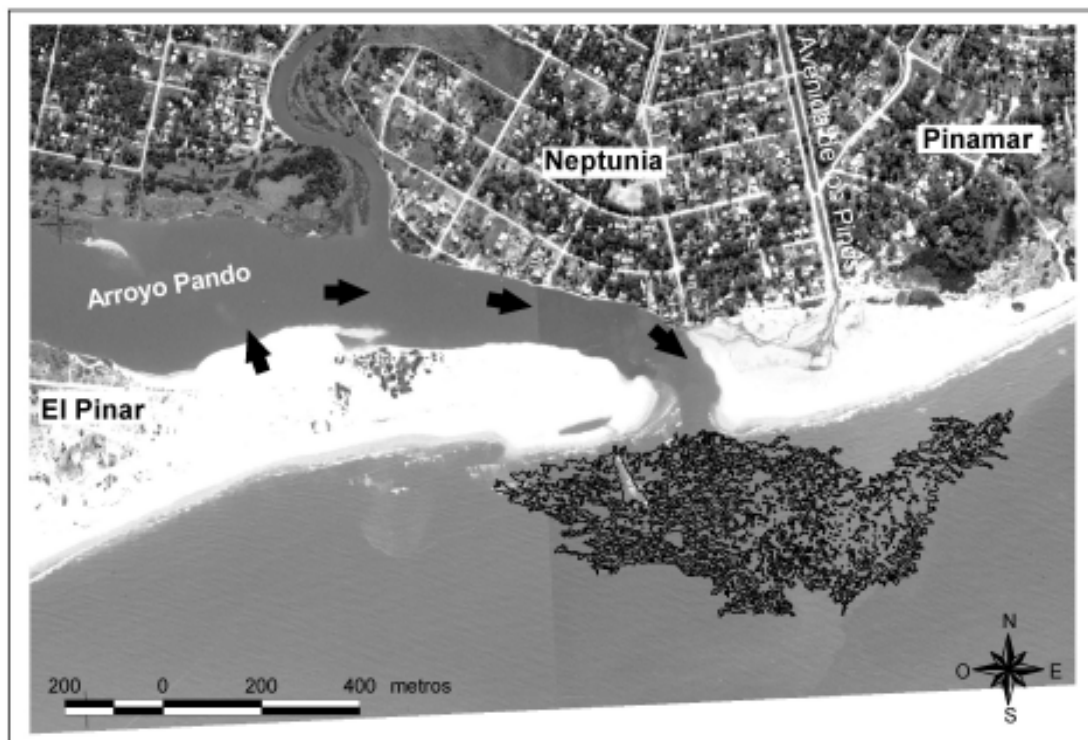
El otro sistema observado por Legrand era un nuevo campo dunar, conformado con arena proveniente de la playa actual y que ya en 1943 había cubierto un humedal existente en la margen E del arroyo (aun visible en la imagen de 1937). La presión ejercida sobre la margen W por estos volúmenes de arena que ingresaban al cauce puede haber disparado el proceso de migración del canal. Sin embargo, este cambio no hubiera sido tan notorio de no existir la desecación del humedal principal. Este último fue formado por la colmatación de una laguna litoral (que data presumiblemente de la regresión post Hipsitermal, ubicada según Martín & Suguio 1992 en 5200 B.P.) en la que desembocaba el curso fluvial.

La desecación del humedal en las décadas de 1910 a 1920 hizo perder regularidad al flujo del arroyo, comenzándose a formar en la desembocadura dos barras

arenosas con direcciones opuestas, respondiendo también a direcciones contrarias de la deriva, debido a que la altura del nivel del mar varía según la dirección del viento. En efecto, cuando la deriva litoral es hacia el E, respondiendo a vientos del S o SW, la barra que se proyecta a partir de la margen W avanza en dirección E, con un perfil transversal de mayor pendiente y conformando una playa más angosta. El *swell* luego reconstruye una segunda barra desde la margen E, en dirección W, por delante de la anterior, de menor altura y pendiente, obligando al arroyo a generar un meandro en la playa.

El aporte de arena eólica recirculada por el arroyo hacia el mar genera un bajo fondo frente al punto en que la desembocadura se ubica con mayor frecuencia, equivalente a un abanico aluvial subacuático (Fig. 3). Al refractar los trenes de olas se refuerza la deriva hacia el E en un corto tramo próximo a la desembocadura, lo que en conjunto con aportes eólicos provenientes de vientos del SW y la migración natural del meandro por erosión en su concavidad, provocan migraciones de la barra que han tenido hasta un kilómetro de extensión hacia el E.

Esta migración de la posición de la desembocadura ha disminuido la longitud de la playa sobre el Río de la Plata del Balneario Neptunia de ca. 1300 m en 1928, a ca. 300 m en mayo de 2002. En este sentido, se observa en varios registros fotográficos como la desembocadura del Pando traspasa el límite de Neptunia (Av. de los Pinos), dejándola "técnicamente" sin playa (ver Tabla 1).



**Figura 3.** Sobre la foto de mayo del 2002, en negro se observa la clasificación automática de los trenes de olas cuya difracción denota la presencia de un bajo fondo. Las flechas indican el sentido del transporte de la única fuente de arena eólica que funciona en la desembocadura (la barra) y que es sacada por el propio arroyo (Aerofotografía: Cor. Av. (R) Antonio Ruik-Pyke & Cia. S.A).

En las condiciones descritas, las olas de tormenta que superan la barra construyen hacia el interior del arroyo un perfil vertical con tendencia a trasladarse hacia el continente. Esta tendencia sólo la puede contrarrestar la existencia de robustos cordones dunares, que durante el período primavera-verano, aportaban arena desde la costa opuesta, por ser también inversa la dirección de los vientos dominantes durante estas estaciones.

#### Evolución de las playas

En la década de 1940 comenzó la forestación con eucaliptos y pinos en Neptunia y Pinamar, la que alcanzó hasta el propio cordón dunar. Los árboles de alto porte producen un reparo a barlovento, lo que redundó en que la arena de la playa deje de alcanzar la duna. Cuando la playa es suficientemente ancha se pueden formar nuevos cordones por delante, los que en la medida en que los árboles crecen se irán corriendo hacia el mar generando un nuevo espacio, que también ha sido forestado. Este proceso redundó en que se programara urbanizar lo que con anterioridad era playa. Al alcanzar las olas un cordón forestado, las raíces de los árboles mantienen la verticalidad del corte producido y con ello provocan un cambio en la dinámica, con un retroceso acelerado del cordón vinculado a la poca coherencia de las arenas de la duna. Esto facilita el traslado de la barra hacia el continente, afectando rápidamente la zona con urbanización proyectada y luego con la realizada.

A comienzos de 1990 se autorizó la extracción de arena de las dunas ubicadas en la zona de la barra, la cual se realizó en algunos sitios hasta el nivel de la freática. La disminución de la rugosidad del terreno, provocó una aceleración del transporte eólico hacia el interior del arroyo en un estrecho corredor. La arena así transportada indujo una protuberancia en la cara interior de la barra que empujó el canal del arroyo hacia la margen NE, como se desprende de la batimetría realizada. La proximidad del canal aumenta la energía de las olas en el interior del arroyo y el césped de los solares condiciona el mantenimiento de la verticalidad del perfil erosivo, con lo que las pequeñas olas generadas al interior del arroyo son suficientes para producir un retroceso de esa margen de hasta 50 cm en una sola tormenta.

En resumen, del análisis de estos datos se desprende que hubo un período de fuerte crecimiento de la erosión a partir de 1951, cuando se comienza a notar el efecto de la forestación y fijación de dunas (Fig. 4). Entre los años 1980 y 1982 hubo un intenso avance (recuperación) que si bien coincide con un evento de El Niño (Severov *et al.* 2004), no existen elementos suficientes que indiquen causalidad. A partir de 1982 comienzan las migraciones frecuentes de la desembocadura, que podrían relacionarse sobre todo con el déficit de arena que podría sufrir el arco de playa ubicado al E, por efecto de la construcción de espigones que se completaron a comienzos de esa década. Entre 1995 y 1997, se produjo un fuerte retroce-

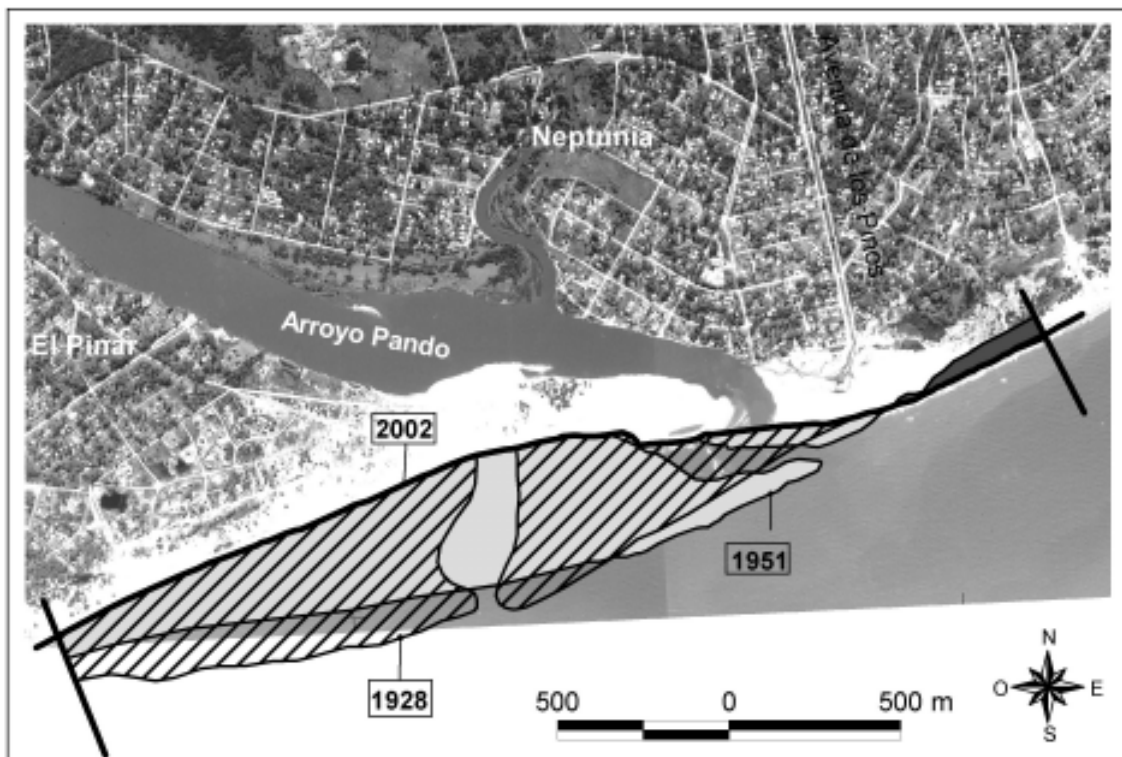


Figura 4. Sobre la foto de mayo del 2002, se observa la zona rayada que indica la pérdida de playa para el período 1928-2002. Por debajo, en gris claro sólido el lugar de ubicación de la línea de costa para octubre de 1951. Sobre la playa de Neptunia, en gris oscuro, se indica un retroceso por detrás de la línea actual. La línea negra gruesa señala la línea de marea alta de mayo de 2002 intersectada por los dos transectos perpendiculares utilizados para medir el retroceso (Aerofotografía: Cor. Av. (R) Antonio Ruik-Pyke & Cia. S.A).

so atribuible a la extracción de arena de la barra y procesos asociados (*blowout*). A partir de esa época, el retroceso de la línea de costa volvió a tener la misma intensidad (velocidad de pérdida de playa) que en el período 1967-1980, lo que torna relativamente predecible la evolución futura si no se toman medidas tendientes a evitarlo (Gutiérrez & Panario 2005). En efecto, sería dable esperar para los próximos 10 años un retroceso de la línea de costa de 80 m, de mantenerse las tendencias señaladas.

## CONCLUSIONES

Las modificaciones que se producen en ambientes de alta complejidad, como las desembocaduras de vías de drenaje en playas arenosas, responden a factores inerciales fruto de modificaciones de un pasado, más o menos remoto, y a intervenciones humanas de períodos históricos. Si bien aún resulta difícil cuantificar los efectos de cada factor aisladamente, un análisis como el propuesto en este estudio de caso, permite al menos determinar cuales procesos han condicionado la evolución del sistema. A su vez, si bien los efectos de una intervención pueden sentirse muchos años después de producida, en el caso de estudio, la mayoría de las intervenciones propagaron sus efectos con relativa rapidez, diferenciándose de los efectos inerciales.

## Prioridades y perspectivas de investigación

Los resultados de la presente investigación señalan la importancia de profundizar el estudio de estos sistemas particularmente dinámicos como lo son las playas aledañas a las desembocaduras de vías de drenaje. Queda de manifiesto la vinculación entre los aportes de las mismas, sea desde la alta cuenca (e.g. cañadas que desembocan en el Balneario Bella Vista, Maldonado) o por recirculación entre campos de dunas, los arroyos y el mar. En este sentido debieran realizarse aquellos estudios tendientes a determinar unidades funcionales de playas interconectadas por el tránsito de sedimentos, para luego realizar los balances sedimentarios correspondientes a cada unidad funcional. En tal sentido, se ha comenzado a estudiar con una aproximación similar a la del Pando, las desembocaduras de los arroyos Solís Chico, Sarandí y Solís Grande, así como la incidencia de embalses en los arroyos que desembocan en Bella Vista.

## Implicancias para la conservación y el manejo

Tanto el conocimiento de las tendencias de largo plazo, como de las respuestas a intervenciones más o menos recientes, resultan claves a los efectos de proponer medidas de mitigación o corrección de tendencias.

Ha quedado de manifiesto que alteraciones en cuencas que desembocan en ambientes de playas, pueden provocar cambios no deseados ni previstos en estas últimas. Futuras obras como drenaje de bañados, construcción de represas o forestación de dunas móviles, deberían ser prevenidos cuando dificulten la afluencia o el retorno de arena a las playas. En el caso del presente estudio, se pueden hacer una serie de recomendaciones

tendientes a desacelerar el retroceso de la playa, tales como: la reconstrucción de la duna primaria y el retiro de flora exótica de las dunas, la prevención de la construcción de nuevas obras de infraestructura en sitios que habrán de ser alcanzados por las olas, aún en un escenario que no tome en cuenta el aumento del nivel del mar.

## REFERENCIAS

- Alonso Villalobos C Gracia Prieto F J & L Ménanteau** 2003a Las salinas de la Bahía de Cádiz durante la Antigüedad: visión geoarqueológica de un problema histórico. *Revista de Prehistoria y Arqueología*, Universidad de Sevilla (12):317-332
- Alonso Villalobos C Gracia Prieto F J Ménanteau L Ojeda Calvo R Benavente González J & J A Martínez del Pozo** 2003b Paléogéographie de l'anse de Bolonia (Tarifa, Espagne) à l'époque romaine. Pp 405-415 *In: Fouache (ed) The Mediterranean World. Environment and History. Actes du Colloque "Environmental Dynamics and History in Mediterranean Areas"* (Université de Paris IV, 24-26 avril 2002). Elsevier SAS.
- Bracco R del Puerto L Inda H & C Castiñeira** 2005 Mid-late Holocene cultural and environmental dynamics in the Eastern Uruguay Quaternary *International* 132(1):37-45
- de Álava D & D Panario** 1996 La Costa Atlántica: ecosistemas perdidos y el nacimiento de un monte de pinos y acacias. Pp 44-51 *In: Almanaque Banco de Seguros del Estado*, Montevideo
- Dean R G** 1998 Estabilización de la margen norte del Arroyo Pando. Informe Final. Estudio de consultoría dirigido a Dirección Nacional de Hidrografía. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo. 14 pp y apéndices (Inédito)
- DNH Dirección Nacional de Hidrografía** 1970 Anteproyecto obras de regulación de la desembocadura del Arroyo Pando (según relevamiento del Agrimensor B. S. Castillo). Plano H7337. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo
- DNH Dirección Nacional de Hidrografía** 1984 Arroyo Pando proyecto para la protección de la margen izquierda de su desembocadura. Plano H9085 (Código 610.88). Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo
- DNH Dirección Nacional de Hidrografía** 1985 Apertura de nueva desembocadura y defensas de la costa del Balneario Neptunia. Escala 1:10.000. Plano H9173 (Código A610.50.88). Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo
- DNH Dirección Nacional de Hidrografía** 1986 Plano de mensura de un fraccionamiento de terreno para nueva desembocadura del Arroyo Pando. Plano H9270 (Código 610.08). Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo
- IMFIA** 1998 Estudio de las obras de navegación en el A° Cufre y sus impactos sobre la zona costera. Convenio Dirección Nacional de Hidrografía-Facultad de Ingeniería (IMFIA-Universidad de la República) Montevideo 59 pp
- Forbes E** 2003 Variabilidad del nivel medio del mar en Montevideo entre 1902 y 2000. AIACC Workshop on the Río de la Plata (Montevideo, setiembre de 2002).
- Gutiérrez O & D Panario** 2005 Dinámica geomorfológica de la desembocadura del Arroyo Pando, Uruguay. *Geografía histórica y SIG, análisis de tendencias naturales y efectos antrópicos sobre sistemas dinámicos. Xeográfica. Revista de Xeografía, Territorio e Medio Ambiente* 5:107-126
- Grupo de Trabajo Interministerial-Neptunia** 1997 Problemática de erosión e inundación en fraccionamientos en la margen izquierda del Arroyo Pando-Neptunia. Informe Final. Montevideo. 10 pp y figuras (Inédito)

- Legrand C D** 1959 Comunidades psamófilas de la región de Carrasco (Uruguay). Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo. (2da. Serie) 7(7):64 pp y láminas
- Martín L & K Suguio** 1992 Variation of coastal dynamic during the last 7000 years recorded in beach-ridge plains associated whit river mouths: example from central Brazilian coast. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 99:119-140
- McBride R Byrnes MR & MW Hiland** 1995 Geomorphic response-type model for barrier coastlines: a regional perspective. Marine Geology 126:143-159
- Medina L & J M Jackson** 1980 Estudio de la erosión en la costa del Balneario Neptunia y de la inestabilidad de la desembocadura del Arroyo Pando. Informe. Proyecto Conservación y Mejora de Playas. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Montevideo. 24 pp y anexos (Inédito)
- Ménanteau L Thomas Y-F & J-R Vanney** 2002 La télédétection spatiale du littoral Nord-Est d'Haïti: comparaison avec les cartographies ancienne et actuelle. Pp 289-307 *In* 124<sup>e</sup> Congrès des Sociétés Historiques et Scientifiques (Nantes, 19-26 avril 1999): La défense des côtes et cartographie historique.
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU 73.007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- Panario D & O Gutiérrez** 2003 Dinámica geomorfológica de la desembocadura del Arroyo Pando. Origen de los impactos en las playas de El Pinar y Neptunia, y propuesta de mitigación. Informe. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República). 68 pp (Inédito)
- Panario D & G Piñeiro** 1997 Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. Climate Research 9(1-2):67-72
- Saizar A** 2000 Erosión de la margen izquierda en la desembocadura del Arroyo Pando. Informe Técnico. Documento borrador para discusión. Proyecto EcoPlata, Montevideo. 12 pp (Inédito)
- Severov D N Mordecki E & V A Pshennikov** 2004 SST anomaly variability in Southwestern Atlantic and El Niño/Southern oscillation. Advances in Space Research 33:343-347
- Soil Conservation Service** 1972 Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soils samples. Washington, Soil Surv. Report, USDA.

## La Bahía de Montevideo: 150 años de modificación de un paisaje costero y subacuático

PIERRE GAUTREAU

gautreau@walla.com



### RESUMEN

La Bahía de Montevideo es el sector de la costa uruguaya que posee la historia reciente más compleja. El paisaje y su dinámica actual son el legado de al menos 150 años de transformación antrópica, la cual sigue hasta hoy poco conocida tanto en sus modalidades como en sus impactos, dificultando la comprensión de los mecanismos ambientales actuales y heredados, en particular los ligados a la sedimentación. El presente artículo esboza una síntesis de los documentos disponibles acerca de la dinámica actual de la bahía, y presenta un análisis, en base a documentos históricos, de las etapas principales de la transformación física del paisaje. Las modificaciones principales ocurrieron entre las décadas de 1870 y 1930, acarreamo profundos cambios en el paisaje y en su dinámica: éstos pueden evaluarse en base a fuentes cartográficas y escritas. Después de 1930, cesaron los grandes cambios físicos, dejando lugar a una degradación paisajística y ambiental de la zona bajo los efectos del estancamiento económico. Los documentos disponibles permiten evaluar tres fenómenos cuya importancia es fundamental para un futuro manejo integrado de la zona: la sedimentación subacuática y los factores que la causan, el impacto de temporales de la magnitud del de 1923 (mayor evento registrado en el siglo XX) y finalmente el tema de la contaminación.

**Palabras clave:** sedimentación, Puerto de Montevideo, historia, Río de la Plata, Uruguay

### ABSTRACT

The bay of Montevideo is the sector of the Uruguayan coast with the most complex recent history. The present landscape and its current dynamic are the product of at least 150 years of anthropic modifications. Still, very little is known about the types and impacts of these modifications, difficulting the understanding of some of the current environmental mechanisms, particularly those related to sedimentation. The present article outlines the available historic documents about the current bay dynamic and analyses the main periods of landscape transformation. Most modifications occurred between 1870 and 1930, resulting in changes that can be evaluated based on cartographic and literary documents. After 1930, the great transformations ceased, but the economic evolution of the country led to landscape and environmental degradation. The available documents allow an evaluation of three phenomena that are essential for a future integrated management of the area: subaquatic sedimentation and its causes, the impact of storms as the one in 1923 (the most powerful event of its nature registered in the XXth century) and finally the issue of contamination

**Key words:** sedimentation, Port of Montevideo, history, Río de la Plata, Uruguay

### INTEGRANDO URBANISMO, AMBIENTE Y PATRIMONIO CULTURAL EN LA COSTA

El manejo integrado de las áreas y recursos costeros es un ejercicio complejo. A la antigua problemática urbanística de cómo desarrollar la eficiencia del sistema urbano costero para mejorar la calidad de vida de los habitantes, se suman ahora dos más. La primera es de reciente desarrollo en Uruguay (dos últimas décadas) y es posible definirla a grandes rasgos como problemática ambiental (Foulquier & Marcadon 2000): ¿cómo podemos hacer cohabitar hoy en el reducido espacio de una bahía con funciones hoy pensadas como antagónicas (Ligrone 1995), la actividad industrial, una actividad portuaria en expansión desde principios de los años 1990 (ANP 1992) y la función residencial? ¿Cómo mantener vivos ecosistemas integrados a la vida urbana, como son los bañados intersticiales de los arroyos Pantanoso y Miguelete? La segunda problemática es aun más joven y

surge en los últimos años con el desarrollo de la temática patrimonial: ¿cómo conservar restos edificados emblemáticos de los años en que la bahía era símbolo de un Uruguay industrial (saladeros y frigoríficos), ¿cómo valorar un espacio céntrico de la ciudad, pero fuertemente degradado? (Facultad de Arquitectura 1996).

Para llevar a cabo esta difícil conjunción de temas e intereses, la cual evoluciona con el tiempo, los conflictos entre actores locales y municipales, los cambios sociales y de mentalidades, es necesario tener a disposición datos históricos, que sirvan de base a los debates con el fin de determinar pautas de acción.

Este artículo es una síntesis de la Tesis de Licenciatura en Geografía defendida por el autor (Gautreau 2000) en Paris I-Sorbonne en junio de 1999: "L'évolution du paysage en baie de Montevideo, 1851-2000" (todas las figuras cuyo autor no se cita fueron extraídas de esta tesis).

## UN SISTEMA DE BAHÍA ESTUÁRICA: LA BAHÍA DE MONTEVIDEO

### Caracterización fisiográfica

El paisaje de la Bahía de Montevideo puede ser dividido en cuatro unidades terrestres y dos unidades subacuáticas (Fig. 1).

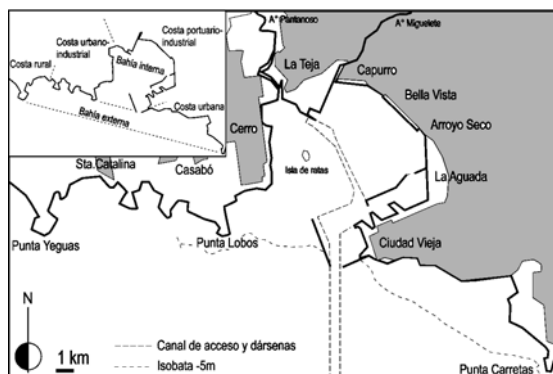


Figura 1. Unidades de paisaje y barrios de la Bahía de Montevideo.

El sustrato del Dpto. de Montevideo se caracteriza por una sedimentación cenozoica en discordancia sobre rocas precámbricas y rocas sedimentarias cretácicas. La bahía en su sentido más amplio (de Punta Yeguas a Punta Carretas) pertenece al escudo cristalino uruguayo-surriograndense. Un juego complejo de fracturas ha conducido a la formación de un relieve compartimentado a escala del Dpto. de Montevideo y de sus departamentos vecinos, creándose bloques levantados (horst) y hundidos (graben). Montevideo está situada en el extremo SW de un horst llamado por Prost (1982) "macizo litoral", de 80 km de largo y de 20 km de ancho, de dirección WSW-ENE, que está limitado al N por el graben del Santa Lucía y al S por el Río de la Plata.

La larga evolución de este "macizo litoral", así como la debilidad actual de la dinámica de vertientes (alteración y meteorización son poco acentuadas sobre un sustrato cristalino y metamórfico principalmente durante veranos con pocas precipitaciones), son dos causas principales de la débil acentuación de las formas del relieve. La presencia original del Cerro de Montevideo y del Cerrito de la Victoria al NE (134.8 m y 71.3 m de altura, respectivamente) se explican por un comportamiento diferencial de las rocas bajo los efectos de la erosión, debido a su composición (anfíbolitas para el Cerro).

El origen exacto de la bahía no ha sido aún estudiado, según la bibliografía disponible. Debe tomarse en cuenta la compartimentación de la zona por fallas de 2 a 10 km de longitud. Los arroyos Pantanoso y Miguelete, por su ubicación, parecen estar asentados en líneas de fallas, mientras que el trazado de la parte W de la bahía corresponde a la presencia de una falla. La hipótesis más probable es que la bahía sea un pequeño bloque hundido (graben) invadido por las aguas durante la última trasgresión entre -6000 y -4000 AP (Goso & Anton 1974 *vide* Prost 1982).

Río adentro, frente a la bahía, se distingue una franja de 15 km de ancho, de pendiente muy poco acentuada hacia el E (el canal de acceso portuario tiene una pendiente de 0.07%), limitada al S por el "Canal Oriental". Éste, con una profundidad de 11 m frente a Montevideo, es parte del sistema de canales que drenan las aguas de descarga de los ríos Uruguay y Paraná, y captura los sedimentos transportados. La isóbata de 5 m está situada a 1 km de la costa y marca el límite con la bahía interna, cuya entrada posee una pendiente más fuerte (ca. 0.13%). Al N de una línea de entrada al puerto/Punta del Rodeo, el fondo no supera los 2 m, siendo su superficie regularizada por los depósitos de limos arcillosos. El dragado del puerto (10 m en las dársenas) y del canal de acceso a la refinería de ANCAP (9 m) modifica estos fondos en la mitad E de la bahía.

### Dinámicas hidrológicas

La Bahía de Montevideo está inserta en el sistema del Río de la Plata, el cual es responsable de sus principales características dinámicas, pudiendo ser caracterizada como un "sub-estuario" (Martínez *et al.* 1975). Las variaciones mareales (Tabla 1) son de escasa amplitud (43 cm), debiéndose las principales variaciones a fenómenos de sobrecota (o marea eólica) cuando soplan vientos del cuadrante S. Se consideran normales variaciones de más de 1.20 m en relación al nivel medio del río. La cota de más de 1.3 m se alcanza según una frecuencia anual.

Tabla 1. Medidas mareales en el Puerto de Montevideo (Según Jackson 1978, modificado acorde a trabajos del SOHMA 1978).

Alza máxima registrada	4.70 m
Alza ordinaria (modal)	1.21 m
Altura media	0.93 m
Baja ordinaria (modal)	0.69 m
Baja máxima registrada	-0.004 m

Aunque cuenta con referencias a este respecto, es probable que se deba relacionar los mecanismos de sedimentación en la bahía a la proximidad del frente de turbidez de estuario, el cual fluctúa aproximadamente 14 km en un sentido E-W, en torno a su entrada (56°W). Esta posición del frente se debe al frenado de las aguas dulces y limosas del Río de la Plata por la onda mareal (Nagy *et al.* 1987; Jesús 1989). Nagy *et al.* (1987) sitúan el límite móvil de la entrada salina de origen marino entre Punta del Tigre y Punta Carretas en período de escasa descarga y entre Punta Espinillo y Punta Lobos en período de caudales medios. La isohalina de 3 está situada en las cercanías de la entrada salina (Nagy *et al.* 1997), y es en torno a este valor que se produce la floculación de las arcillas, la cual es responsable de la formación del frente de turbidez. La presencia de este último frente a la bahía y sus variaciones estacionales debe ser un factor fundamental para explicar la dinámica de la sedimentación interna, una cuestión aún no estudiada en su complejidad.

Esta dinámica explicaría con mayor precisión la repartición de los sedimentos en el fondo. La bahía (10 km<sup>2</sup> de superficie y 5 m de profundidad media) es un área de depósito fluvio-marina, cuyas modalidades de sedimentación están regidas por mecanismos de confrontación de masas de agua (entrada de partículas finas en suspensión). Las corrientes internas causan removilizaciones complejas y aún no dilucidadas que modifican las condiciones de depósito (Fig. 2). Solo se conocen las tasas de depósito para las zonas de maniobra portuaria; el resto de la bahía parece ser de poco interés para los actores locales. Esto es considerado problemático, ya que la dinámica de la mitad W (no portuaria) puede tener un fuerte impacto sobre la mitad E. La tasa anual de depósito es de 1.16 m en el antepuerto, 1.21 m en la dársena 1 y de 1.10 m en la dársena 2 (ANP 2000). Sin el dragado, una tasa semejante conduciría a una rápida colmatación.

Fuera de la zona portuaria, en que la profundidad no excede los 2 m y en la cual no se draga, deben por ende existir mecanismos hidrológicos que impiden esta colmatación. En ausencia de estudios sobre el origen de los sedimentos, sólo se puede estimar el orden de importancia de las principales fuentes que los aportan: Río de la Plata, aportes urbanos y carga de los arroyos principales. La distribución de los sedimentos se observa en la figura 2. Desde el N hacia el S de la bahía se pasa de una clasificación de los sedimentos "muy buena" (Ayup Zouain 1981) a "regular o mala". Se distinguen tres zonas sedimentarias: la costa S y E del Cerro hasta Capurro, con depósitos arenosos; la parte central de la bahía, donde dominan los limos bien clasificados (turbulencia reducida); la parte E de la bahía y su entrada SW, donde dominan los limos arcillosos mal clasificados debido a fuertes turbulencias de corrientes y vientos.

## LA ARTIFICIALIZACIÓN DEL MEDIO ENTRE 1851 Y 2003: MECANISMOS E IMPACTOS SOBRE LA DINÁMICA NATURAL

Lo esencial de las modificaciones del paisaje de la bahía ocurre entre el final de la Guerra Grande y los años 1930, pudiéndose dividir este período en dos momentos:

1) 1851-1875. Período de escasas modificaciones en el paisaje, pero que abre el período siguiente al acelerarse el ritmo de crecimiento urbano, dando paso al "Montevideo de la expansión" (Álvarez *et al.* 1986); y

2) 1876-1930. Durante este período se producen las modificaciones más importantes en el ambiente. La ribera se cubre de muelles privados, la ciudad se equipa con un puerto de última generación (Fernández Saldaña & García de Zúñiga 1939) y con una refinería. Empieza además en este momento una evolución propiamente urbana, donde los barrios terminan de circundar la bahía. En 1913 se decreta oficialmente la unión de las Villas del Cerro y de La Teja a la capital. Tres fases pueden destacarse en este período:

a) Período militarista (1876-1890). Es el momento en que se esboza una transición paisajística, ligada a una serie de acciones que reforman las estructuras de producción del país, marcada por una centralización capitalina creciente y, en torno a la bahía, por el apogeo del saladero como actividad industrial. Estos años son los de los primeros rellenos para ampliar, los cuales permiten ganarle 60 ha a la bahía;

b) Período batllista: los años de construcción del puerto (ca. 1900-1915). La victoria del Estado colorado contra la revolución de Aparicio Saravia (1904) termina de poner a disposición del Puerto de Montevideo los recursos de todo el país, en un contexto de expansión económica. La construcción de un puerto moderno entre 1901

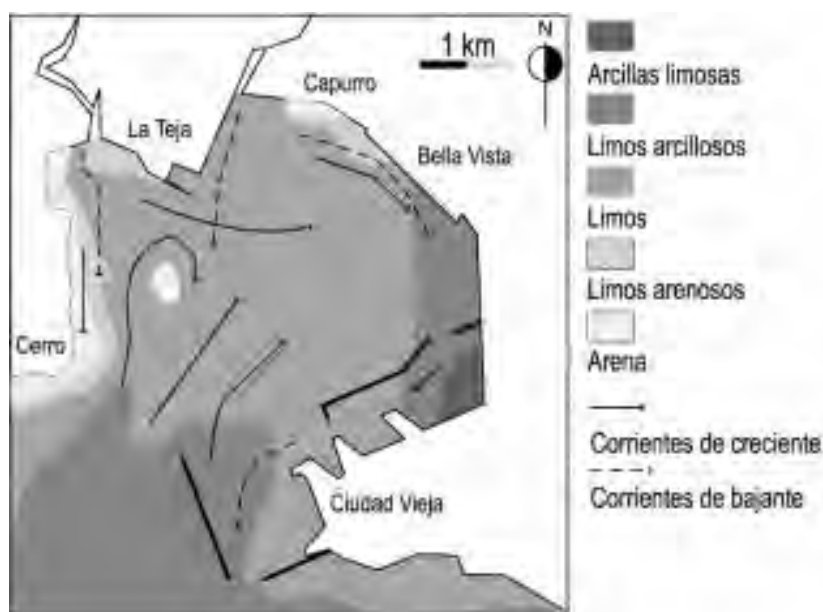


Figura 2. Corrientes y repartición de sedimentos en la Bahía de Montevideo (Acosta *et al.* 1981; Ayup Zouain 1981).

y 1909 simboliza a la vez la voluntad del Estado de imprimir su sello sobre la ciudad mediante una realización prestigiosa y la riqueza del país en ese entonces. La Primera Guerra Mundial provoca un alza de la demanda en carnes y cueros, y con ella la dinamización de las industrias asentadas en la bahía, cuyos edificios comienzan a ser el rasgo dominante del paisaje (Altezor & Baracchini 1971); y

c) 1917-1930: apogeo y cese de las grandes transformaciones. El intervencionismo del Estado en la industria cobra cada vez más importancia; el frigorífico sustituye al saladero, dándole al paisaje un cariz netamente industrial. Las otras actividades (e.g. textil, curtiembres) se instalan sobre la costa de la bahía (López Campaña 1925). Al no existir reglamentación precisa para la localización de industrias no consideradas como peligrosas, éstas se implementan de forma esparcida, sin que se formen zonas estrictamente industriales; de ahí esta imbricación entre espacios fabriles y residenciales que hoy día caracteriza a la bahía. A partir de la década de 1920, la extensión de la ciudad empieza a orientarse hacia el E. La urbanización de la bahía se ve frenada, y más que a una progresión lineal de los barrios, se asiste a una densificación de éstos: las últimas porciones de espacios naturales relativamente preservados (Arroyo Seco, desembocadura del Miguelete) desaparecen, exceptuando el lecho del Pantanoso (Bocchiardo 1960).

A partir de los años 1930 las obras mayores cesan y con ellas las transformaciones del paisaje costero. Aunque la crisis económica y su corolario -la degradación del paisaje- no golpean al país antes del año 1955, se puede afirmar que todo lo ocurrido después de 1930 a nivel de paisaje consiste en retoques sobre lo ya transformado en el período anterior. La creación de los accesos viales bajo el último período militar (1973-1985) es la única excepción a esta afirmación.

#### **RELICTOS DE UNIDADES AMBIENTALES Y UNIDADES CREADAS: LO QUE QUEDA DE LO "NATURAL"**

En este paisaje casi totalmente urbanizado, los dos mayores cursos de agua afluentes, los cuales corren sobre aluviones holocenos, aparecen como dos áreas naturales relictuales: el Pantanoso (15 km de longitud para una cuenca de 66.4 km<sup>2</sup>), y el Miguelete (17 km de longitud para una cuenca de 113 km<sup>2</sup>). Sólo el Pantanoso sigue afectado por las mareas, ya que su boca está abierta al S y permite el ingreso río arriba de corrientes causadas por el viento. Chebataroff (1972; 1973) lo describe como un *tidal creek* o canal de marea. El curso del Miguelete ha sido cortado por una presa a escasos centenares de metros de su desembocadura, y perdió en lo esencial sus rasgos pre-europeos, ya que su lecho fue enteramente canalizado.

La parte inferior del lecho mayor del Pantanoso constituye una llanura inundada por las aguas salobres del Río de la Plata, fundamentalmente durante eventos de fuertes mareas provocadas por vientos del S. Esta zona

forma un paisaje de bañados instalados sobre terrazas que bordean el lecho menor, y sobre la antigua barra arenosa de su boca. Este bañado costero se caracteriza por una horizontalidad y escasa altura, y se extiende desde los 3 m hasta 5 km aguas arriba de su desembocadura.

Esta unidad está degradada en sus márgenes por instalaciones humanas: construcciones ilegales en el lecho mayor, pastoreo por los caballos de los recolectores de basura y construcciones diversas (un campo deportivo en particular). La cobertura de juncos, gramíneas y espartinas, típica de un "schorre" costero es paulatinamente sustituido por césped ralo. El área presenta contaminación química por curtiembres, tintorerías y fábricas químicas que vierten sus efluentes no depurados en sus aguas y por el efecto de las corrientes de creciente que traen al arroyo los productos de la actividad portuaria y de la refinería de ANCAP.

#### **LA BAHÍA DE MONTEVIDEO HACIA 1850: TENTATIVA DE RECONSTITUCIÓN DE SU PAISAJE**

El paisaje que descubren los primeros europeos es el de la pradera que acaba sobre los bordes del Río de la Plata. En 1531, el viajero portugués Pedro López De Souza (citado por de Pena 1892) evoca al mirar desde la cima del Cerro que domina la bahía: "se veían, hasta alcanzaba la vista, campos llanos como la palma de la mano y numerosos cursos de agua acompañados de árboles". Las colinas alrededor estaban probablemente cubiertas en algunos lugares por parches de arbustos (IMM 2000). Estos habrían mermado rápidamente, a la par de los montes riparios cercanos, ya que en 1708, el navegante Francisco Coreal (de Pena 1892), cuyo barco acababa de fondear al pie del Cerro, tuvo que ir a buscar madera para leña hasta el Río Santa Lucía, a 15 km de distancia.

Se puede entonces afirmar que la acción de la colonización europea sobre el paisaje es anterior a la colonización urbana, y que la vegetación indígena de los contornos de la bahía han adquirido rápidamente caracteres secundarios. El croquis presentado (Fig. 3) es una síntesis elaborada en base a varios mapas históricos, que permite reconstituir los grandes rasgos del paisaje en 1850, una época en que, a pesar de una ya importante modificación de la península por la ciudad, la artificialización del medio era aún incipiente.

#### **RELLENOS, RAMBLAS Y CANALIZACIONES: LA MODIFICACIÓN DE LA COSTA POR LAS ACTIVIDADES PORTUARIAS Y URBANAS** **El Puerto moderno**

En el transcurso del siglo XIX, las cualidades del Puerto de Montevideo (una rada natural y muelles de madera) menguaron frente a las exigencias del transporte marítimo: fondos insuficientes para barcos cada vez más grandes, escasa protección contra los vientos del sector S y SW, demoras por la ausencia de muelle para



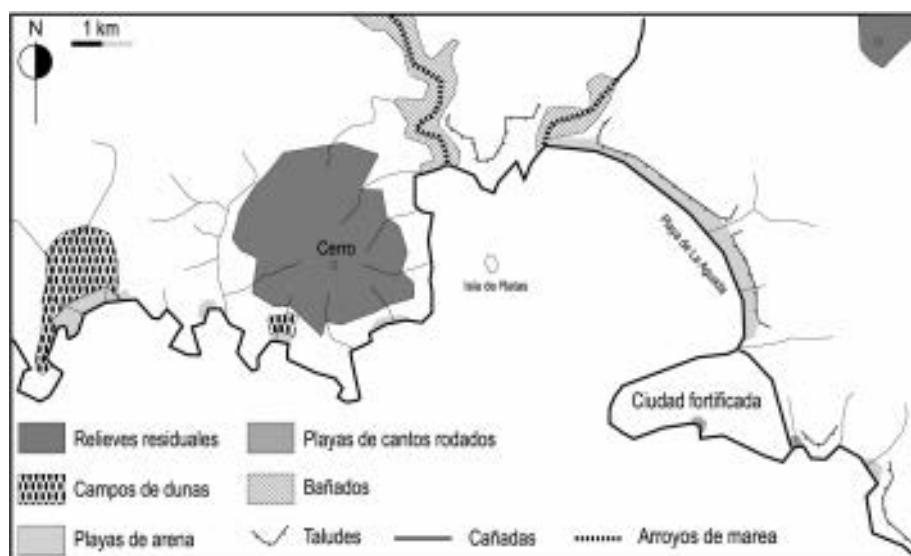


Figura 3. Principales rasgos físicos del paisaje costero hacia 1850.

atraco directo de los barcos y la consiguiente necesidad de trasbordo de las mercancías por lanchas. Todo esto llevó al gobierno a buscar una solución mediante la construcción de un puerto acorde a normas modernas.

Entre el primer llamado a licitación en 1889 y el comienzo de los trabajos transcurrieron 12 años. Tras el rechazo de 22 proyectos, es por fin el anteproyecto de los ingenieros Guérard y Kummer el que recibió aprobación, siendo el primero encargado de la realización de los planos definitivos, adoptados por Decreto en diciembre de 1896 (Tabla 2). En 1901, la empresa parisina Allard, Coiseau, Couvreur, Dollfus, Duparchy, Sillard et Wiriot gana la licitación de las obras. Las escolleras se erigieron

sobre un zócalo artificial cubierto por rocas macizas, a su vez recubiertas por bloques de cemento de 30 toneladas cada uno. Los muelles tienen por armazón interna 176 columnas de mampostería. La forma general del puerto ha sido pensada para reducir al máximo los costos de dragado: se aprovecha el sentido horario de las corrientes al abrir un paso en la parte N de las dársenas; al pasar el agua por esta entrada, lleva parte de los sedimentos hacia la boca, limitando su deposición. El dragado del canal de acceso, profundizado con los años, constituye la modificación más profunda del paisaje subacuático, que con 4 km y ancho de 200 m forma una trinchera de 10 m de profundidad.

Tabla 2. Algunas fechas de obras portuarias con efectos en la modificación del paisaje de la bahía (Fuentes: Consejo General de Obras Públicas 1892; Facultad de Ingeniería 1916; 1923; 1930; 1939; 1942a; 1942b; Aguiar 1954; Castellanos 1971).

Año	Obra
1796	Construcción del primer muelle.
1821	Desarrollo de los muelles de madera.
1833	Informe Pellegrini sobre posibilidad de construcción de un puerto.
1841	Muelle Gowland (hierro).
1896	Aprobación de las leyes autorizando las obras del puerto moderno.
1901-1909	Construcción del puerto moderno.
1907-1915	Construcción de varios depósitos en La Aguada y en el recinto portuario.
1923	Un temporal causa daños a los muelles del fondo de la bahía y a los diques secos " Nacional " (Punta Lobos) y " Mauá " (Rambla Sur).
1925-1931	Construcción del muelle y de la dársena fluvial.
1930-1936	Construcción de la refinería de La Teja.
1977	Ensanchamiento de los muelles del puerto de pesca costera (NE del puerto).
1985	Creación de una explanada de contenedores.
1992	Aprobación de la Ley de Reforma portuaria.
1993	Aplicación de la Ley de Reforma portuaria.
1995	Relleno de parte del antepuerto (base de la escollera Sarandí).

### Rellenos y “ramblas”

La manifestación más importante de la antropización del medio en el período 1875-1930 es la multiplicación de los terrenos ganados al agua (Fig. 4). En algunos lugares, anteriormente a 1900, la línea costera avanzó lentamente mediante acciones privadas. Es el caso de la ribera N, donde se rellenó el terreno bajo los muelles de madera construidos anteriormente. En otros lugares, fue la acción planificada la que dominó, como en La Aguada. Allí, entre 1866 y 1869, se inauguró un procedimiento que será luego regla de construcción: se erigió un muro de contención, el “dique de ribera” y seguidamente se rellena el espacio así limitado. Aunque se instaló allí la Estación Central del ferrocarril, pasaron 40 años antes de que fuera enteramente urbanizada u ocupada por los depósitos portuarios.

Exceptuando algunas acciones puntuales sobre la ribera S de la península o sobre la costa del Cerro, hay que esperar la construcción del puerto entre 1901 y 1909 para que se desarrolle la segunda operación de envergadura de relleno (Tabla 3). Los muelles progresaron sobre el río 500 m respecto a su posición anterior. En los años siguientes (1923 y 1932) se iniciaron las construcciones respectivas de la refinería de la Rambla Sur y de La Teja. Estas realizaciones tienen por consecuencia la regularización de la ribera.

### La canalización de los cursos de agua

Fácilmente navegable hasta 1890, recorrido hasta 2 km aguas arriba por pequeñas embarcaciones que abastecían a los saladeros y curtiembres, el Pantanoso empezó a colmatarse durante la creación del puerto moderno.



Figura 4. Mapa sintético de las modificaciones del paisaje costero y subacuático desde 1850.

Tabla 3. Fecha de los rellenos efectuados en la bahía desde 1860 (Fuentes: Pellegrini 1833; Otero & Pérez 1897; Lerena 1918; Carmona *et al.* 1988; 1995; 1997; Foulquier & Ménanteau 1999).

Año	Relleno
ca. 1860	Saladero Stanley Black & Co. en la costa del Cerro.
1866-1869	Playa de La Aguada.
1901-1909	Costa SE y NE de la bahía interna para realización del puerto moderno.
ca. 1900-1915	Rambla entre Playa Ramírez y Punta Carretas.
1921-1931	Construcción del muelle fluvial en la parte SW del puerto.
1923-1939	Rambla Sur.
1932-1937	Terraplén de la refinería ANCAP.
1990-1991	Prolongación de la calle Egipto sobre la costa del Cerro, mediante relleno de un sector de bañados del Pantanoso.
1985	Creación de una explanada de contenedores en la entrada del puerto.
Años 1990	Creación de rellenos en las dos entradas del puerto (S y NE).
1999-2003	Rellenos en progresión sobre los bañados de la desembocadura del Pantanoso (rotonda de acceso al Cerro).

Los contemporáneos atribuyeron este fenómeno a la deposición de productos de dragado frente a La Teja por la empresa constructora del Puerto. Una reclamación de propietarios ribereños en 1905 llevó a la excavación de un canal paralelo al curso original, pero más recto; 120000 m<sup>3</sup> de sedimentos fueron extraídos en esta ocasión. Canalizado en 1946, el Miguelete fue artificializado por impermeabilización de su lecho y erección de una presa que impide la entrada de las corrientes de creciente de la bahía. En cuanto al Arroyo Seco, está enterrado.

#### ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA ARTIFICIALIZACIÓN SOBRE LAS DINÁMICAS NATURALES

La extensión de las actividades portuarias después de la construcción del puerto moderno generalizó el impacto antrópico a toda la bahía. Concentradas en el sector N de la península hasta los años 1880, las modificaciones al medio afectaron desde entonces a toda la costa.

##### La modificación de las corrientes

Los planos portuarios elaborados por el ingeniero francés Guérard son, de todas las propuestas presentadas durante la licitación de la construcción del puerto, los que menos modifican el esquema general de las corrientes. Su impacto no ha sido -a pesar de esto- menor: las dos escolleras hacen frente a las corrientes paralelas a la costa que penetran menos en la bahía interna. La multiplicación de los muelles y más tarde la construcción del terraplén de ANCAP enlentecen las corrientes y favorecen la depositación de sedimentos.

##### La reducción del volumen oscilante de la bahía

Al terminar el período de transición paisajística se ganaron por relleno en la bahía más de 150 ha al río. De éstas, 135 ha corresponden zonas acuáticas perdidas para la parte interna, o sea un 10% del área de principios del siglo XIX (Tabla 4). Suponiendo que la profundidad media de las zonas rellenadas haya sido de 1 m, serían unos 1350000 m<sup>3</sup> los que habrían sido sustraídos al volumen oscilante (masa de agua de un estuario que se desplaza alternativamente aguas arriba y aguas abajo bajo la influencia de la marea). Una reducción de este volumen tiene generalmente por efecto una pérdida de energía de las corrientes de bajante durante los eventos eólicos, y lleva a un aumento de las tasas de sedimentación.

##### Modificación de la sedimentación

Los efectos conjugados de la modificación del volumen oscilante sobre la sedimentación son ambivalentes. La disposición de las escolleras frena la entrada de corrientes de creciente desde el WSW y limita por ende la penetración de su carga sedimentaria. La disposición del puerto crea, cuando salen por su boca las corrientes de bajante, un efecto Venturi que lleva fuera del ante puerto una parte desconocida de los sedimentos. Aunque carezcamos de información al respecto, es probable que la

**Tabla 4.** Estimación de las superficies ganadas al río entre 1866 y 1937 (no se han incluido en este cuadro los rellenos de la playa de la Aguada para ese período por considerarse que su aporte no tuvo impacto significativo en el volumen oscilante).

Rellenos	Ha	Total Bahía interior	Total
Puerto hasta Arroyo Seco	60	135 ha	153 ha
ANCAP	22		
Costa E del Cerro	3 (estimación)		
Costa Arroyo Seco-Miguelete	10 (estimación)		
Rambla Sur	18		

sedimentación haya aumentado en sus tasas de deposición en el N de la bahía.

#### TRES CUESTIONES A RESOLVER PARA UN MANEJO AMBIENTAL DE LA COSTA Y LOS FONDOS DE LA BAHÍA DE MONTEVIDEO

##### ¿Cuáles son los principales factores de sedimentación?

La sedimentación modifica permanentemente el fondo de la bahía y los ecosistemas que ella alberga. Conocer su dinámica es fundamental para establecer eventuales planes de gestión, pero los conocimientos globales sobre ella son escasos. La escasez de profundidad de la bahía, así como la debilidad de las corrientes normales (no asociadas a vientos) supondría una colmatación rápida en ausencia de fenómenos de acarreo sedimentario fuera de ella, como las corrientes de bajante post marea eólica. Estos fenómenos son los responsables de un drenado natural de la bahía. ¿Qué se puede concluir de los testimonios históricos acerca de este fenómeno?

##### Testimonios históricos contradictorios

La comparación de mapas antiguos (Fig. 5) es delicada debido a fuertes variaciones en las medidas y técnicas (así como niveles de referencia para los mapas anteriores a 1883) entre autores. Solo a partir de 1883 se dispone de un nivel de referencia, el "0 Wharton", situado 98 cm debajo del 0 de los mapas topográficos. La mayoría de los observadores del siglo XIX insistieron en la reducción de la profundidad. Reyes (1859) escribió: "...a la disminución de la profundidad cada día más importante se suma la lama suelta, especie de limo que la invade continuamente [...]. La disminución del fondo del puerto es rápida y bien palpable". Una comparación "minuciosa" de los mapas españoles de fines del siglo XVIII y del mapa del Almirante inglés H Dillon (1849) le permite notar una disminución del fondo de "1.4m para el conjunto del litoral [de la bahía]". La tesis de la reducción de la profundidad está defendida por el Conde de Saint-Foix (1892) y por el ingeniero Michaelsson (1898) de la comisión de estudios del puerto moderno.

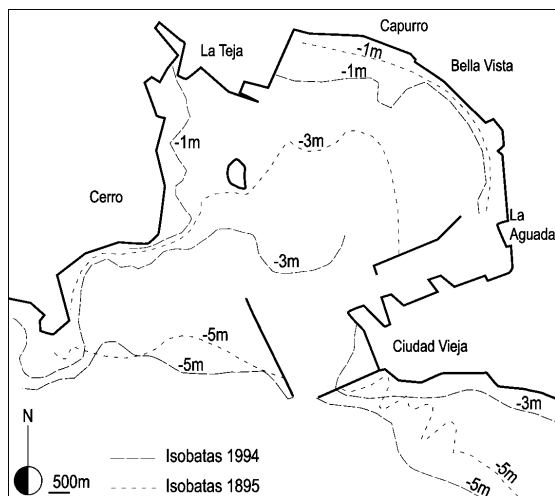


Figura 5. Variación de isóbatas entre 1895 y 1994 (Ros 1898; SOHMA 1994; Gautreau 2000).

Estos testimonios están no obstante contradichos por un contemporáneo, el ingeniero hidráulico Pellegrini, el cual en 1833 desmintió la idea que el puerto se esté colmatando. Comparando un mapa de 1789 con sus conocimientos aseguró: “no encontré diferencia alguna entre las medidas de una y otra época. Puedo al menos contestar que no ha habido variación de un palmo entre ellas desde 43 años en esta parte del fondeadero” (Pellegrini 1833). La lectura de mapas de ingenieros alemanes realizados para la empresa Luther en 1895 lleva a la misma conclusión. Estos establecen una comparación entre mapas españoles, el mapa de Dillon de 1849 y el de Wharton (1883), todas referidas al nivel del último. Estos documentos arrojan para la entrada del puerto actual una profundización de los fondos.

#### ¿Una sedimentación cuyas causas son esencialmente antrópicas?

Estas divergencias tienen por causa fluctuaciones en la dinámica natural. Los documentos demuestran que a escala de los dos últimos siglos, las modalidades de la morfogénesis litoral han evolucionado. Hacia 1833, el Ingeniero Pellegrini preconiza la plantación, en el fondo de la bahía, de pinos para frenar el avance de las dunas sobre las casas situadas detrás de la playa de Capurro. Esta progresión dunar supone que existían aportes de arena, los cuales se traducían por una acreción de la porción superior de la playa. Cabría comparar este testimonio con las conclusiones de Gutiérrez & Panario (1996), según los cuales la segunda mitad del siglo XIX habría sido marcada por el avance de los campos de dunas hacia el interior de las tierras, bajo la acción conjugada de los daños aportados a la vegetación psamófila por el ganado y los efectos de un período climático frío y seco. Este habría sido acompañado de “fuertes vientos de sector sur, sureste y suroeste que habrían empujado las arenas hacia el norte”.

Al comparar un mapa de fines del siglo XIX (empresa Luther 1895) y otro del SOHMA del año 1994, aparece claramente un fenómeno de disminución de la profundidad. El mapeo conjunto de las isóbatas de ambos planos (Fig. 5), referidos al mismo punto de referencia, arroja un corrimiento río adentro de aquellas, lo cual demuestra un aumento de la profundidad. La porción central de la isóbata de 3 m situada en el medio de la bahía progresó en particular 1 km en dirección al S. Se pueden formular dos hipótesis complementarias para explicar este cambio. Primero, el aumento de los caudales de los ríos Paraná y Uruguay en el transcurso del siglo XX habría aumentado la carga sedimentaria de las aguas y corrido hacia la bahía la zona de ubicación media del frente de turbidez, acarreamo un aporte mayor en limos e arcillas. El caudal medio del Río Uruguay pasó así de  $4000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  en 1920 a valores próximos a  $5500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  a principios de la década del 90 (Nagy *et al.* 1997). Una segunda hipótesis supone que la multiplicación de equipamientos costeros y de rellenos habría creado trampas de sedimentación.

#### ¿QUÉ MODIFICACIONES DEL PAISAJE PUEDE ACARREAR EL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL ESTUARIO?

Entre 1901 y 1971, el nivel medio del Río de la Plata frente a Montevideo subió unos 2.5 cm (Nagy *et al.* 1997). Las estimaciones para los 50 años venideros corresponden a un aumento de 30 cm del nivel medio (Panario & Gutiérrez 1996). Este fenómeno puede probablemente estar ligado además a la subsidencia del zócalo que afecta al estuario (Anton & Goso 1974 *vide* Prost 1982), bajo los efectos de la neotectónica cuaternaria.

El aumento del nivel medio de las aguas del Río de la Plata puede modificar el paisaje según dos modalidades: al aumentar la erosión de las playas de la ribera N del estuario, y al acrecentar la frecuencia de sobrecotas. El efecto de éstas será particularmente sensible durante los temporales al aumentar el alcance de las olas. En 1923, el mareógrafo del puerto registró un nivel de 4.7 m durante un temporal, equivalente a una sobrecota de 3.8 m, la mayor registrada en el puerto desde que funcionaba el mareógrafo (1902). Al no existir estudios sobre los fenómenos de temporales en la bahía, solo podemos conjeturar algunas consecuencias posibles ligadas a temporales cuyos efectos serían potenciados por situaciones de sobrecotas y aumento del nivel medio del Río de la Plata. Si queremos evaluar los posibles efectos de la reincidencia de un evento del tipo del temporal de 1923 (Fig. 6) es necesario tomar en cuenta la extensión importante de los barrios residenciales en la parte W de la bahía, y la aparición de asentamientos en el lecho del Pantanosos, particularmente expuestos a su inundación.

#### LA CONTAMINACIÓN: ¿SOLUCIONES DESDE EL PUERTO O DESDE LA CIUDAD?

La degradación ambiental de la zona costera capitalina empieza a ser percibida como un problema hacia la década de 1950 (Certinella 1957).

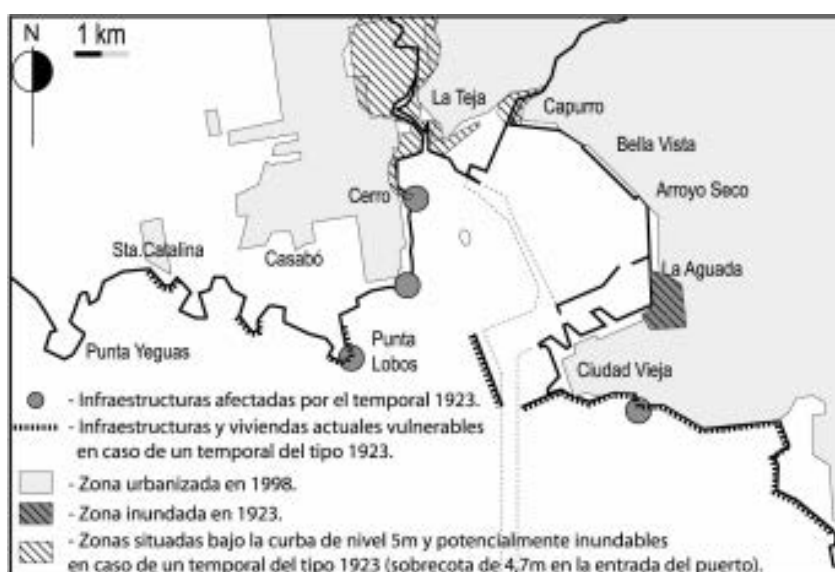


Figura 6. Mapa estimativo de los riesgos ligados a la nueva ocurrencia de una tempestad del tipo del 10 de julio 1923.

Recientes estudios sobre del puerto y la bahía contribuyen a diferenciar tres regiones acorde al grado de contaminación (Danulat *et al.* 2002; Muniz *et al.* 2002; 2004). Hacia el interior de la bahía aumentan la concentración de metales pesados en el fondo, la presencia de derivados de hidrocarburos y de residuos orgánicos de origen diverso. El puerto, estrechamente limitado por sus escolleras exteriores e internas, concentra residuos ligados al transporte marino y a la convergencia de múltiples salidas de bocas de tormenta y caños colectores urbanos. La bahía interna recibe otros caños colectores, aportes de los dos cursos de agua y desechos de la refinera ANCAP y de la Central termoeléctrica Batlle y Ordóñez. Finalmente, la bahía externa muestra una atenuación de todos los indicios de contaminación, debido a una menor cantidad de vertidos directos al agua, y a una mayor exposición a vientos y corrientes que diluyen y dispersan los elementos contaminados.

Si bien parece haber consenso en torno a la idea de que este grado de contaminación representa un "riesgo serio para la salud humana" (Muniz *et al.* 2004), el debate acerca de las formas de eliminar esta situación queda abierto. La acción municipal tiende a evacuar los efluentes urbanos mediante caños colectores mayores: está en proyecto un sistema de captación de la zona W de la ciudad, para verter directamente al estuario los residuos. La regularización de asentamientos y el control de actividades industriales (curtiembres) a lo largo de las cuencas del Miguelete y Pantanoso debería contribuir a más largo plazo a limitar los aportes por estas vías. Pero esta política de eliminación progresiva de los factores externos a la bahía debe ser acompañada de una reflexión acerca de los factores internos: actividad portuaria, de refinera, y de producción eléctrica: ¿caben aún, hoy en día, este tipo de actividades que implican riesgos sanitarios y riesgos

explosivos en el centro de una capital? La solución a estos problemas conlleva entonces una reflexión más global sobre el ordenamiento territorial de la ciudad y del país para la reubicación de estas actividades.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Se consideran prioritarias las siguientes líneas de investigación:

a) Establecimiento de un sistema permanente de monitoreo ambiental de la bahía (Muniz *et al.* 2004; en este volumen);

b) Jerarquización de factores de contaminación: el establecimiento del sistema de monitoreo, con muestreos frecuentes y regulares aportaría muy diversas informaciones, y en particular permitiría determinar los factores espaciales y temporales de la sedimentación y de la contaminación. Para cada zona de la bahía podría entonces determinarse el orden de prioridades en cuanto a acciones a llevar a cabo; y

c) Formalización de las demandas sociales en torno al paisaje costero: investigaciones multidisciplinarias llevadas a cabo con sociólogos, geógrafos, biólogos, historiadores en colaboración con los habitantes permitirían determinar las prioridades para un manejo integrado que combinara mejora urbana, ambiental y patrimonial.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La permanencia de elementos naturales sobre la mitad W de la bahía (desde los bañados del Pantanoso hasta Punta Yeguas), combinada con restos arquitectónicos importantes, en particular de saladeros, es un recurso de gran importancia para la ciudad. La costa del Cerro y del W montevideoano constituye una franja urba-

na en el sentido que a pesar de mantener rasgos rurales, es frecuentada y usada por habitantes urbanos. Estudiar las formas de combinar el control de la expansión urbana sobre estos espacios, de la frecuentación de fin de semana y de temporada estival, con medidas de protección de ecosistemas, es de gran interés para evitar dos potenciales excesos como la urbanización total, siguiendo el modelo de la costa E de Montevideo o la protección total mediante áreas que impidan el acceso de la población a sus áreas tradicionales de descanso.

## AGRADECIMIENTOS

La mayor parte de estos datos fue recabada gracias al apoyo del Ministerio de Educación francés y de l'Ecole Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines. Fueron de particular ayuda Loïc Ménanteau (Facultad de Nantes, Francia), Carlos Martínez (Facultad de Ciencias, Montevideo), Liliانا Carmona y María Julia Gómez (Facultad de Arquitectura, Montevideo). Agradezco igualmente a los funcionarios de los diferentes repositorios documentales de la Biblioteca Nacional, de los Archivos del Sodre y de Museo Histórico Municipal.

## REFERENCIAS

- Acosta M Ayup Zouain R Campal N & G Popelka** 1981 Características del comportamiento sedimentológico de la Bahía de Montevideo. SOHMA, 81-04. Montevideo. 25 pp
- Aguiar A** 1954 Planos de referencia y la ribera del Río de La Plata. Servicio Histórico de la Marina, Montevideo. 30 pp
- Altezo C & H Baracchini** 1971 Historia urbanística y edilicia de Montevideo. Biblioteca J. Artigas, Montevideo. 318 pp
- ANP** 1992 La ley de puertos y sus reglamentos. Administración Nacional de Puertos, Montevideo. 122 pp
- ANP** 2000 Revisión del plan Maestro de 1999, Informe final. Montevideo, 230 pp
- Álvarez R Arana M & L Bocchiardo** 1986 El Montevideo de la expansión, 1868-1915. Edición de la Banda Oriental, Montevideo. 163 pp
- Ayup Zouain R** 1981 Bahía de Montevideo: contribución al conocimiento del material en suspensión. SOHMA 81-01, Montevideo. 16 pp
- Bocchiardo L** 1960 Pantanos: proceso histórico-urbano. Montevideo, IHA, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, 45 pp
- Carmona L** 1988 La Aguada: aproximación al estudio de su proceso histórico-urbano. IHA, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, edición en fac-simile. Montevideo : 45 p.
- Carmona L & L Cesio** 1995 Área de la bahía. IHA, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura. Montevideo : s/p.
- Carmona L** 1997 Ciudad vieja de Montevideo, 1829-1991. Transformaciones y propuestas urbanas. IHA, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Fundación de Cultura Universitaria, Montevideo. 174 pp
- Castellanos A** 1971 Historia del desarrollo edilicio y urbanístico de Montevideo (1829-1914). Junta Departamental de Montevideo, Biblioteca José Artigas, Montevideo. 301 pp
- Certinella A** 1957 El problema sanitario y estético en las playas de mar y estuario. Revista de Ingeniería (587):12-24. Montevideo
- Chebataroff J** 1972 Costas platenses y atlánticas del Uruguay. Talleres Gráficos Bouzout, Montevideo. 61 pp
- Chebataroff J** 1973 Ambientes salinos; su vegetación. Problemas de utilización. Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias (5):40 pp. Montevideo
- Consejo General de Obras Públicas** 1892 Antecedentes relativos al proyecto de puerto de Montevideo. Imprenta a vapor La Nación, Montevideo
- Danulat E Muniz P García-Alonso J & B Yannicelli** 2002 First assessment of the highly contaminated harbour of Montevideo, Uruguay. Marine Pollution Bulletin (44):551-576
- de Pena CM** 1892 Montevideo y su departamento hasta 1889. Datos estadísticos. Montevideo. 105 pp
- Facultad de Arquitectura** 1996 Plan de Ordenamiento Territorial de Montevideo. 169 pp
- Facultad de Ingeniería** 1916 Las obras del Pantanoso. Revista de Ingeniería (2):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1923 Construcción de la Rambla Sur. Revista de Ingeniería (junio):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1923 Destrozos del temporal del 10 de julio de 1923. Revista de Ingeniería (julio):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1930 Rambla sur. Revista de Ingeniería (9):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1939 Una gran obra urbanística. La construcción de la Rambla sur. Revista de Ingeniería 33(9):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1942a La refinería de petróleo y los depósitos de combustibles de La Teja. Revista de Ingeniería 36(1):s/p. Montevideo
- Facultad de Ingeniería** 1942b ANP: Resumen de las obras portuarias realizadas hasta el presente en la bahía de Montevideo. Revista de Ingeniería (s.ref.). Montevideo
- Fernández Saldaña JM & E García de Zúñiga** 1939 Historia del puerto de Montevideo. Primera parte. Desde la época colonial hasta 1887 (Fernández Saldaña). Segunda parte. Desde 1887 hasta 1931 (García de Zúñiga). Administración de Puertos, Montevideo. 157 pp+182 pp+ 39 pp
- Foulquier E & J Marcadon** 2000 La Baie de Montevideo (Uruguay): développement urbain-portuaire et problèmes environnementaux. Aestuaría (1): 9pp. Nantes
- Foulquier E & L Ménanteau** 1999 La baie et le port de Montevideo (Río de la Plata, Uruguay). Atlas permanent de la mer et du littoral (4):22-23. Nantes
- Gautreau P** 2000 L'évolution du paysage en baie de Montevideo, 1851-2000. Tesis de Licenciatura en Geografía, Université Paris-IV Sorbonne. 137 pp (Inédita)
- IMM Intendencia Municipal de Montevideo** 2000 Plan especial Arroyo Miguelete. Anteproyecto, Memoria informativa, Memoria de ordenación. 229 pp
- Jackson JM** 1978 Etude de la zone côtière de l'est de l'Uruguay en vue de l'établissement portuaire. Thèse de troisième cycle en Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 398 pp (Inédita)
- Jesús CB** 1989 Iniciación al conocimiento de los procesos de transporte y sedimentación en el área de mezcla fluvio-marina del Río de la Plata. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 94 pp (Inédita)
- Lena P** 1910 Derrotero del Río de la Plata y sus afluentes. "El práctico en el Río". Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires. 320 pp
- Lerena A** 1918 Estudio legal de las propiedades cercanas a la bahía de Montevideo. Ministerio de Obras Públicas, Montevideo. 471 pp

- Ligrone P** 1995 Transformations territoriales du littoral sud de l'Uruguay et les grands projets d'intégration régionale. Univ. Paris III (Thèse), 2 vol. : 494 p.
- López Campaña P** 1925 El libro del centenario del Uruguay. Agencia de Publicidad Capurro y Compañía, Montevideo. 1096 pp
- López Laborde J & de S Souza Alves** 1988 Consideraciones preliminares sobre la estratigrafía del Río de la Plata en las proximidades de Montevideo. SOHMA. Actas del Sexto Panel de Geología del litoral y Primera reunión de geología del Uruguay, 6 p.
- Martínez C et al.** 1975 Estudios hidrobiológicos en la bahía de Montevideo. Grupo de investigaciones hidrobiológicas, Campaña GR.IN.H.I.I. 1974-75. Montevideo, 17 pp
- Michaelsson F** 1898 Informe sobre el reconocimiento de los fondos. *In*: Estudios, Ministerio de Obras Públicas, Montevideo. Imprenta artística de Dornaleche y Reyes,cs/p
- Montheil Lacroix CP & JJ Andersson** 1964 River Plate Manual. Argentina and Uruguay. Manual del Río de La Plata. Buenos Aires. 491 pp
- Muniz P Venturini N & A Martínez** 2002 Physico-chemical characteristics and pollutants of the benthic environment in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin* (44):956-576
- Muniz P Danulat E Yannicelli B García-Alonso J Medina G & MC Bicego** 2004 Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). *Environment International* (29):1019-1028
- MVOTMA** 1995 Faja costera, ¿tierra de nadie?. Seminario sobre regulación y gestión de la faja costera. Montevideo, 43 pp
- Nagy GJ & J López Laborde** (Comunicación de los autores) Hydrography and Sediment Transport Characteristics of the Río de La Plata. A Review. 17 pp
- Nagy GJ López-Laborde JJ & L Anastasia** 1987 Caracterización de ambientes en el Río de la Plata exterior (salinidad y turbiedad óptica). *Investigaciones Oceanológicas* 1(1):31-56. Montevideo
- Nagy GJ Martínez CM Caffera RM Pedrosa G Forbes EA Perdomo AC & JL Laborde** 1997 The hydrographic and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata, an environmental overview. An EcoPlata Project Background Report. Dalhousie University, Halifax
- Otero MB & EG Pérez** 1897 Estudio legal de las propiedades ribereñas del puerto de Montevideo. Imprenta artística de Dornaleche y Reyes, Montevideo. 233 pp
- Pellegrini CE** 1833 Memoria elevada al Exmo. Gobierno de la R.O.U. sobre el establecimiento de un muelle y la consiguiente formación de un puerto abrigado en la Bahía de Montevideo. Imprenta de la Independencia, Montevideo. 25 pp
- Prost MT** 1982 Héritages quaternaires et évolution géomorphologique des bords du Río de La Plata en Uruguay. Tesis de Doctorado en Geomorfología, Univeristé Paris VII. 583 pp (Inédita)
- Reyes JM** 1859 Descripción de la República Oriental del Uruguay. Montevideo. 377 pp
- Ros FJ** 1898 Curvas de profundidad en los fondos de la Bahía de Montevideo. Comparación con planos de sondas de diferentes épocas. Imprenta artística de Dornaleche y Reyes, Montevideo. (s/p)
- Saint-Foix Comte de** 1892 La République Orientale de l'Uruguay. Histoire, géographie, mœurs et coutumes, commerce et navigation, agriculture. Librairie Leopold Serf, Paris. 339 pp
- SOHMA** 1980 Crucero 001, Informe técnico. Bahía de Montevideo. Montevideo. 24 pp

## Monitoreo de cianobacterias en la costa de Montevideo (Uruguay)

DANIEL SIENRA\* & GRACIELA FERRARI

\*dsienra@pb.imm.gub.uy



### RESUMEN

Las floraciones de microalgas son reconocidas mundialmente por el impacto en la salud humana, en el turismo y en el deterioro ambiental. Las proliferaciones de cianobacterias causan alteraciones fisiológicas y mortalidades masivas de peces, intoxicación de aves, mamíferos, incluyendo al hombre. Las cianobacterias producen potentes toxinas, entre ellas la microcistina con efectos letales a altas concentraciones o subletales en dosis bajas y frecuentes. Desde el año 2001, cuando se detectó por primera vez una floración tóxica de una cianobacteria (*Microcystis aeruginosa*) en la costa de Montevideo, la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos junto con el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo llevaron a cabo un monitoreo de estas microalgas. Se han registrado varias especies del género *Microcystis* y *Anabaena* durante los veranos de 2001 a 2004, alcanzando una toxicidad entre 48 y 1000  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Este trabajo presenta un avance en los resultados del monitoreo y la relación de la baja salinidad (<5) con los eventos de floración o manchas verdes en las playas de Montevideo. Con el fin de mejorar el asesoramiento a las autoridades y fortalecer los sistemas de alerta temprana, futuros estudios deberán abarcar la dinámica de las floraciones de cianobacterias y su toxicidad, las condiciones ambientales que favorecen la aparición de este fenómeno en la costa del Río de la Plata, así como la transferencia y acumulación de toxinas en peces.

**Palabras clave:** floraciones algales, microcistina, *Microcystis*, Río de la Plata

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas estuariales están expuestos a eutrofización cultural por causa del vertido de nutrientes. Las aguas costeras reciben grandes cantidades de nutrientes provenientes de la agricultura, industrias y emisarios aumentando su estado trófico (Smayda 1990; GEOHAB 2001). La zona costera está sometida a una gran variabilidad en los aportes de agua dulce, y la dinámica de la marea y los vientos, factores determinantes de la susceptibilidad natural a desarrollar síntomas de eutrofización. Entre los síntomas reconocidos de cambio de estado trófico se encuentran el aumento de la biomasa algal, el déficit óxico y las floraciones de algas nocivas (de agua dulce, estuariales y marinas).

El Río de la Plata puede ser considerado como moderadamente eutrofizado (Gómez-Erache *et al.* 2001; Nagy

### ABSTRACT

**Microalgae blooms are recognized worldwide for their impacts on human health, tourism and environmental degradation. The proliferation of cyanobacteria causes physiological alterations and massive fish mortalities, intoxication of birds, mammals, including humans. Cyanobacteria produce powerful toxins, including microcystin, with lethal effects in high concentrations or sub lethal in low and frequent doses. Since 2001, when the first toxic bloom of the cyanobacteria *Microcystis aeruginosa* was registered along the coast of Montevideo, the National Direction of Aquatic Resources and the Environmental Quality Laboratory of the Municipality of Montevideo have been carrying out the monitoring of these microalgae. Several species of the genus *Microcystis* and *Anabaena* have been registered during summers of 2001 to 2004, reaching a toxicity of 48 to 1000  $\mu\text{g g}^{-1}$ . This study presents the results of the monitoring and the correlation between low salinity (<5) and the presence of blooms or green scum in the beaches of Montevideo. In order to improve the advice given to authorities and strengthen early alert systems, future studies should embrace cyanobacteria bloom dynamics and their toxicity, the environmental variables that favor this phenomenon along the coast of the Río de la Plata, as well as the transfer and accumulation of toxins in fish.**

**Key words:** algal blooms, microcistine, *Microcystis*, Río de la Plata

*et al.* 2002) y las floraciones algales nocivas (FAN) han sido registradas periódicamente desde 1991 (Méndez & Ferrari 2002; Ferrari & Méndez 2004; ver Méndez en este volumen).

Las proliferaciones de microalgas tóxicas son reconocidas mundialmente por el impacto en la salud humana, animal y en el deterioro ambiental. Las cianobacterias producen potentes toxinas, que incluso en bajas concentraciones causan alteraciones fisiológicas y mortalidades masivas de peces y otros organismos acuáticos, intoxicación de aves, mamíferos e incluso del hombre por la potente hepatotoxina que producen, cuyos efectos pueden ser letales en altas concentraciones o subletales en dosis bajas y frecuentes (Chorus & Bartram 1999).



Las cianobacterias alcanzan una alta tasa de crecimiento en condiciones favorables, aumentan su biomasa y producen extensas manchas de color verde fluorescente en la superficie de los cuerpos de agua. A estas floraciones microalgales se las ha llamado públicamente como "mareas verdes" y/o "marea verde-azul".

En Uruguay la especie asociada a estos fenómenos ha sido *Microcystis aeruginosa*, registrándose desde 1981 por CARP-SHIN-SOHMA (1990) (Tabla 1). En temporada estival son frecuentemente visibles sus colonias como diminutas esferas verdes o cuando alcanza mayor abundancia como espuma o manchas verdes. Durante el verano de 1997 (enero y marzo), se tomaron muestras de una floración de *M. aeruginosa* en Piriápolis y Punta del Este, cuya toxicidad (bioensayo en ratón) dio resultados positivos con una Dosis Letal DL 50 de 233 y 203 mg kg<sup>-1</sup> de ratón respectivamente (Ferrari & Méndez 2000). En enero de 1999 se determinó en Colonia una concentración de microcistina entre 100 y 1000 µg MCYS g<sup>-1</sup> (De León & Yunes 2001). En el verano de 2001 y 2002 fueron registradas varias especies del género *Microcystis* en la costa montevideana (Ferrari & Sienna 2001), con una toxicidad entre 48 y 620 µg g<sup>-1</sup> (De León 2001; De León & Vidal 2002). En esta ocasión, las autoridades de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) restringieron la balneabilidad de las playas afectadas y la Dirección Na-

cional de Recursos Acuáticos (DINARA) advirtió sobre la peligrosidad del consumo de pescado, dado que esta toxina se acumula en los músculos de peces.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el programa interinstitucional del monitoreo de cianobacterias y un avance de los resultados realizados durante 2001-2004 en las playas de Montevideo.

## PLAN DE MONITOREO Y METODOLOGÍA

### Plan de monitoreo

El programa de monitoreo de cianobacterias se lleva a cabo por parte del Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo (LCA-IMM) en conjunto con la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). Dicho monitoreo está acoplado al "Plan de Monitoreo de las Playas de Montevideo" realizado por el LCA, el cual tiene como objetivo principal evaluar la contaminación bacteriológica en las playas.

Desde el año 2001, en que se detectó por primera vez una floración tóxica en la costa de Montevideo y hasta la fecha, se realiza un seguimiento en todas las playas en forma sistemática. Dicho seguimiento consta de un registro visual de la presencia de algas en la "zona de baño". Se define la presencia de algas como poco concentradas o "pocas algas", muy concentradas o "muchas algas" y presencia de "espuma".

**Tabla 1.** Registro de cianobacterias en el Río de la Plata. Mc-*Microcystis* sp.; Ma-*Microcystis aeruginosa*; Mfa-*Microcystis flos-aquae*; Mn-*Microcystis novacekii*; Mp-*Microcystis panniformis*; Mw-*Microcystis wessenbergii*; As-*Anabaena spiroides*; Ac-*Anabaena circinalis*; - sin determinar.

Fecha	Ubicación	µg microcistina l <sup>-1</sup>	DL50 mg kg	µg microcistina g <sup>-1</sup> muestra	Especies presentes	<i>Microcystis</i> sp. cel ml <sup>-1</sup>	Referencia
1981	Río de la Plata	-	-	-	Ma	-	CARP- SHIN-SOHMA (1990)
16/03/92	Montevideo	-	-	-	Ma	-	Ferrari & Méndez (2000)
27/01/94	Montevideo-Punta del Este	-	-	-	Ma	-	Ferrari & Méndez (2000)
30/01/97	Colonia-P. del Este	125	233.3	-	Ma	-	Ferrari & Méndez (2000)
29/03/97	P. del Este	-	203.1	-	-	-	Ferrari & Méndez (2000)
02/99	Colonia	-	-	100-1000	Ma	-	De León & Yunes (2001)
05/01/01	Ramírez	-	-	-	Ma, As, Ac	161	Ferrari (2001)
	Pocitos	-	-	-	Ma, Ac	6040	
	Carrasco	-	-	-	Ma, As, Ac	15300	
11/01/01	Ramírez	-	-	-	Ma, Mw, Mfa	6.5x10 <sup>6</sup>	Ferrari (2001)
12/01/01	Trouville	248.4	-	132.3	Mfa, Ma	2x10 <sup>9</sup>	De León (2001)
	Ramírez W	97.15	-	194.2	Mfa, Ma	4.5x10 <sup>6</sup>	
	Punta Carretas	1145.5	-	48.1	Mfa, Ma	1.6x10 <sup>10</sup>	
19/01/01	Ramírez	-	-	-	Mfa	2.5x10 <sup>7</sup>	Ferrari (2001)
25-30/01/01	Ramírez	-	-	-	Mfa, Ma, Mn, Mw, Ac, As	-	Ferrari (2001)
03/01/02	Puerto Buceo	291	-	619.8	Mfa, Mp	1x10 <sup>9</sup>	De León & Vidal (2002)
18-19/02/03	Ramírez	26.4	-	-	Mc, Mp	-	De León (2003)
	Pocitos	12.4	-	-	-	-	
27/01/04	Pocitos	-	-	-	Ma, Mfa, As	1.3x10 <sup>8</sup>	Sienna-Ferrari (2004)
04/02/04	Ramírez	-	-	-	Mc	-	Sienna-Ferrari (2004)

El monitoreo de cianobacterias consiste en la toma de muestras para el análisis de clorofila *a*, fitoplancton y la toxina microcistina. En el mismo se realizan análisis rutinarios de salinidad en todas las playas, temperatura y turbidez en seis playas. Se toman registros meteorológicos diarios como dirección e intensidad de viento. En caso de presencia de algas se intensifica el monitoreo y cuando se registran espumas se toman muestras dentro y fuera de la floración.

Con la colaboración de la DINARA se puso a punto la técnica para el conteo de número de células presentes en las muestras y se realiza la identificación de las especies. Asimismo, conjuntamente con la Facultad de Química (Universidad de la República) se comenzó a poner a punto la técnica para medir una de las toxinas de estas microalgas, la microcistina.

## METODOLOGÍA

Las muestras de clorofila *a* en las playas se colectaron en frascos de 1 l de plástico negro y se conservaron en heladera entre 4-10 °C hasta su procesamiento. Los análisis de clorofila *a* se realizaron por el método espectrofotométrico según APHA (1998).

La medición de los parámetros físico-químicos: turbidez y salinidad se realizaron en el LCA. Para la medición de salinidad se utilizó un salinómetro de inducción YSI Modelo 33 y la turbidez con un turbidímetro marca HF Scientific. La temperatura se midió *in situ* con termómetro digital marca Testo con una precisión de  $\pm 0.5$  °C.

Las muestras de fitoplancton se colectaron para los análisis cuantitativos directamente con botellas de 250 ml y cualitativos se concentró la muestra a través de una malla de 25  $\mu\text{m}$  y/o con malla de 63  $\mu\text{m}$  en el caso de floración. Se las fraccionó en tres, dos de ellas se las fijó *in situ* con lugol acético y con formol neutralizado al 4% y otra se la conservó fresca. Las identificaciones se realizaron en un microscopio óptico marca Leitz, se midieron las células con micrómetro ocular, objetivo 1000x, cámara clara para dibujar y cámara fotográfica. El recuento de las células se efectuó según el método de Box (1981) con ruptura de colonias por hidrólisis alcalina a 80-90 °C

durante 15 a 30 minutos, dependiendo de la concentración de colonias presentes en la muestra. Las células separadas fueron contadas en cámara de conteo de glóbulos rojos (hemocitómetro) marca Neubauer de 0.1 mm de profundidad y 0.0025 mm<sup>2</sup> en microscopio óptico marca Nikon y con cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1 ml reticulada a 1  $\mu\text{l}$  con un aumento de 400x.

La microcistina es analizada por inmunoensayo ELISA de inhibición utilizando microplacas de 96 pocillos sensibilizados con microcistina conjugada a BSA (seroalbúmina bovina) y anticuerpo monoclonal ADG4G2 (Zeck 2001).

Para analizar la relación entre la salinidad y la turbiedad se realizó un análisis de regresión simple.

## Valores guía

La Organización Mundial de la Salud (OMS) dicta las guías para ambientes seguros en aguas recreativas en costeras y dulces (Chorus & Bartram 1999), y define una serie de valores guía asociados con los efectos adversos sobre la salud humana. Se recomienda la evaluación de varios parámetros, especialmente la concentración de clorofila *a* y número de células de la floración, creando un sistema con tres niveles de alerta para aplicarlos a aguas utilizadas con fines de recreación (Tabla 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el verano de 2001 fueron registradas floraciones de *M. aeruginosa*, *Microcystis novacekii*, *Microcystis flos-aquae*, *Microcystis wessenbergii*, *Anabaena circinalis* y *Anabaena spiroides* en diversos sistemas acuáticos continentales del Uruguay. Estas no habían sido registradas en la costa del Río de la Plata hasta el momento (Fig. 1).

A principios de enero de 2001 se registraron abundancias de *A. spiroides* y *A. circinalis*, 26 y 15 colonias, las que correspondieron a 7960 y 1310 céls l<sup>-1</sup> respectivamente. Las especies dominantes fueron *M. flos-aquae* y *M. aeruginosa* con 5000 y 127 colonias ml<sup>-1</sup> respectivamente. *Microcystis flos-aquae* presentó una abundancia de  $2.5 \times 10^7$  céls l<sup>-1</sup> el día 19 de enero de 2001 (Ferrari 2001). En este período se registró una temperatura del agua de 27

**Tabla 2.** Valores guía para la práctica segura en el manejo de aguas recreativas. \*La medida real adoptada se debe determinar de acuerdo al grado de uso y evaluación del peligro para la salud pública.

Valores guía	Posibles efectos adversos en la salud de los bañistas		
	Leve y/o bajos	Moderados	Altos
Densidad de la floración (cel ml <sup>-1</sup> )	<20000	100000	Espuma
Clorofila ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	<10	10-50	>50
Toxicidad ( $\mu\text{g microcistina/l}^{-1}$ )	2-10	10-50	>50
Riesgos	Con baja frecuencia: irritación de piel y enfermedades gastrointestinales.	Potencial riesgo de enfermedades a largo plazo. Irritación dérmica y enfermedades gastrointestinales.	Potencial para intoxicaciones agudas y enfermedades a largo plazo. Irritación dérmica, enfermedades digestivas, pulmonares.
Medidas adoptadas*	Colocar señales de advertencia. Informar a autoridades.	Vigilar la formación de espuma. Restringir los baños e investigar el riesgo. Colocar señales de advertencia. Informar a autoridades.	Prevenir contacto con la espuma, prohibir baños y actividades acuáticas de contacto con el agua. Informar al público y autoridades.

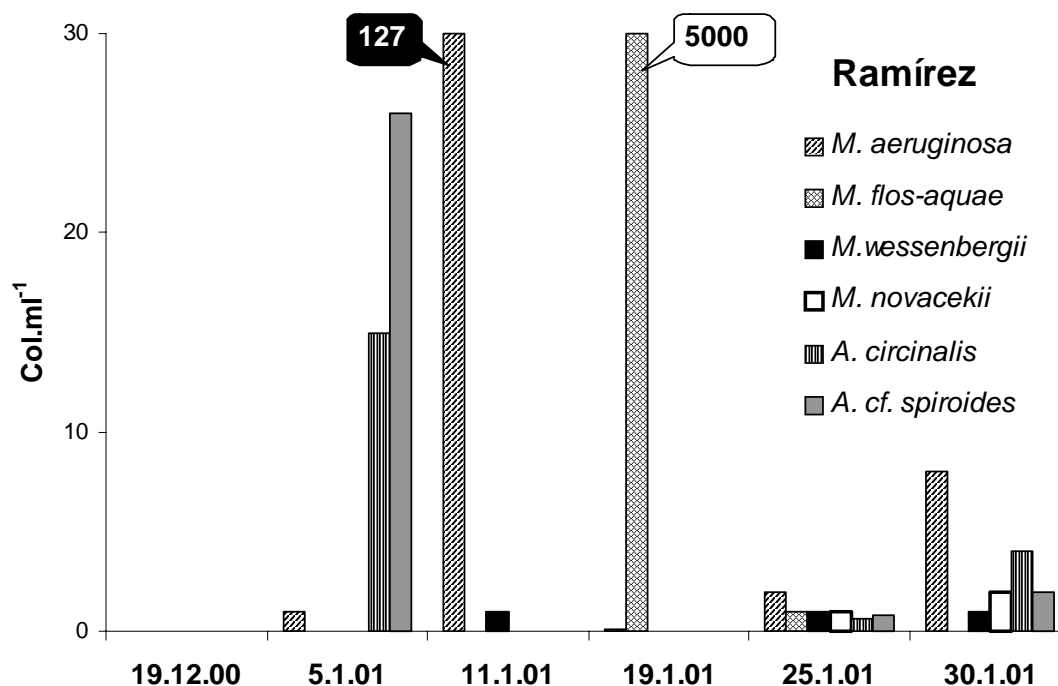


Figura 1. Abundancia de cianobacterias (colonias ml<sup>-1</sup>) presente en la Playa Ramírez durante diciembre 2000-febrero 2001.

°C, salinidad 8 y predominó el tiempo calmo, con vientos suaves. Vientos del sector SSE acumularon la espuma en la Playa Ramírez durante los días 11 y 19 de enero. Cuando la dirección de los vientos cambió al sector NNE la floración se dispersó y se disolvió (Fig. 2). Las diferencias de conteo con De León (2001) se atribuyen a la diferencia de metodologías en la cuantificación, además del error que pueden dar las diluciones en la cuantificación de las floraciones.

Durante el verano 2002 se registraron tres eventos de floraciones, de un día de duración cada vez, uno en enero, uno en febrero y otro en marzo. Los mismos produjeron espumas en zonas puntuales en cuatro playas: Pajas Blancas, Ramírez, Zabala y Puerto Buceo. Las muestras

analizadas de la zona con espuma, del 3 de enero, en la playa Puerto Buceo constataron que la floración estaba co-dominada por las especies *M. flos-aquae* y *M. panniformis*. La densidad algal alcanzada fue de  $11 \times 10^8$  cél ml<sup>-1</sup>, con una concentración de toxina (microcistina) de  $619 \mu\text{g g}^{-1}$  de peso seco, lo que corresponde a una floración con toxicidad media-alta (De León 2002).

El verano 2003 presentó tres períodos de floraciones, de hasta cuatro días de duración en febrero y marzo. Las manchas fueron más extensas, ocupando toda la playa Ramírez y Puerto de Buceo (Sierra 2003). La floración estuvo compuesta casi en 100% por *Microcystis* sp. Los valores de microcistina total (agua e intracelular) fueron ambos superiores a  $2500 \mu\text{g l}^{-1}$ , superando el máximo de sensibilidad del método (De León 2003).

En la temporada estival 2004 se comenzó a registrar una floración en el mes de diciembre, siendo las playas Ramírez, Cerro y Santa Catalina las más afectadas con presencia de colonias aisladas. Luego de estos primeros registros, las mismas se constataron a lo largo de todo el verano, principalmente asociadas al ingreso de agua dulce, con valores de salinidad inferiores a 5 (Sierra & Piaggio 2004).

La temperatura promedio del agua en las playas de Montevideo fue de  $22.8^\circ\text{C}$  durante la temporada estival 2003-2004, la máxima registrada fue de  $27.7^\circ\text{C}$  y la mínima de  $17.8^\circ\text{C}$  (SD=1.7) (Fig. 3a, b y c).

Por lo general, cuando la descarga del Río de la Plata aumenta, asciende la turbidez (flechas negras) coincidiendo con un descenso de la salinidad (agua marrón y

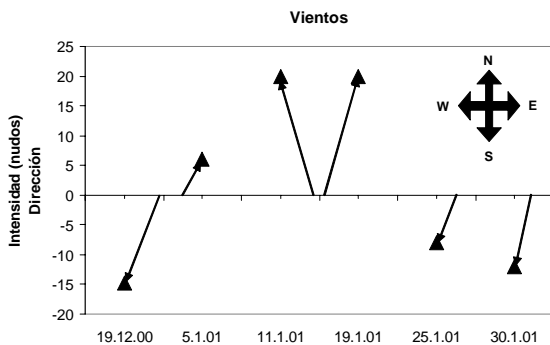
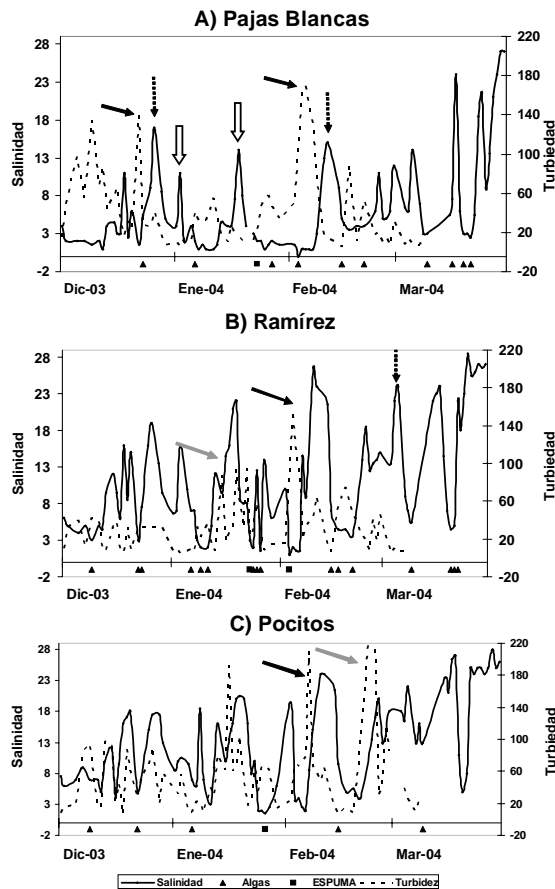


Figura 2. Dirección e intensidad del viento en el período de floración: verano 2001. Los valores negativos se señalan para los vientos con dirección N y los positivos para los de dirección S.



**Figura 3.** Análisis de turbiedad, salinidad, presencia de algas y espuma en las playas de Pajas Blancas (a), Ramírez (b) y Pocitos (c) durante diciembre 2003-marzo 2004. Flechas negras: alta turbiedad, baja salinidad. Flechas blancas: baja turbiedad, baja salinidad. Flechas grises: alta turbiedad, alta salinidad. Flechas punteadas: alta salinidad, baja turbiedad.

dulce). Estos eventos se ven asociados a la presencia de algas en las playas. En los casos en que aumenta la turbiedad, manteniéndose la alta salinidad (agua marrón y salada), generalmente sin presencia de algas, es cuando aumenta la intensidad del viento, provocando una mezcla de la columna de agua con resuspensión del sedimento (flecha gris).

Hay casos, físicamente interesantes, en los que aparece baja turbiedad, con algas y baja salinidad (agua clara y dulce), que puede ocurrir cuando hay calma durante varios días que provoca una sedimentación del material en suspensión (flechas blancas). Por último, el caso típico de baja turbiedad y alta salinidad (agua verde y salada), que generalmente ocurre sin presencia de algas, es producto del ingreso de agua oceánica (Fig. 3).

Los registros de floraciones de cianobacterias se realizan simultáneamente en más de una playa, siendo las más impactadas las ubicadas al W de Punta Carreta. El número de floraciones al W de Punta Carreta fue de nueve, mientras que hacia el E fue de una sola floración para el período estival 2004 (Fig. 4).

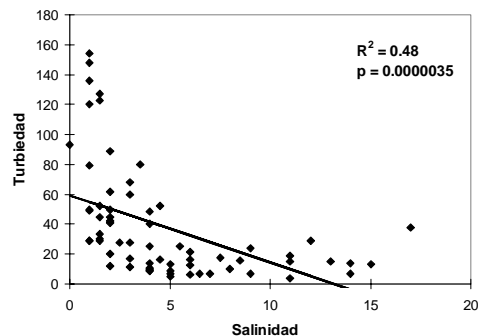


**Figura 4.** Presencia de espuma en el verano 2004. Las estrellas indican el número de floraciones registradas durante el monitoreo en la zona de baño.

La relación existente entre la alta turbiedad proveniente del sistema fluvial con la baja salinidad, lo que caracteriza a este tipo de agua, está de acuerdo con lo descrito para la zona interna del Río de la Plata por Guerrero *et al.* (1997) y Nagy *et al.* (1998). El resultado del análisis de la regresión simple entre la turbiedad y la salinidad, mostró una correlación negativa donde  $r^2$  explicó 48% de la varianza (Fig. 5).

*Microcystis aeruginosa* es cosmopolita aunque conocida como especie típica de agua dulce. Altas biomásas celulares no solo se registran en la costa uruguaya, sino también en otros estuarios de la región (e.g. Laguna de los Patos, Brasil; Yunes *et al.* 1998) y en otros estuarios a nivel mundial (e.g. estuario del Río Neuse, en Carolina del Norte; Paearl *et al.* 1984) y en el Río Potomac, Washington-USA (Sellner *et al.* 1988).

Este análisis muestra que el florecimiento de esta especie se origina en zonas de agua dulce y es transportado en condiciones de descarga de los afluentes del Río de la Plata: ríos Uruguay y Paraná. Los vientos del sector S-SW transportan las espumas flotantes acumulándolas en las zonas más protegidas de las playas. Las células toleran amplios rangos de salinidad alcanzando aguas marinas del Océano Atlántico (Ferrari & Méndez 2000). La salinidad es un factor determinante en el crecimiento y decisivo en el mantenimiento y declinación del florecimiento (Yunes *et al.* 1998).



**Figura 5.** Análisis de la regresión para Pajas Blancas en el verano 2004.

## CONCLUSIONES

Las floraciones algales de cianobacterias son un fenómeno recurrente en la costa uruguaya y en estos últimos años se registran en todos los veranos desde 2001. Éstas se inician aguas arriba en la Cuenca del Plata y por deriva son arrastradas, por su propia flotabilidad, a todo el Río de la Plata. Las células, aunque no se dividan, se ven expuestas a la salinidad y se les ha registrado en aguas de influencia marina.

Por la inter-institucionalidad e interdisciplinariedad que presenta el abordaje de este problema, cuando se registraron floraciones con toxicidad, clorofila *a* y concentración celular por encima del límite recomendado por la OMS (WHO 1998), las autoridades de la IMM recomendaron no bañarse en las zonas afectadas, realizando una advertencia pública sobre los efectos nocivos de estas algas y las autoridades de DINARA recomendaron no consumir pescado extraído en los períodos y lugares de floraciones masivas.

## Prioridades y perspectivas de investigación

En los últimos años se ha registrado un notorio incremento en la presencia de este tipo de cianobacterias en el Río de la Plata, lo que ha motivado a sumar esfuerzos en la coordinación interinstitucional e interdepartamental en lo que respecta al seguimiento de estos fenómenos a nivel regional.

Este seguimiento se debería realizar sobre la base del estudio de la descarga de los ríos Uruguay y Paraná durante los veranos, procesamiento de imágenes satelitales obtenidas de la región con el fin de conocer valores a macroescala de clorofila *a* y posición del frente de turbidez.

Para un mejor entendimiento de estos fenómenos sería necesario un estudio espacio-temporal de las comunidades de fitoplancton asociadas a las cianobacterias, utilizando las muestras extraídas en playas de Montevideo durante los veranos 2001, 2002 y 2003. Los resultados obtenidos podrían ser relacionados con datos físico-químicos del agua, dirección e intensidad de las corrientes, vientos, turbiedad, las cuales podrían aportar mayor información para comprender estos fenómenos.

La identificación de éstas especies es normalmente confusa, ya que la fase de crecimiento IV, de declinación de una especie, es muy similar a la fase de crecimiento exponencial de otras especies (Vidal 2002). La incorporación de investigación experimental, como el desarrollo de cultivos mono-específicos para estudios taxonómicos y de toxicidad, es necesaria para estudiar la variación morfológica de cada especie por separado y definir las características morfológicas de las fases del ciclo de vida de las diferentes especies de la cianobacteria *Microcystis* que desarrollan floraciones tóxicas en Uruguay.

Sería necesario la integración de información de la Cuenca del Plata en su conjunto, extendiendo el monitoreo a otros departamentos (e.g. Colonia, San José y Canelones) conjuntamente con la realización de talleres de capacitación e intercambio de resultados.

Próximamente se espera la incorporación de análisis de toxina en músculo de pez, ya que las técnicas se están poniendo a punto.

## Implicancias para la conservación y el manejo

Los requerimientos de grupos interdisciplinarios y no de esfuerzos individuales ayudaría a tener una visión global del ecosistema y de la problemática ambiental de la costa uruguaya.

El desarrollo de floraciones algales es tomado como bioindicador en la detección de los procesos de eutrofización. Existe una clara tendencia mundial al aumento en la frecuencia de estos fenómenos (Hallegraeff 1993) así como en la costa uruguaya. Es importante para la conservación y el manejo en las zonas costeras, que los tomadores de decisión responsables tomen conciencia que un probable aumento de nutrientes provocará un aumento en los florecimientos algales, y que hasta el momento los mejores sistemas de alerta temprana son los monitores.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Gabriella Feola y a los editores de este libro por las correcciones que enriquecieron este trabajo. Al personal del Laboratorio de Calidad Ambiental (Departamento de Desarrollo Ambiental, IMM) y becarios de Facultad de Química e Ingeniería Química que colaboraron directamente en los registros visuales de algas en las playas y las muestras de clorofila, así como los datos físico-químicos del agua.

## REFERENCIAS

- APHA 1998 American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 20<sup>th</sup> ed
- Box JD 1981 Enumeration of cell concentrations in suspension of colonial freshwater microalgae, with particular reference to *Microcystis aeruginosa*. British Phycology. Journal 16:153-164
- CARP-SHIN-SOHMA 1990 Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de avance 2 vols, 422 p.
- Chorus I & J Bartram 1999 Toxic cyanobacteria in water. A guide to public health consequences, monitoring and management. Spon & Spon (eds) and WHO. 416p.
- De León L 2003 Análisis de concentración de microcistina en agua de recreación de la costa montevideana. 19 de febrero de 2003. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Inédito)
- De León L 2001 Estudio de una floración de cianobacterias en la costa Montevideana -Enero 2001. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Inédito)
- De León L & L Vidal 2002 Floración de cianobacterias en la costa montevideana. Enero 2002. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Inédito)

- De León L & JS Yunes** 2001 First report of a microcystin-containing Bloom of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. *Environmental Toxicology* 16(1):110-112
- Ferrari G** 2001 Análisis de fitoplancton, diciembre-enero 2001. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Inédito)
- Ferrari G** 2002 Análisis de fitoplancton, diciembre-enero 2002. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Inédito)
- Ferrari G** 2004 Análisis de fitoplancton, verano 2004. Informe de asistencia técnica para el Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Inédito)
- Ferrari G & S Méndez** 2000 Report of phytoplankton species producing water discoloration in Uruguay. *Iheringia (Série Botanica)* (54):3-18. Porto Alegre
- Ferrari G & S Méndez** 2004 Harmful Algal Monitoring in Uruguay. Pp 144-148 *In: Harmful Algae Management and Mitigation*. Hall Etheridge Anderson Kleindinst Zhu & Zou (eds) Asia Pacific Economic Cooperation (Singapore): APEC Publication # 204-MR-04.2.
- Ferrari G & D Sienra** 2001 Cyanobacteria blooms on the Uruguayan coast: an increasing problem in harmful algae management. Abstract of Second Conference on Harmful Algae Management and Mitigation (Quingdao, 12-14 de noviembre de 2001):6
- GEOHAB** 2001 Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, Science Plan. Glibert & Pitcher (eds) SCOR and IOC, Baltimore and Paris. 86 pp
- Gómez-Erache M Lagomarsino JJ Vizziano D & G Nagy** 2001 First assessment of Primary Productivity in the outer Rio de la Plata: canal Oriental Frontal Zone. *Proceeding of the Sustainable Use of Estuaries and Mangroves, Challenges and Perspectives*, (Recife, 22-28 de mayo de 2001). Contribution 3
- Guerrero RA Acha ME Framiñan M & C Lasta** 1997 Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary. *Continental Shelf Research* 17:727-742
- Hallegraef G** 1993 A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* (32):79-99
- Méndez & Ferrari** 2002 Floraciones algales nocivas en Uruguay: Antecedentes, Proyectos en cursos y revisión de resultados. *In: Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar Ferrario & Reguera (eds). Instituto Español de Oceanografía 13:269-288
- Nagy G Gómez-Erache M López CH & AC Perdomo** 2002 Distribution patterns of nutrients and symptoms of eutrophication in the Río de la Plata river estuary system. *Hydrobiologia* 475/476:125-139
- Nagy G Martínez CM Caffera R M G Pedrosa EA Forbes AC Perdomo & JL Laborde** 1998 Marco hidrográfico y climático del Río de la Plata. Pp 17-70 *In: Wells & Daborn* (eds) *El Río de la Plata. Una revisión ambiental*. Informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. Dalhousie University, Halifax
- Pearl HW Bland PT Blackwell JH & N Bowles** 1984 The effects of salinity on the potencial of a blue-green algal (*Microcystis aeruginosa*) bloom in the Neuse River Estuary. N.C working paper, 84 pp. UNC Sea Grant College Program, Raleigh, North Carolina
- Sellner KG Lacouture RV & CR Parrish** 1998 Effects in increasing salinity on a cyanobacteria bloom in the Potomac River estuary. *Journal of Plankton Research* 10(1):49-61
- Sienra D** 2003 Eventos algales en la costa de Montevideo durante verano 2003. Informe interno. Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo (Inédito)
- Sienra D & G Ferrari** 2004 Análisis de fitoplancton, verano 2004. Informe de asistencia técnica interinstitucional. Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo y Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Inédito)
- Sienra D & R Piaggio** 2004 Floraciones de cianobacterias durante el verano de 2004. Informe interno. Laboratorio de Higiene Ambiental-Intendencia Municipal de Montevideo (Inédito)
- Smayda TJ** 1990 Novel and nuisance phytoplankton bloom in the sea: Evidence for global epidemic. Pp 29-40 *In: Granéli Sundström Edler & Anderson* (eds) *Toxic marine Phytoplankton*. Elsevier Science Publishing, New York
- Vidal L** 2002 Variación temporal de morfología de *Microcystis aeruginosa* Kützing (Cianophyceae) en el embalse de Salto Grande Uruguay-Argentina. Informe de Pasantía para la Licenciatura de Ciencias Biológicas-Orientación Limnología, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 37 pp (Inédito)
- Yunes JS Matthiensen A Parise M Salomon PS Raggett SL Beattie KA & GA Codd** 1998 *Microcystis aeruginosa* growth stages and the occurrence of microcystins in Patos Lagoon, southern Brazil. Pp 18-21 *In: Reguera Blanco Fernández & Wyatt* (eds) *Harmful Algae*. Xunta de Galicia & IOC-UNESCO
- Zeck A Weller MG Bursill D & R Niessner** 2001 Generic microcystin immunoassay based on monoclonal antibodies against Adda. *The Analyst* (126):2002-2007

## Comunidad componente de tremátodos larvales de *Heleobia australis* (Mollusca, Cochliopidae) en la costa uruguaya del Río de la Plata

OSCAR CASTRO\*, DANIEL CARNEVIA, ALEJANDRO PERRETTA & JOSÉ MANUEL VENZAL

\*dpvuru@adinet.com.uy



### RESUMEN

*Heleobia australis* es un pequeño caracol abundante en la costa del Río de la Plata. Muestreos realizados en varios puntos costeros (fundamentalmente en Montevideo) revelaron que actúa como primer hospedador intermedio para un diverso conjunto de tremátodos larvales, que incluye cercarias de al menos siete especies. Morfológicamente, estas cercarias fueron agrupadas en los siguientes tipos: oculocercarias, xifidiocercarias, furcocercarias y magnicaudas. Con base en infecciones experimentales se identificó a una de las oculocercarias como correspondiente al digeneo *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Heterophyidae), el cual ha sido registrado en Uruguay parasitando mamíferos marinos (otáridos), y que en otros países ha sido señalada en aves y mamíferos piscívoros, incluyendo carnívoros domésticos y el hombre. En cuanto a los aspectos cuantitativos de la infección de *H. australis*, de 37 muestras de caracoles, 35 (94.6%) fueron positivas, con prevalencias de infección de 2.7% a 64.0%. De 1061 caracoles examinados, 240 (22.6%) estaban infectados, 226 con un tipo morfológico de cercaria y 14 con dos tipos. Las formas más prevalentes fueron las oculocercarias (16.1%), seguidas por las xifidiocercarias (5.7%), furcocercarias (1.8%) y magnicaudas (0.4%). El porcentaje de infección aumentó con el tamaño de los caracoles. Además de los estudios aplicados (parásitos implicados en zoonosis y/o en peces de interés comercial y la posibilidad de emplear este sistema hospedador-parásitos como un indicador biológico de contaminación), la comunidad componente de tremátodos larvales de *H. australis* constituye un atractivo modelo biológico para la investigación básica.

**Palabras clave:** Digenea, cercarias, *Mugil*, *Ascocotyle (Phagicola) longa*, Uruguay

### ABSTRACT

*Heleobia australis* is a small snail, very abundant in the coast of the Río de la Plata. From samples collected at various coastal sites (mainly in Montevideo), this snail was found to be the first intermediate host of a diverse assemblage of larval trematodes, comprising at least seven species of cercariae. On a morphological basis, these cercariae were grouped into the following types: ophthalmocercariae, xiphidiocercariae, furcocercariae and magnicaudae. Through experimental infections, one of the ophthalmocercariae was identified as *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Heterophyidae), species recorded in Uruguay from sea mammals (otariids) and in other countries from piscivorous birds and mammals, including domestic carnivorous and man. With reference to the quantitative aspects of *H. australis* infection, from 37 samples of snails, 35 (94.6%) were positives, with infection prevalence from 2.7% to 64.0%. From 1061 snails examined, 240 (22.6%) were infected, 220 with only one morphological type of cercariae and 14 with two types. The ophthalmocercariae were the more prevalent type (16.1%), followed by the xiphidiocercariae (5.7%), the furcocercariae (1.8%) and the magnicaudae (0.4%). The prevalence of infection increased with the size of snails. In addition to the applied studies (e.g. parasites involved in zoonoses and/or infecting fishes of economic importance and the potential of this system host-parasites as a bio-indicator of contamination), the community of larval trematodes of *H. australis* constitutes an attractive biological model for basic research.

**Key words:** Digenea, cercariae, *Mugil*, *Ascocotyle (Phagicola) longa*, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

El género de gasterópodos *Heleobia* Stimpson, 1865 (Rissoidea, Cochliopidae) comprende 101 especies, de las que 71 se hallan presentes en América del Sur (da Silva & Veitenheimer-Mendes 2004). La especie *Heleobia australis* (d'Orbigny, 1835), eurihalina, de hasta 9 mm de altura de su conchilla y de hábitos detritívoros, se encuentra en Uruguay desde San José hasta Rocha, habitando también el S de Brasil y Argentina hasta el Golfo de San Matías (Scarabino 1984). Es notablemente abundante en las costas del Río de la Plata frente a Montevideo,

pudiéndose encontrar en elevado número y como especie casi exclusiva de gasterópodo en los charcos de marea de zonas rocosas y en las comunidades de *Spartina* spp. Su estatus taxonómico no está claro, pudiendo tal vez incluir no una única especie sino un complejo de especies muy similares entre sí. Observaciones propias sugieren la convivencia de al menos dos morfos de *Heleobia* en los mismos hábitat ya mencionados. Uno que se identifica claramente con *H. australis* según la forma de su conchilla al compararla con fotos del material tipo publicadas por da Silva & Davis (1982), y otro menos

abundante, de conchilla mucho más delgada y puntiaguda. Ambos morfos se diferencian también por su forma de deslizarse sobre el sustrato: mientras que los especímenes típicos de *H. australis* se mueven en forma intermitente, como "a tirones" y retrayendo continuamente la masa cefalopedal en el interior de la conchilla, los ejemplares del morfo delgado se deslizan de forma continua y con mayor velocidad. Es incierto si se trata de morfos de una misma especie o de dos especies diferentes, aunque lo segundo parece más probable. No obstante ello, se mantiene aquí la designación tradicional de *H. australis* para los caracoles con que se efectuó este trabajo, debido a dos razones: 1) si bien en los primeros muestreos no diferenciamos entre estos dos morfos, en los restantes sí lo hicimos y nos limitamos a trabajar con los ejemplares que ostentaban el morfo típico de *H. australis*; 2) ambos morfos parecen albergar, en general, los mismos tipos de cercarias. Es claro que hacen falta rigurosos estudios sistemáticos que aclaren la real situación taxonómica de la especie que en éste y en otros trabajos se designa como *H. australis*.

*Heleobia australis* es un organismo típicamente eurihalino, perfectamente adaptado a los cambios de salinidad que son habituales en el estuario del Plata, y que tolera además en grado notable la contaminación de las aguas, siendo una de las pocas especies de macroinvertebrados que habita, incluso en gran número, en las áreas más deterioradas de la Bahía de Montevideo (Venturini *et al.* 1999). A pesar de su abundancia y de la facilidad de acceso a sus hábitat, no existen en Uruguay estudios sobre la dinámica poblacional de este caracol. Se trata de una especie gonocorita (de sexos separados), con desarrollo directo, que fija sus huevos individualmente sobre el sustrato o sobre la conchilla de individuos conespecíficos (Castro obs. pers.).

Estudios en curso que fueron iniciados por uno de los autores (Castro 2000) indican que *H. australis* actúa como primer hospedador intermediario para un diverso conjunto de tremátodos digenéticos larvales. Los Digenea (Platyhelminthes, Trematoda) constituyen un exitoso grupo de endoparásitos de ciclo indirecto, cuyos adultos son comunes en todas las clases de vertebrados y cuyo ciclo involucra el pasaje obligatorio por un primer hospedador intermediario que, en la gran mayoría de los casos, es un gasterópodo (Cheng 1986). Es frecuente la existencia de un segundo hospedador intermediario (en general, un artrópodo o un vertebrado ectotérmico), y en algunos grupos incluso se puede observar un tercer hospedador intermediario (Shoop 1988). Los digeneos son muy específicos en cuanto al molusco primer hospedador intermediario, y son menos específicos en cuanto al hospedador definitivo y al segundo hospedador intermediario (Brooks *et al.* 1985; Shoop 1988).

En el caso de los digeneos que utilizan a *H. australis* como primer hospedador intermediario, en base a las características de las cercarias (estadio de ciclo de los digeneos que abandona al caracol con el fin de colonizar al segundo hospedador intermediario o al hospedador

definitivo), Castro (2000) identificó cuatro tipos morfológicos: 1) oculocercarias (cercarias con manchas oculares, que incluyen al menos tres subtipos o especies diferentes); 2) xifidiocercarias (cercarias portadoras de un estilete en su ventosa oral, con dos especies diferentes); 3) furcocercarias (cercarias con cola dividida en dos ramas o furcas, con una, y tal vez dos, especies diferentes) y 4) magnicaudas (cercarias con cola muy larga con relación al cuerpo y de su misma anchura, con una especie). Este conjunto de alrededor de siete especies constituye la "comunidad componente" (en el sentido de Esch *et al.* 1990) de tremátodos larvales albergados por *H. australis* en las costas de Montevideo.

Con base en infecciones experimentales utilizando "lisas" (*Mugil platanus*) y ratones de laboratorio, Carnevia *et al.* (2004) identificaron a una de las oculocercarias (la designada como OC-4) como correspondiente a *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Heterophyidae). Este digeneo ha sido registrado en Uruguay parasitando otáridos (*Arctocephalus australis* y *Otaria flavescens*) (Morgades *et al.* 2003; en este volumen), y en otros países de América ha sido señalada en aves y mamíferos piscívoros, incluyendo carnívoros domésticos y al humano (Fig. 1) (Teixeira de Freitas *et al.* 1972; Costa *et al.* 1984; Costa *et al.* 1990; Almeida Días & Woiciechowski 1994; Manfredi & Oneto 1997).

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) presentar resultados preliminares acerca de la comunidad componente de tremátodos larvales albergados por *H. australis* en la costa uruguaya del Río de la Plata, principalmente frente a Montevideo, y 2) llamar la atención de otros investigadores hacia esta temática, que dada la facilidad de acceso y la abundancia del material, implica una accesible e interesante línea de investigación a seguir en el futuro.

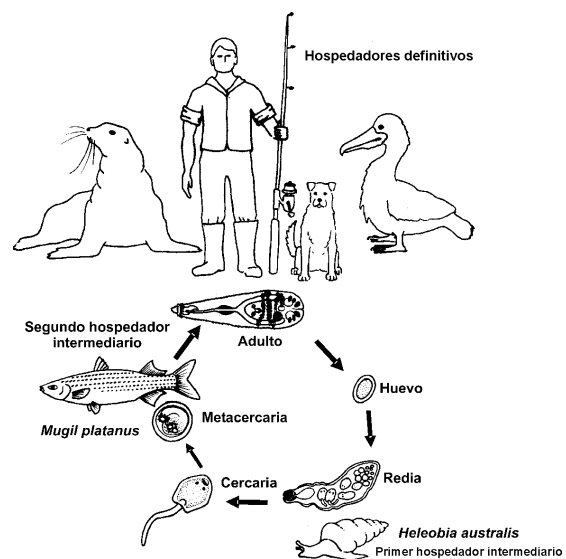


Figura 1. Esquema del ciclo biológico de *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Trematoda, Digenea, Heterophyidae).



## METODOLOGÍA

Entre los años 1995 y 2004 se colectaron 37 muestras de caracoles en la costa del estuario del Río de la Plata, 36 de ellas en Montevideo y una en Playa Hermosa, Dpto. de Maldonado. De las muestras de Montevideo, 34 se colectaron en las zonas del Puerto Buceo (Isla del Mono) y de Punta Carretas, una en Pajas Blancas y otra en Punta Espinillo. Los caracoles fueron colectados manualmente del borde de los charcos de marea, o sobre piedras pequeñas que eran retiradas de los charcos para su examen. En el laboratorio, los caracoles fueron identificados como pertenecientes a *Heleobia australis* (ver Introducción), medidos con una precisión de 0.1 mm. y aplastados entre dos portaobjetos en una gota de agua para comprobar su posible infección con digeneos larvales. Otra forma de obtener cercarias (que se utilizó sobre todo con el propósito de completar en forma experimental los ciclos biológicos) fue colocando caracoles individualmente en cajas de Petri conteniendo agua de su hábitat enfriada a 10 °C, y examinando el recipiente bajo lupa binocular después de algunas horas.

Las cercarias fueron clasificadas en cuatro tipos morfológicos (ver Introducción): oculocercarias, xifidiocercarias, furcocercarias y magnicaudas. Diferencias morfológicas menores de las cercarias o de sus formas madres (redias o esporocistos) permitieron identificar distintos subtipos, o especies, de cercarias en los primeros tres tipos nombrados.

## RESULTADOS

De las 37 muestras examinadas, 35 (94.6%) incluyeron uno o más caracoles infectados, con una prevalencia de infección desde 2.7 hasta 64.0%. El número de tipos morfológicos de cercarias varió de uno a tres por muestra, y el número de especies de cercarias de uno a cinco.

Sumando las 37 muestras, se examinó un total de 1061 caracoles, de los que 240 (22.6%) estaban infectados. De estos, 226 caracoles (21.3%) presentaban un solo tipo y 14 (1.3%) presentaban dos tipos morfológicos de cercarias. Las oculocercarias, que se desarrollan en redias y de las que se observaron al menos tres especies distintas, fueron el tipo más prevalente (en 171 caracoles: 16.1%); les siguieron las xifidiocercarias (en 60 caracoles: 5.7%), las que se desarrollan en esporocistos y que presentaron dos especies diferentes. Las furcocercarias, muy pequeñas, con uno, y quizás dos, subtipos diferentes y que se desarrollan también en esporocistos, fueron halladas en 19 caracoles (1.8%); las magnicaudas, que se desarrollan en redias y que presentaron una sola especie, fueron halladas sólo en cuatro caracoles (0.4%).

De las 14 infecciones dobles observadas, siete correspondieron a oculocercarias + xifidiocercarias, cinco a oculocercarias + furcocercarias, y dos a xifidiocercarias + furcocercarias. Se observó cierto exceso en las infecciones dobles en que participaron furcocercarias (siete infecciones dobles observadas contra 4.2 esperadas, o 66.7% más), aunque la diferencia no fue significativa ( $\chi^2=2.70$ ,  $P=0.1$ ).

El porcentaje de infección de los caracoles aumentó con el tamaño de los mismos; así, entre los caracoles de menos de 5 mm de longitud, la prevalencia de infección fue de 8.9% (33 en 369 caracoles), y entre los mayores de 5 mm fue de 29.9% (207 en 692 caracoles), siendo la diferencia altamente significativa ( $\chi^2=60.46$ ,  $P < 0.001$ ).

No se halló un claro patrón estacional en la prevalencia de infección global de los caracoles, aunque la frecuencia de caracoles infectados con cercarias de tipo OC-4 (correspondiente a *A. (P.) longa*) parece ser mayor en los meses cálidos.

Dos de los tipos cercariales observados (OC-1 y OC-2) fueron hallados en puntos tan distantes como Pajas Blancas (Montevideo) y Playa Hermosa (Maldonado).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados, aunque de carácter preliminar, indican que el caracol estuarino *H. australis*, muy abundante en la costa uruguaya, alberga un diverso y complejo conjunto de tremátodos larvales. La identificación de las especies de tremátodos implicadas se encuentra en progreso. En efecto, ya se identificó a una de las oculocercarias (Carnevia *et al.* 2004) y se está intentando confirmar la identidad de otros tipos de cercarias. De las restantes oculocercarias, una podría corresponder a la especie congénere *Ascocotyle (Phagicola) angeloi*, cuyas metacercarias encontramos en las branquias e intestino de "madrecitas" (*Jenynsia* sp.) colectadas en las mismas charcas de marea en las que abunda *H. australis*. Otra podría corresponder a *Saccolelioides* sp. (Haploporidae), cuyos adultos son muy comunes parasitando el intestino de *Jenynsia lineata* y *M. platanus* colectados en esas mismas charcas. En particular, la cercaria OC-1 y su correspondiente metacercaria es muy parecida a la Cercaria Haploporidae sp. 2 hallada por Etchegoin & Martorelli (1998) en *Heleobia conexa* de la Laguna Mar Chiquita (Buenos Aires, Argentina). Por su parte, las furcocercarias corresponderían por su morfología a la familia Sanguinicolidae, mereciéndose resaltar que uno de los autores (Carnevia obs. pers.) encontró numerosos ejemplares de sanguinicólidos (probablemente del género *Cardicola*) en los vasos sanguíneos branquiales de un ejemplar de *Mugil* sp. colectado en La Floresta (Canelones) en 1987.

Las xifidiocercarias pertenecen a la familia Microphallidae (con metacercarias en crustáceos y adultos en aves acuáticas); la morfología de la más abundante de estas cercarias es muy similar a las del género *Maritrema*, el cual ha sido señalado en Uruguay parasitando al tordo rojizo (*Calidris canutus rufus*) (Castro *et al.* 2002) y que en la costa de Buenos Aires ha sido hallado parasitando gaviotas (*Larus dominicanus*) (Cremonte & Martorelli 1998).

Finalmente, la cercaria magnicauda y sus formas madres se asemejan considerablemente a la *Cercaria heleobica* IV encontrada por Martorelli (1990) en *H. conexa* de la Laguna Mar Chiquita, aunque los presentes ejemplares son más grandes. Según Martorelli (1990) estas

cercarias corresponderían a la superfamilia Echinostomatoidea, y podrían corresponder a los géneros *Stephanoprora* o *Petasiger*. En la costa uruguaya, el género *Stephanoprora* ha sido encontrado parasitando gaviotas (*L. dominicanus*) (Holcman-Spector & Olgäie 1989) y otáridos (Morgades *et al.* 2004; en este volumen). El género *Petasiger* no ha sido citado aún para esta área, pero uno de los autores (Castro obs. pers.) halló la especie *P. novemdecim* en el macá grande (*Podiceps major*).

La existencia de ricas comunidades componentes de tremátodos larvales en caracoles del género *Heleobia* ha sido reportada en la región. Así, en Mar Chiquita (Provincia de Buenos Aires, Argentina) Etchegoin (2001) halló 13 tipos morfológicos de cercarias en *H. australis*, 24 en *H. conexa* y 16 en *H. parchapii*.

La prevalencia de infección de *H. australis* con formas larvianas de tremátodos observada en el presente estudio (22.6%) es más del doble que la registrada por Etchegoin (2001) en la misma especie de molusco en la laguna Mar Chiquita (10.4%). En cuanto a la prevalencia de infecciones múltiples, el valor observado en las costas del Río de la Plata (1.3%) es más de 18 veces mayor que el de 0.07% encontrado por Etchegoin (2001) en *H. australis* de la Laguna Mar Chiquita.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo plantea varias interrogantes, entre las que podemos resaltar las siguientes:

- 1) Clarificación de la composición taxonómica de *Heleobia* en la costa uruguaya del Río de la Plata;
- 2) Investigar la dinámica poblacional de estos caracoles; determinar la identidad precisa de los parásitos implicados, sus hospedadores definitivos y sus ciclos biológicos;
- 3) Examinar el posible efecto de estos digeneos larvales sobre los caracoles parasitados (¿alteran su reproducción? ¿modifican su conducta?);
- 4) Determinar los factores ecológicos que estructuran esta diversa comunidad de parásitos; e
- 5) Investigar la posible influencia estructuradora que pueda ejercer este caracol y su diverso ensamble de parásitos sobre las comunidades estuarinas.

Además de estas cuestiones básicas, se abren también al estudio interesantes aspectos de un fuerte componente aplicado: la posibilidad de que uno o más de los parásitos involucrados parasite, en su estadio adulto, especies de interés comercial para la pesca y la acuicultura, o incluso al ser humano. Esto ocurre precisamente con *A. (P.) longa*, la única especie de la comunidad componente que ya ha sido identificada positivamente.

Caracoles con hábitos similares a los de *H. australis* y que albergan comunidades componentes de digeneos larvales igualmente ricas, han sido utilizados como fécondos modelos biológicos para explorar interrogantes esenciales acerca de la biología parasitaria y la ecología de comunidades (e.g. *Cerithidea californica* en California-

EE.UU., Kuris 1990; Sousa 1990; *Ilyanassa obsoleta* en Delaware-EE.UU., Curtis & Hubbard 1993; Curtis 1996; *Hydrobia ulvae* en Dinamarca, Mouritsen *et al.* 1997).

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Una aplicación práctica de estas líneas de investigación que debería adquirir importancia en el futuro es la concerniente a emplear este caracol y su rico ensamble de tremátodos larvales como un potencial bioindicador de contaminación en las aguas del Río de la Plata, tal como ha sido sugerido por uno de los autores (Castro 2000) con base en estudios pioneros del mismo tipo realizados en otros países (e.g. Siddall *et al.* 1993; MacKenzie *et al.* 1995). Más recientemente, Etchegoin *et al.* (2005) propusieron el empleo de los tremátodos larvales de la especie cercana *Heleobia conexa* como indicadores ambientales en la laguna Mar Chiquita (Provincia de Buenos Aires, Argentina). La existencia de una comunidad diversa de digeneos larvales en una población dada de moluscos, dado el ciclo complejo de estos parásitos, indicaría una buena "salud ambiental" del hábitat en cuestión, pues implicaría la existencia de los hospedadores definitivos e intermediarios adecuados y el mantenimiento de las relaciones predador-presa, así como las condiciones apropiadas para el desarrollo de los huevos de tremátodos y para que los estadios de vida libre del ciclo (miracidios y cercarias) puedan encontrar e infectar a sus respectivos hospedadores. La acción antropogénica, al afectar distintos factores bióticos y abióticos del hábitat, podría resultar en el empobrecimiento de dicha comunidad de tremátodos larvales. Castro (2000) postuló que era necesario que se cumplieran tres requisitos para poder realizar estudios de este tipo: a) poblaciones abundantes de una especie dada de molusco en el ambiente que se pretende evaluar, b) que las mismas alberguen una diversa comunidad de digeneos larvales y c) que la prevalencia global de infección sea alta. Estos requisitos son satisfechos por *H. australis* y su ensamble de tremátodos larvales en la costa montevideana del Río de la Plata.

#### AGRADECIMIENTOS

A Fabrizio Scarabino por el aporte de bibliografía y sus comentarios al manuscrito; por esto último agradecemos también al resto del equipo editor de este libro. Por su colaboración en el escaneo y composición de la figura agradecemos a Estela Delgado y Alvar Carranza.

#### REFERENCIAS

- Almeida Dias ER & E Woiciechowski 1994 Ocorrência da *Phagicola longa* (Trematoda: Heterophyidae) em mugilídeos e no homem, em Registro e Cananéia, SP. Higiene Alimentaria 8(31):43-46
- Brooks DR O'Grady RT & DR Glen 1985 Phylogenetic analysis of the Digenea (Platyhelminthes: Cercomeria) with comments on their adaptive radiation. Canadian Journal of Zoology 63:411-443
- Carnevia D Perretta A Venzal JM & O Castro 2004 *Heleobia australis* (Mollusca, Hydrobiidae) y *Mugil platanus* (Pisces,

- Mugilidae), primer y segundo hospedador intermediario de *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Digenea, Heterophyidae) en Uruguay. XIII Congreso Brasileiro de Parasitología Veterinaria (Ouro Preto, 20-24 de setiembre de 2004):283
- Castro O** 2000 La comunidad de tremátodos larvales del caracol *Heleobia australis* como un potencial indicador del grado de contaminación de la costa de Montevideo. Pp 34-35 *In: Jornadas sobre Animales Silvestres, Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente* (11-13 de agosto de 2000, AEV, Comisión Ambientalista, Facultad de Veterinaria, Montevideo)
- Castro O Morgades D Capellino D Venzal JM & I Loiaz** 2002 Hallazgos parasitológicos en un chorlo rojizo (*Calidris canutus rufus* Wilson, 1813) anillado hallado muerto en las costas de Rocha, Uruguay. Pp 45-46 *In: Jornadas de Parasitología Veterinaria* (19-20 de setiembre de 2002, Facultad de Veterinaria, Departamento de Parasitología, Montevideo)
- Cheng TC** 1986 General Parasitology (Second edition). Academic Press, Orlando. 827 pp
- Costa HM Lima W & JO Costa** 1984 *Phagicola arnaldoi* (Travassos, 1928) Travassos, 1929 (Trematoda, Heterophyidae) em *Canis familiaris*. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinaria & Zootecnia 36(5):591-595
- Costa JO Lima W Guimaraes MP & ENM Lima** 1990 Frecuencia de endo e ectoparasitos de caes capturados nas ruas de Vitoria, ES, Brasil. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinaria & Zootecnia 42(5):451-452
- Cremonte F & SR Martorelli** 1998 Description of a new species of *Maritrema* (Digenea: Microphallidae) from *Larus dominicanus* (Aves: Lariidae) in Buenos Aires coast, Argentina. Folia Parasitologica 45(3):230-232
- Curtis LA** 1996 The probability of a marine gastropod being infected by a trematode. Journal of Parasitology 82(5):830-833
- Curtis LA & KM Hubbard** 1993 Species relationships in a marine gastropod-trematode ecological system. Biological Bulletin 184:131-137
- Esch GW Shostak AW Marcogliese DJ & TM Goater** 1990 Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. Pp 1-19 *In: Esch Bush & Aho* (eds) Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman & Hall, London & New York
- Etchegoin J** 2001 Dinámica de los sistemas parasitarios. Pp 171-185 *In: Iribarne* (ed) Reserva de Biosfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas Editorial Martín, Mar del Plata
- Etchegoin J & S Martorelli** 1998 Nuevas cercarias en *Heleobia conexa* (Mollusca: Hydrobiidae) de la albufera Mar Chiquita. Neotrópica 44(111-112):41-50. La Plata
- Etchegoin J Merlo MJ Sardella NH & AH Escalante** 2005 Trematodes larvales en *Heleobia conexa* (Mollusca: Cochliopidae): su uso como indicadores ambientales. XVII Congreso Latinoamericano de Parasitología. Parasitología Latinoamericana 60(2):362
- da Silva MCP da & GM Davis** 1983 D'Orbigny type specimens of *Paludestrina* (Gastropoda: Prossobranchia) from southern South America. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 135:128-146
- da Silva MCP da & IL Veitenheimer-Mendes** 2004 Nova espécie de *Heleobia* (Rissoidea, Hydrobiidae) da planície costeira do sul do Brasil. Iheringia (Série Zoologia) 94(1):89-94. Porto Alegre
- Holcman-Spector B & G Olagüe** 1989 Digenetic trematodes of the genus *Stephanoprora* Odhner, 1902 of birds of Uruguay with the description of two new species. Acta Parasitologica Polonica 34(4):311-317
- Kuris A** 1990 Guild structure of larval trematodes in molluscan hosts: prevalence, dominance and significance in competition. Pp 69-100 *In: Esch Bus & Aho* (eds) Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman & Hall, London and New York
- MacKenzie K Williams HH Williams B McVicar AH & R Siddall** 1995 Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. Advances in Parasitology 35:85-144
- Manfredi MT & M Oneto** 1997 *Phagicola longa* (Heterophyidae) in dogs from Chile: morphological findings and taxonomic problems. Parasitologia 39(1):9-11. Roma
- Martorelli S R** 1990 Estudios parasitológicos en la albufera de Mar Chiquita, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. III: Sobre dos cercarias parásitas de *Heleobia conexa* (Mollusca: Hydrobiidae) pertenecientes a la Superfamilia Echinostomatoidea. Neotrópica 36(95):5-12. La Plata
- Morgades D Castro O Capellino D Benítez G Casas L & H Katz** 2004 Fauna parasitaria del lobo fino (*Arctocephalus australis*) y del león marino (*Otaria flavescens*) (Mammalia: Pinnipedia) en las costas de Uruguay. 11ava Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 5to Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Quito, 11 al 17 de setiembre de 2004). Pp 24-25
- Mouritsen KN Jensen T & KT Jensen** 1997 Parasites on an intertidal *Corophium*-bed: factors determining the phenology of microphallid trematodes in the intermediate host populations of the mud-snail *Hydrobia ulvae* and the amphipod *Corophium volutator*. Hydrobiologia 355:61-70
- Scarabino V** 1984 Clave para el reconocimiento de moluscos litorales del Uruguay, I. Gastropoda. Contribuciones del Departamento de Oceanografía (Facultad de Humanidades y Ciencias) 1(2):12-22. Montevideo
- Shoop WL** 1988 Trematode transmission patterns. Journal of Parasitology 74(1):46-59
- Siddall R Pike AW & AH McVicar** 1993 Parasites of *Buccinum undatum* (Mollusca: Prosobranchia) as biological indicators of sewage-sludge dispersal. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 73:931-948
- Sousa WP** 1990 Spatial scale and the processes structuring a guild of larval trematode parasites. Pp 41-67 *In: Esch Bush & Aho* (eds) Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman and Hall, London and New York
- Teixeira de Freitas JF Ibáñez N & E Córdova** 1972 Ocurrencia de *Phagicola arnaldoi* en perros de Arequipa, Perú. Revista Peruana de Medicina Tropical 1:55-57
- Venturini N Rodríguez M & P Muniz** 1999 Comunidades bentónicas submareales de la Bahía de Montevideo y su relación con los aportes de materia orgánica en la región. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (V Jornadas de Zoología del Uruguay) 11(2ª época):48

## Composición y ecología de la fauna epigea de Marindia (Canelones, Uruguay) con especial énfasis en las arañas: un estudio de dos años con trampas de intercepción

FERNANDO G. COSTA\*, MIGUEL SIMO & ANITA AISENBERG

\*fgc@iibce.edu.uy



### RESUMEN

Se estudió la presencia, frecuencia y variación espacio-temporal de la fauna epigea de la costa arenosa del Río de la Plata en Marindia (Canelones, Uruguay) por medio de trampas de caída. Se colocaron 10 trampas en las primeras dunas parcialmente móviles, a 80 m de la rompiente (zona Sur), y otras 10 trampas entre los arenales fijados por vegetación, a 180 m de la rompiente (zona Norte). Las trampas contenían líquido fijador y se renovaron cada 15 días, durante dos años consecutivos (1996-1998). Se capturaron 84941 individuos. Las capturas más significativas fueron: 144 vertebrados (predominó la lagartija de la arena *Liolaemus wiegmannii*), 2398 crustáceos (predominaron los isópodos), 73930 insectos (predominaron hormigas y otros himenópteros, dípteros y coleópteros) y 8356 arácnidos (predominaron las arañas). Todas las arañas fueron araneomorfas, identificándose 25 familias y 88 especies (una sola exótica). Predominaron netamente los licósidos, de los cuales dos especies de *Allocosa* predominaron en el S y *Schizocosa malitiosa* en el N. Linyphiidae, Amphinectidae y Salticidae presentaron también gran abundancia, mientras que Lycosidae, Theridiidae y Linyphiidae fueron las más especiosas. *Schizocosa malitiosa*, una especie nativa generalista, parece haberse expandido recientemente, aprovechando los fuertes cambios antrópicos sobre la zona N. Por el contrario, *A. brasiliensis*, especie muy adaptada a los arenales libres, se habría visto reducida a una estrecha franja costera, donde persisten otras numerosas especies psamófilas. Se destaca la riqueza faunística de la zona y se insta a preservar y ampliar los escasos ambientes persistentes de dunas móviles.

**Palabras clave:** dunas de arena, araneofauna, fenología, impacto humano, indicadores biológicos

### INTRODUCCIÓN

Las zonas de mayor impacto humano de la costa uruguaya coinciden con el desarrollo del turismo veraniego. De tal manera, las costas platenses del E de la Bahía de Montevideo, Canelones y Maldonado han sido fuertemente afectadas, mientras que las de Rocha tienen en general un impacto menor. Marindia, un balneario de Canelones ubicado aproximadamente a 40 km de Montevideo, no ha escapado a este proceso. Los antiguos arenales compuestos de dunas móviles, apenas contenidas por el pasto dibujante y otras hierbas, se extendían

### ABSTRACT

The occurrence, frequency and spatial-temporal variation of the epigeic fauna of the sandy coast of the Río de la Plata in Marindia (Canelones, Uruguay) were studied using pitfall traps. Ten traps were placed in the first, partially mobile sand dunes (Southern zone) 80 m away from the wave pointbreak, and another 10 traps were placed 180 m from the pointbreak, where sand is fixed by vegetation (Northern zone). Pitfall traps contained fixing solution and were changed every 15 days, during two years (1996-1998). A total of 84941 individuals were captured. The most significant captures were: 144 vertebrates (the sand lizard *Liolaemus wiegmannii* predominated), 2398 crustaceans (isopods predominated), and 73930 insects (ants and other hymenopterans, flies and beetles predominated) and 8356 arachnids (spiders predominated). All spiders were araneomorphs, identifying 25 families and 88 species (only one exotic species was found). Lycosids were clearly dominant: two species of *Allocosa* in the S and *Schizocosa malitiosa* in the N. Linyphiidae, Amphinectidae and Salticidae also showed high abundance, while Lycosidae, Theridiidae and Linyphiidae showed the highest species diversity. *Schizocosa malitiosa*, a native and generalist lycosid species, seems to have recently expanded by successfully adapting to the strong environmental changes in the N zone. On the contrary, *A. brasiliensis*, a lycosid adapted to the open sand fields, was reduced to a very narrow coastal strip, where several other psammophilic species occur. The faunistic richness of the zone is stressed, and the need to preserve and expand the few environments persisting with mobile dunes is insisted upon.

**Key words:** sand dunes, araneofauna, phenology, human impact, biological indicators

en este sector de Canelones desde la costa hasta la Laguna del Cisne y el Arroyo Tropa Vieja, entre 3.0 y 3.5 km. al N. De acuerdo a Berenguer (2000), la forestación masiva con plantas exóticas con fines turísticos se inició en 1937, por lo cual las grandes modificaciones antrópicas se consolidan desde hace más de 60 años. Se construyeron calles y se parcelaron y vendieron terrenos, que fueron gradualmente edificados, formando los balnearios Salinas y Marindia. La franja de aproximadamente 200 m de ancho paralela al Río de la Plata se mantuvo casi libre de calles y edificaciones sufriendo sólo las modifica-

ciones causadas por la vegetación exótica para fijar las dunas. La acción humana directa en esta franja se ha limitado a la formación de múltiples y esporádicos caminos en la propia arena, debidos al pasaje de los veraneantes hacia la playa. En los últimos 30 años, el número de árboles de gran porte (pinos, eucaliptos) ha disminuido drásticamente debido a la tala e incendios esporádicos, abundando sólo las acacias.

De acuerdo a lo expuesto, la antigua gran franja de arenas móviles hoy ha sido limitada drásticamente. Los elencos de fauna preexistente son casi desconocidos, y el fuerte impacto de urbanización probablemente haya relegado a los animales psamófilos a la franja S, menos modificada, y particularmente a los escasos metros de dunas móviles contra el mar. Gudynas (1987; 1989) ha señalado la persistencia de numerosos anfibios y reptiles en una franja similar en Solymar, balneario que dista unos 25 km de Montevideo. Costa (1991) destacó el éxito colonizador de una araña vagabunda nativa (*Schizocosa malitiosa*, Lycosidae), que se adaptó exitosamente a la zona balnearia. Costa (1995), por otra parte, señaló que otras arañas vagabundas sumamente adaptadas a la vida psamófila (*Allocosa* spp., Lycosidae) abundan exclusivamente en la estrecha franja costera, siendo hoy inexistentes en la zona urbanizada. El conocimiento de la ecología de depredadores (en este caso, principalmente insectívoros) aporta información no sólo de las especies involucradas sino también sobre las poblaciones de presas, brindando conocimientos básicos muy ricos para estimar el estado general de las comunidades. Sin embargo, no se dispone hasta el presente de registros exhaustivos y sistematizados de la riqueza y distribución espacio-temporal de la fauna terrestre de esta zona.

En el presente trabajo se presentan los resultados de un relevamiento de animales epígeos pequeños y medianos, realizado durante dos años consecutivos en la franja costera de Marindia (Canelones, Uruguay), con especial énfasis en las arañas. Asimismo, se evalúan la riqueza faunística, se comparan los impactos sufridos en la zona N y la zona S, y se realizan propuestas para detener y revertir el deterioro ambiental.

#### ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

La franja costera estudiada en Marindia, Canelones (34°46'49.9"S, 55°49'34.1"W), se ubica a la altura del km 39.500 de la Ruta Interbalnearia (Fig. 1).

La playa abierta tiene un ancho aproximado de 60 m desde la rompiente hasta la primera duna, con arena de granulación media a fina, de blanquecina a incolora. Le sigue una primera línea de dunas más o menos móviles, donde predomina el pasto dibujante *Panicum racemosum* (Gramineae) pero también son frecuentes *Senecio crassiflorus* (Compositae) y la redondita de agua *Hydrocotyle bonariensis* (Umbelliferae) (Fig. 2).

Estas dunas ocupan una franja elevada respecto a las zonas vecinas; la franja tiene un ancho variable, aunque generalmente oscila entre 20 y 40 m. A esta franja la denominaremos de aquí en adelante zona Sur (S). La

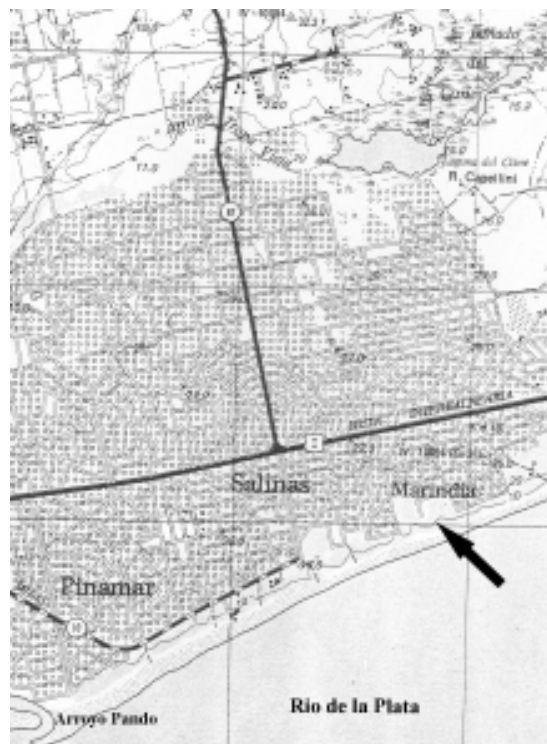
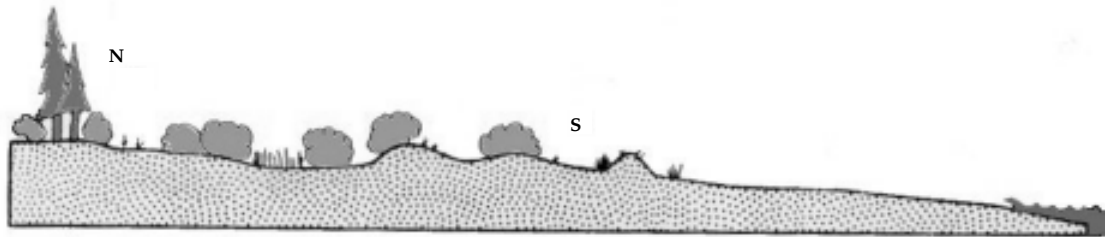


Figura 1. Mapa de Marindia y zonas aledañas. La flecha indica el área de estudio. Modificado de la carta 1:50.000 del Servicio Geográfico Militar.



Figura 2. Foto panorámica de las dunas costeras de Marindia, Canelones.

acacia exótica (*Acacia longifolia*, Leguminosae) hace intrusiones en esta franja y predomina en la cara N de las dunas, cubriéndolas en gran parte de su extensión. Tras las dunas existen zonas bajas donde son frecuentes los charcos temporales caracterizados por junco de copo *Androtrichium trigynum* (Cyperaceae). La zona se va elevando suavemente hasta la rambla costanera, ubicada a unos 200 m de la rompiente (Fig. 3). La vegetación aquí es abundante y variada, incluyendo hierbas y árboles exóticos, entre los cuales predomina la mencionada *A. longiflora*, existiendo ejemplares aislados de pino maríti-



**Figura 3.** Perfil del área estudiada. La zona Sur (S) se ubicó a 80 m de la rompiente y consistió de dunas de arena parcialmente fijadas. La zona Norte (N) distó 180 m de la rompiente y consistió de arena fijada definitivamente, con vegetación más alta y variada. Redibujado y modificado de Costa (1991).

mo (*Pinus pinaster*, Pinaceae) y algunos arbustos autóctonos de bajo porte como la chirca de monte (*Dodonaea viscosa*, Sapindaceae). Estos árboles no sólo fijan la arena sino que generan sombra y protección contra los vientos (particularmente *A. longifolia*), así como hojarasca que cubre el suelo. Por una lista más extensa de las especies herbáceas de la zona, ver Costa (1995). Esta franja de arenales fijos al N de las dunas la denominaremos zona Norte (N).

Se seleccionó un sector de la costa poco frecuentado por los veraneantes, para evitar su interferencia. Se colocaron trampas de caída (*pit-fall traps* o trampas de Barber), cuyo uso mostró ser muy eficiente para arañas epígeas (Costa *et al.* 1991). Las trampas consistieron en vasos de plástico con forma de cono truncado, de 7.5 cm de diámetro superior, 5.5 cm de diámetro inferior y 10.0 cm de profundidad. Cada trampa tenía dos vasos, uno dentro del otro: el vaso interno contuvo el líquido fijador (120 ml) y el externo permanecía enterrado en la arena mientras se renovaba el contenido del vaso interno, evitando el desmoronamiento. El líquido fijador utilizado fue solución de formol al 10%, agregándose jabón líquido que disminuye la evaporación y dificulta el escape de los animales caídos. El vaso externo tenía un pequeño agujero en la cara inferior y el interno en un lado, en el tercio superior, a los efectos de drenar el posible exceso de líquido debido a las lluvias. De esta manera, el líquido se derrama por el orificio lateral, corre entre las dos paredes de los vasos y sale por el orificio inferior, siendo absorbido por la arena y evitando la pérdida de animales capturados. Se colocaron 10 trampas en la zona S y 10 trampas en la zona N, separadas entre sí 10 m y generalmente en dos líneas de 5 trampas cada una, paralelas a la costa y evitando las zonas transitadas por veraneantes. Las trampas se mantuvieron durante dos años, desde el 18 de octubre de 1996 al 23 de octubre de 1998, y su contenido se renovó estrictamente cada 15 días. El contenido del vaso interior era filtrado con un colador de 1 mm de malla, se le agregaba alcohol 70% y era trasladado en bolsas de plástico con la identificación correspondiente al laboratorio. La mayoría de los individuos capturados fueron clasificados en grandes categorías taxonómicas, excepto las arañas y algunos otros animales de particular significación, que lo fueron hasta especie (morfoespecie en algunos casos). Las arañas además fueron medidas

(largo de cefalotórax), sexadas y calificadas con una escala arbitraria de coloración (claras, intermedias y oscuras). A causa del limitado conocimiento de la sistemática de la araneofauna uruguaya, varias morfoespecies claramente diferenciables fueron nominadas provisoriamente con números (e.g. Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 3, *Lycosa* sp.1).

## RESULTADOS

### Capturas globales

Se capturaron en total 84941 individuos, de los cuales 49076 correspondieron al primer año y 35865 al segundo. La distribución cuantitativa de las capturas en los grandes taxones para todo el período de estudio se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Número de individuos totales capturados durante los dos años de estudio en Marindia, clasificados en taxones altos.

Vertebrados	144	Insectos	73930
<b>Arácnidos</b>	<b>8356</b>	Himenópteros	52907
Arañas	6160	Dípteros	13191
Opiliones	78	Coleópteros	5297
Pseudoescorpiones	27	Grillos	262
Ácaros	2091	Lepidópteros	231
<b>Crustáceos</b>	<b>2398</b>	Langostas	107
Isópodos	2147	Larvas	252
Anfípodos	250	Apterigotos	1441
Decápodos	1	Otros	242
<b>Miriápodos</b>	<b>101</b>	<b>Otros invertebrados</b>	<b>12</b>
Quilópodos	40		
Diplópodos	61	<b>TOTAL</b>	<b>84941</b>

### Vertebrados

Se capturaron 144 vertebrados. Ciento diecisiete fueron lagartijas: 104 individuos de la lagartija de la arena *Liolaemus wiegmanni* (Tropiduridae) (Fig. 3) y 13 de la lagartija verde *Teius oculatus* (Teiidae). Ambas presentaron distribución espacial muy homogénea: 52 individuos en la zona N y 55 en la zona S para *L. wiegmanni*; siete y seis individuos para *T. oculatus*, respectivamente. Los individuos abundaron entre enero y mayo.

Se recolectaron 23 anfibios. Dieciséis fueron individuos de la ranita gato *Physalaemus gracilis* (Leptodactylidae), con nueve capturas en el N y siete en el S, y otros tres fueron individuos del escuerzo chico

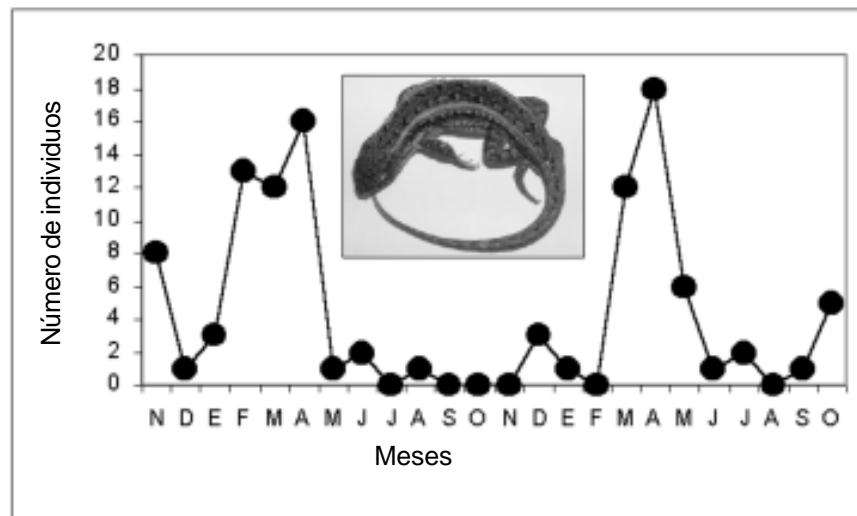


Figura 4. Distribución temporal de frecuencias de captura de la lagartija de la arena *Liolaemus wiegmanni* durante los dos años de estudio.

*Odontophrynus americanus* (Leptodactylidae), todos en N. Se capturaron también cuatro sapitos de jardín *Chaunus dorbignyi* (Bufonidae), dos al N y dos al S, así como cuatro ratones *Calomys laucha* (Cricetidae) en la zona S.

#### Invertebrados

Predominaron ampliamente los artrópodos. Se reconocieron además un turbelario (Tricladida), ocho lombrices de tierra y tres caracoles *Paralaoma servilis* (Stylommatophora, Punctidae). De acuerdo a lo esperado, los artrópodos fueron la enorme mayoría de los individuos capturados (99.8%). Los insectos a su vez fueron ampliamente mayoritarios (87.0%), fundamentalmente debido al enorme número de hormigas, que constituyeron por sí solas el 60.6% de todos los individuos recolectados. Un aporte muy importante lo constituyeron las

hormigas cortadoras del género *Acromyrmex*, cuya presencia fue sumamente desigual en las distintas trampas, aún en la misma zona y en la misma recolección temporal. Se destacó la captura de 385 avispas, en su mayoría *Anoplius bicinctus* (Pompilidae), predadores de arañas (Fig. 5). Los dípteros fueron sorprendentemente abundantes para lo esperado por el método de captura (15.5%).

También abundaron los coleópteros (6.2%). Dentro de los coleópteros se destacó la presencia de 237 cicindélicos cazadores, pertenecientes al menos a dos especies. Se capturaron también 55 forficulas (Dermaptera) de al menos dos especies (Fig. 6) y 52 larvas de hormiga león (Neuroptera). Dentro de los crustáceos predominaron los isópodos o "bichos bolita" (*Armadillidium* spp.), particularmente en la zona N; los anfípodos, por el contrario, se encontraron principalmente en la zona S.

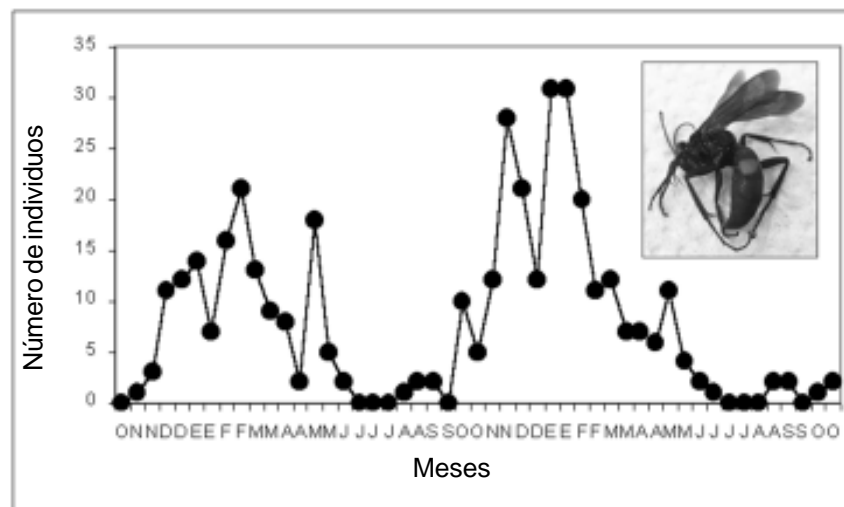


Figura 5. Distribución temporal de las avispas pompilidas, predadoras de arañas.

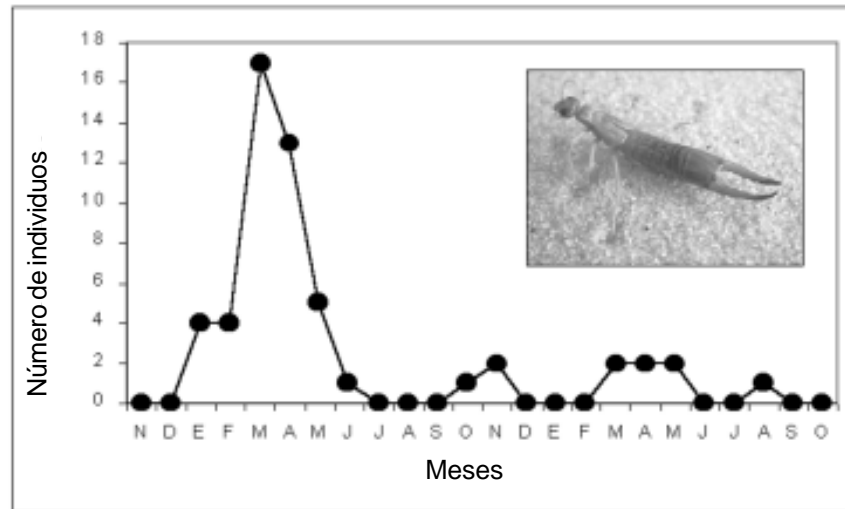


Figura 6. Distribución de las forficulas (Dermaptera) durante el período estudiado.

#### Arácnidos

Las arañas predominaron entre los arácnidos (ver Tabla 1). Los opiliones fueron escasos, presentando cuatro especies: *Acanthopachylus aculeatus* (predominante), *Parampheres bimaculatus* y *Pachyloides thorellii* (Gonyleptidae) y *Holmbergiana weyenberghi* (Phalangidae). Su presencia fue mayor en la zona N (Toscano-Gadea & Simó 2004). Los pseudoescorpiones sorprendieron por su presencia mayor a lo esperable, dadas las escasas capturas registradas de estos animales en Uruguay. Los ácaros fueron todos libres y sin duda fueron subestimados por su pequeño tamaño y el filtraje metódico del material capturado cuando eran renovadas las trampas, escapando al conteo.

#### Arañas

Se capturaron 3259 arañas en el primer año de estudio y 2901 en el segundo. En la zona S se recolectaron 3088 y en la zona N 3072 individuos. Todas las arañas pertenecieron al infraorden Araneomorphae. Se identificaron 25 familias y 88 especies (ver Tabla 2). Las arañas lobo (Lycosidae) predominaron netamente en número en ambas zonas (3450 individuos), representando 56.0% del total de arañas capturadas. Otras familias como Linyphiidae, Amphinectidae y Salticidae mostraron cantidades muy importantes de individuos, representando 10.6, 6.5 y 6.0% del total, respectivamente. Lycosidae, Theridiidae y Linyphiidae presentaron el mayor número de especies (13, 13 y 12 spp., respectivamente), seguidas por Corinnidae, Gnaphosidae y Salticidae (siete spp.). Theridiidae presentó un alto número de especies a pesar de representar sólo 3.9% de las capturas. Amphinectidae, por el contrario, mostró alto número de individuos y estuvo representada por una sola especie (*M. simoni*).

Los licósidos presentaron picos máximos de capturas en el período cálido (Fig. 7), debido principalmente a las caídas de hembras transportando crías. Los indivi-

duos de las otras familias también abundaron en el período templado y cálido, salvo los linífidos, que abundaron en invierno.

Las especies con mayor cantidad de individuos recolectados fueron generalmente licósidos (*S. malitiosa*, *Allocosa* sp. 1, *Allocosa brasiliensis*, *L. thorelli*, *L. carbonelli* y *Lycosa* sp. 3), así como el anfinéctido *Metaltella simoni* y el salticido *Ailluticus nitens*. En la zona N, se destacaron *Schizocosa malitiosa* (Lycosidae, netamente predominante) (Fig. 8), *Ailluticus nitens* (Salticidae), *Sphecozone* sp. 1 (Linyphiidae), *Steatoda ancorata* (Theridiidae) y *Caponina notabilis* (Caponidae).

En la zona S predominaron netamente dos especies de *Allocosa* (*A. sp. 1* y *A. brasiliensis*, Lycosidae) (Fig. 9), destacándose también *Sphecozone* sp. 2 (Linyphiidae), *Sanogasta maculatipes*, *S. backhauseni* (Anyphaenidae) y *Cybaeodamus ornatus* (Zodariidae), todas de coloración clara. *Metaltella simoni* (Amphinectidae) fue frecuente por igual en ambas zonas.

#### DISCUSIÓN

En general, no se encontraron fluctuaciones importantes en el número de individuos capturados entre los dos años de estudio. Toscano-Gadea & Simó (2004) indicaron que las temperaturas medias y precipitaciones pluviales tampoco variaron sustancialmente en Marindia, durante este período. Sin embargo, algunos grupos presentaron diferencias marcadas, como las avispas cazadoras de arañas y las forficulas, así como las arañas salticidas y linífidas, cuya interpretación será motivo de futuros estudios.

Los individuos pequeños, como colémbolos y ácaros, fueron subestimados debido al método de muestreo, ya que el material capturado se filtraba con una malla de 1 mm. También lo fueron aquellos animales grandes que excedían las posibilidades de intercepción de trampas de 7.5 cm de diámetro, particularmente vertebrados



**Tabla 2.** Clasificación por familia, género y especie de los individuos capturados, así como por sexo en adultos y subadultos (SA), más los juveniles restantes y los totales por taxón y por sexo u estado de desarrollo. Cuatro individuos en muy mal estado de conservación (deteriorados) no pudieron asignarse a familia. En Linyphiidae, 33 individuos pudieron asignarse a esta familia pero no a género debido a su deterioro (Liny. indet.). En *Allocosa* numerosos individuos juveniles no pudieron ser discriminados entre las dos especies (*Allocosa* indet.). Los individuos de géneros desconocidos por los autores se designaron con la abreviatura de la familia (e. g. Salt. por Salticidae). En dos casos, se usó el nombre de la subfamilia (Allocosinae y Pardosinae, en Lycosidae). Las morfoespecies claramente identificables pero sin nombre conocido para los autores, se designaron con números (sp. 1, sp. 2, etc).

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	MACHO	HEMBRA	MACHO SA	HEMBRA SA	JUVENIL	TOTALES
Amaurobidae	Amau.	sp.1	1	0	0	0	0	1
Amphinectidae	<i>Metaltella</i>	<i>simoni</i>	128	51	12	20	192	403
Anyphaenidae	<i>Sanogasta</i>	<i>maculatipes</i>	64	64	15	1	33	177
	<i>Sanogasta</i>	<i>backhauseni</i>	33	18	6	1	30	88
	<i>Sanogasta</i>	(juveniles)	0	0	1	0	35	36
	Anyp.	sp.1	1	0	1	0	0	2
	Anyp.	sp.2	1	0	0	0	0	1
	Anyp.	sp.3	1	0	1	0	18	20
Araneidae	Aran.	sp.1	0	0	0	0	2	2
Caponiidae	<i>Caponina</i>	<i>notabilis</i>	47	31	2	0	25	105
Clubionidae	Club.	sp1	4	5	4	1	18	32
Coriidae	<i>Falconina</i>	<i>gracilis</i>	24	21	4	2	23	74
	<i>Meriola</i>	(juveniles)	0	1	0	0	5	6
	<i>Meriola</i>	sp.1	1	2	0	0	0	3
	<i>Meriola</i>	sp.2	2	0	0	0	0	2
	<i>Meriola</i>	<i>cefiformis</i>	6	8	0	0	0	14
	<i>Meriola</i>	<i>teresita</i>	1	0	0	0	0	1
	<i>Trachelopachys</i>	sp.1	0	1	0	0	1	2
	Corin.	(juveniles)	0	0	1	0	42	43
Ctenidae	<i>Asthenoctenus</i>	<i>borellii</i>	0	0	0	0	3	3
	<i>Ctenus</i>	<i>taeniatus</i>	0	0	0	0	2	2
Dysderidae	<i>Dysdera</i>	<i>crocata</i>	1	1	1	0	1	4
Gnaphosidae	Gnap.	sp.1	6	0	0	0	0	6
	<i>Apodrassodes</i>	sp.1	15	10	0	0	1	26
	<i>Apodrassodes</i>	sp.2	0	4	0	1	2	7
	<i>Apodrassodes</i>	(juveniles)	0	0	2	0	7	9
	<i>Apopyllus</i>	<i>iheringi</i>	5	3	1	1	2	12
	<i>Drassyllus</i>	sp.1	4	4	0	0	4	12
	<i>Drassyllus</i>	sp.2	1	0	0	0	0	1
	<i>Zimiromus</i>	sp.1	2	2	0	0	0	4
	Gnap.	(juveniles)	0	0	1	2	32	35
	Hahniidae	<i>Neohahnia</i>	sp.1	4	2	0	0	2
Heteropodidae	<i>Polybetes</i>	<i>pallidus</i>	1	0	0	2	3	6
Linyphiidae	Liny.	sp.1	38	8	0	0	0	46
	Liny.	sp.2	47	24	2	0	1	74
	Liny.	sp.3	7	0	1	0	6	14
	Liny.	sp.4	59	22	5	0	11	97
	Liny.	sp.5	22	8	1	0	1	32
	Liny.	sp.6	2	1	0	0	1	4
	Liny.	sp.7	15	8	0	0	0	23
	Liny.	sp.8	6	8	0	0	0	14
	<i>Dubiaranea</i>	sp.1	1	0	0	0	0	1
	<i>Sphecozone</i>	(juveniles)	1	0	0	0	4	5
	<i>Sphecozone</i>	sp.1	80	35	3	3	8	129
	<i>Sphecozone</i>	sp.2	88	78	5	0	12	183
	<i>Sphecozone</i>	sp.3	0	1	0	0	0	1
	Liny.	(indet.)	9	7	4	1	12	33
Lycosidae	Lycos.	(juveniles)	0	0	0	0	3	3
	<i>Diapontia</i>	sp.1	0	1	0	0	0	1
	<i>Lycosa</i>	sp.1	1	1	0	0	103	105
	<i>Lycosa</i>	sp.2	2	0	0	0	0	2
	<i>Lycosa</i>	sp.3	39	13	6	3	154	215
	<i>Lycosa</i>	<i>carbonelli</i>	4	6	0	0	228	238
	<i>Schizocosa</i>	<i>malitiosa</i>	53	45	2	4	1174	1278
	<i>Lycosa</i>	<i>poliostoma</i>	1	1	0	1	0	3
	<i>Lycosa</i>	<i>thorelli</i>	20	15	1	4	241	281
<i>Lycosa</i>	<i>inornata</i>	4	2	0	0	27	33	

	<i>Agalenocosa</i>	sp.1	0	1	0	0	0	1
	Allicosinae	sp.1	3	1	0	0	0	4
	<i>Allocosa</i>	sp.1	11	157	8	10	489	675
	<i>Allocosa</i>	<i>brasiliensis</i>	26	39	20	11	234	330
	<i>Allocosa</i>	(indet.)	0	0	0	0	265	265
	Pardosinae	sp.1	6	4	2	1	3	16
Miturgidae	<i>Teminius</i>	<i>insularis</i>	1	1	0	0	3	5
Oxyopidae	<i>Oxyopes</i>	(juveniles)	0	0	0	0	1	1
	<i>Oxyopes</i>	sp.1	2	0	0	0	2	4
	<i>Oxyopes</i>	sp.2	1	0	0	0	0	1
Philodromidae	Phil.	sp.1	3	1	0	0	3	7
	<i>Paracleocnemis</i>	sp.1	0	0	0	0	1	1
Salticidae	Salt.	(indet.)	1	4	1	0	20	26
	Salt.	sp.1	3	3	0	0	3	9
	Salt.	sp.2	8	4	4	0	11	27
	Salt.	sp.3	1	4	0	0	1	6
	Salt.	sp.4	2	0	1	0	0	3
	Salt.	sp.5	0	1	0	0	1	2
	Salt.	sp.6	1	0	0	0	0	1
	<i>Alluticus</i>	<i>nitens</i>	69	32	11	1	182	295
Scytodidae	<i>Scytodes</i>	sp.1	15	8	1	0	13	37
Segestridae	<i>Ariadna</i>	sp.1	0	0	0	0	2	2
Tetragnathidae	<i>Glenognatha</i>	<i>lacteovittata</i>	4	0	0	0	0	4
Theridiidae	Ther.	(juveniles)	0	0	0	0	8	8
	Ther.	sp.1	1	2	1	0	0	4
	Ther.	sp.2	2	0	0	0	0	2
	Ther.	sp.3	1	0	0	0	0	1
	Ther.	sp.4	0	1	0	1	0	2
	Ther.	sp.5	110	1	5	0	2	118
	Ther.	sp.6	0	3	2	0	0	5
	Ther.	sp.7	0	0	0	0	1	1
	Ther.	sp.8	0	1	0	0	0	1
	<i>Dipoena</i>	sp.1	9	1	1	0	1	12
	<i>Phoroncidia</i>	sp.1	3	3	0	0	0	6
	<i>Phoroncidia</i>	sp.2	0	2	0	0	0	2
	<i>Steatoda</i>	<i>ancorata</i>	32	18	4	1	21	76
	<i>Steatoda</i>	sp.1	0	0	1	0	0	1
Thomisidae	Thom.	(juveniles)	0	0	0	0	10	10
	<i>Oxyptila</i>	sp.1	22	5	2	3	23	55
	Thom.	sp.1	1	0	0	0	0	1
	Thom.	sp.2	3	0	0	1	6	10
	Thom.	sp.3	1	0	0	0	0	1
Titanoecidae	<i>Goeldia</i>	<i>luteipes</i>	23	0	1	0	0	24
Zodariidae	<i>Cybaeodamus</i>	<i>ornatus</i>	56	8	6	2	60	132
Deteriorados			1	1	1	0	1	4
TOTALES			1273	824	155	78	3830	6160

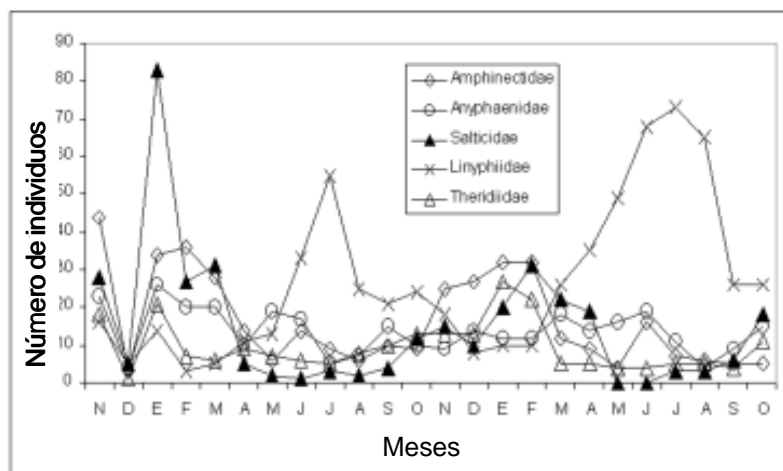


Figura 7. Distribución temporal de las arañas capturadas en las familias mejor representadas (excepto Lycosidae).

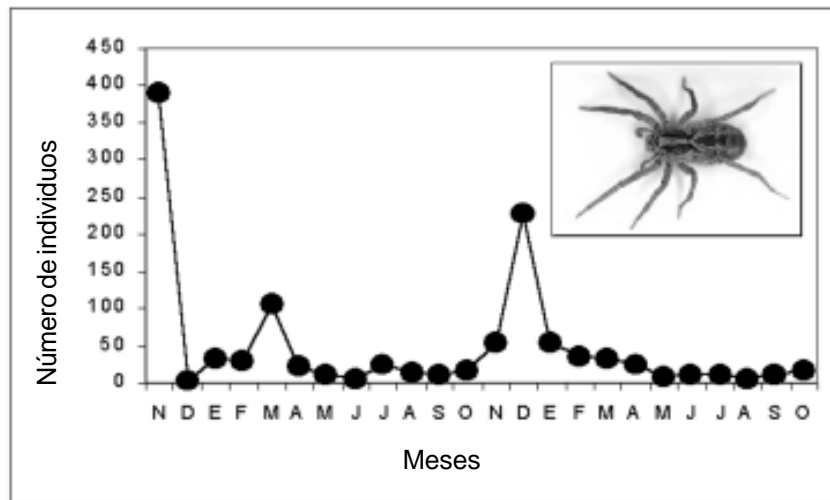


Figura 8. Distribución temporal de las capturas de la araña lobo *Schizocosa malitiosa*.

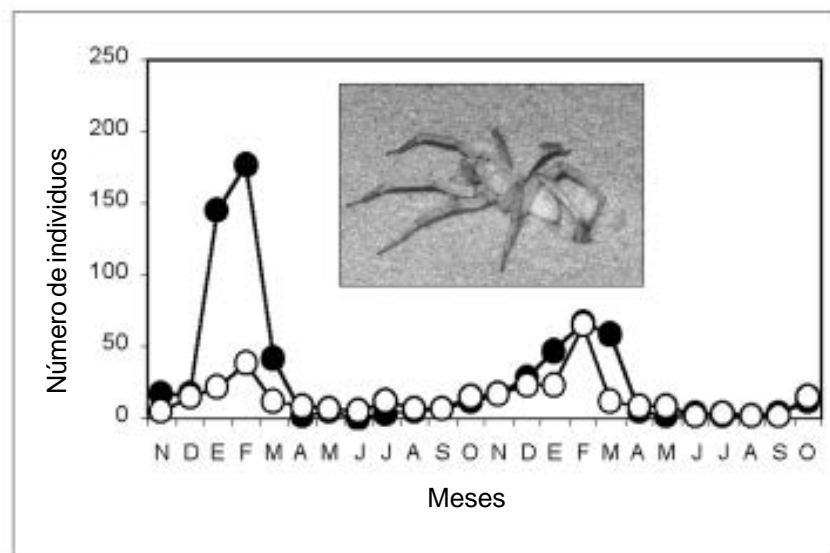


Figura 9. Distribución temporal de las capturas de dos especies de arañas de la arena, *Allocosa* spp. (Lycosidae). En círculos vacíos se representa *A. brasiliensis* y en círculos llenos *A. sp.1*.

(laslagartijas verdes, ratones y otros mamíferos presentes). Asimismo, fueron subestimados los animales no epigeos en general.

Los anfibios y reptiles capturados son frecuentes en el área geográfica de estudio (Achaval & Olmos 1997). Gudynas (1989) estimó que la lagartija verde grande *T. oculatus* se ha visto desfavorecida por influjo antrópico en los arenales costeros. Esta lagartija también fue escasa en Marindia, aunque no se puede descartar la influencia de su tamaño grande en individuos añosos como una limitante importante para caer en las trampas pequeñas utilizadas. Aún así, los escasos individuos juveniles capturados parecen confirmar su baja abundancia en la zona de estudio. Por otra parte, es llamativo el claro predomi-

nio de la rana *P. gracilis* (70%) entre los anfibios, ya que Gudynas (1989) lista otras 11 especies comunes en una zona comparable, pero capturadas a mano o visualizadas. Posiblemente esta especie frecuente los ambientes abiertos, como aquellos donde se ubicaron las trampas, y tenga más facilidad para caer y/o más dificultades para escapar desde estos recipientes.

La presencia abundante de hormigas cortadoras (*Acromyrmex* spp.) se vincula obviamente con su actividad de forrajeo, accionando fundamentalmente sobre las acacias en primavera, verano y otoño (la actividad invernal es muy baja). Su presencia sumamente desapareja en las trampas probablemente se deba al uso de caminos reiteradamente transitados que, de estar cercanos a una

trampa, le aportan gran cantidad de individuos por caída directa o traslado por vientos cuando transportan grandes trozos de hojas. Fue frecuente encontrar trampas literalmente repletas de estas hormigas, impidiendo nuevas caídas, mientras que otras similares no captura an ningún individuo. Los opiliones fueron muy escasos en número y diversidad, representando sólo 15% de las especies citadas por Capocasale (2003) para Uruguay. Probablemente, el hábitat arenoso, relativamente uniforme, recientemente modificado y con pocos refugios, limitó la ocupación de este taxón que es especioso en ambientes estables y predecibles, con buena oferta de refugios. El mismo fenómeno, aún más extremo, debió ocurrir con las arañas migalomorfas, ausentes en las capturas (Costa *et al.* 1991). La zona costera estudiada, en cambio, mostró ser muy rica en especies de arañas araneomorfas. Capocasale (1990; 1993) y Capocasale & Pereira (2003) indicaron la presencia de 39 familias y 181 especies de arañas para todo el Uruguay, de las cuales 28 fueron migalomorfas y 153 araneomorfas. Las familias obtenidas en este trabajo representan 64% del total indicado por estos autores. Por otra parte, la riqueza específica de la araneofauna de la pequeña zona estudiada fue 49% del total y 58% de las araneomorfas respecto a la riqueza indicada para todo el país. Más aún, el porcentaje es muy significativo si se tiene en cuenta que en el presente trabajo se utilizó una única técnica (*pitfalls*) que sesga hacia las especies caminadoras del suelo. En concordancia, sólo se encontró una especie de Araneidae (tejedoras de redes orbiculares) mientras Capocasale & Pereira (2003) indicaron 39 especies para el país. Sin embargo, los altos porcentajes mostrados arriba probablemente estén exagerados, debido al escaso conocimiento de varios taxones en todo el país. Los resultados sugieren claramente que el número real de especies en el país es muy superior, particularmente en algunas familias. Por ejemplo, en este trabajo se indican 13 especies de Linyphiidae, mientras sólo cuatro especies son indicadas por Capocasale & Pereira (2003) para todo el país. Más allá de una posible sobrevaloración de la riqueza en esta familia, era esperable un número relativamente alto de especies ya que Bristowe dedicó un capítulo entero en su influyente libro "The comity of spiders" (1941) para discutir la dominancia de los linífidos en las zonas templadas. El presente análisis muestra fuertes carencias en el estado de conocimiento taxonómico del Uruguay, sugiriendo la conveniencia de encauzar los esfuerzos sobre determinadas familias (Linyphiidae, Theridiidae, Salticidae) para una estimación más correcta del elenco de especies presentes en el país.

Se encontró una sola especie sinantrópica, la cosmopolita *Dysdera crocata*, con sólo cuatro individuos encontrados en ambas zonas. Es llamativa la ausencia de otras especies sinantrópicas, dada la fuerte incidencia humana en las zonas, particularmente en la zona N. Por otra parte, *Ctenus taeniatus* y *Asthenoctenus borellii* son especies nativas de relativa abundancia en la zona (Simó *et al.* 2000), pero su escasa representación en las capturas pudo

deberse a que esta especie presentan fascículos subungueales que reducen la posibilidad de caída en las trampas.

Titanoecidae es la familia de arañas citada más recientemente para Uruguay (Simó 1999), en base al material recolectado en el presente estudio. Se citan por primera vez para el Uruguay los siguientes géneros y especies: *Apodrassodes*, *Drasyllus* y *Zimiromus* (Gnaphosidae); *Dubiaranea* (Linyphiidae); *Agalenocosa* (Lycosidae); *Paracleocnemis* (Philodromidae); *Aillutticus* (Salticidae); *Glenognatha* (Tetragnathidae); *Dipoena*, *Phoroncidia* (Theridiidae) y *Oxyptila* (Thomisidae). Una nueva subfamilia Pardosinae (Lycosidae) fue citada por primera vez para el país y a nivel de especie se citan: *Lycosa inornata* (Lycosidae), *Glenognatha lacteovittata* (Tetragnathidae) y *Aillutticus nitens* (Salticidae). Aún restan muchas especies por identificar (ver Tabla 2), las cuales determinarían nuevas citas para el Uruguay o descripciones de nuevas especies para la ciencia.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo permitió incrementar el material depositado en colecciones de Uruguay, particularmente de familias hasta el momento poco representadas como Titanoecidae, Hahniidae y Zodariidae. Sería importante continuar los esfuerzos en la identificación a nivel específico de todos los taxa registrados a los efectos de conocer mejor la comunidad de arañas de esta zona del país. También será necesario incentivar esfuerzos para el desarrollo de nuevas líneas de investigación en taxonomía y sistemática de los grupos menos conocidos. Así mismo, el severo riesgo que sufre la zona la ubica como de alta prioridad para estudios ecológicos y faunísticos, dado que aún mantiene un alto nivel de biodiversidad.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

De todo lo que se ha planteado en este trabajo se desprende que la franja costera arenosa de Marindia, pese a las importantes modificaciones sufridas, presenta aún una fauna epígea abundante y muy rica en especies, que por sus características cromáticas y por su actividad frecuente nocturna pasa desapercibida para el observador común. Los artrópodos son claramente predominantes, mostrando variaciones cuantitativas y cualitativas de acuerdo a la zona (N o S), de diferente impacto antrópico. Las especies animales introducidas parecen ser muy escasas. Surge claramente la recomendación de mantener y en lo posible ampliar esta estrecha franja costera, que oficia tanto de reservorio como de corredor de una importante fauna psamófila relictual. Se recomienda especialmente no insistir con el cultivo de árboles exóticos y evitar la construcción de caminos de acceso de autos a la cercanía del mar, que interrumpen la función de corredor de la franja. Teniendo en cuenta la importancia que tienen las playas en el turismo del país y que esta actividad ha mostrado un importante desarrollo en los

últimos años, sería recomendable mantener el acceso a la playa mediante senderos informales, que afecten poco a los animales, mantengan las características del paisaje y fomenten la observación y conocimiento faunístico por parte de los veraneantes.

#### AGRADECIMIENTOS

Carlos Toscano-Gadea determinó inicialmente gran parte del material de invertebrados e identificó los opiliones. Lucía Rodríguez colaboró en el procesamiento de las arañas; Gonzalo Useta nos cedió varias fotografías. Raúl Maneyro determinó los anfibios y reptiles, Guillermo D'Elía los ratones y Fabrizio Scarabino los caracoles. Gracias también a Arno Lise, Cristina Scioscia, Antonio Brescovit y Éder Álvares, por la ayuda en la identificación de arañas.

#### REFERENCIAS

- Achaval F & A Olmos** 1997 Anfibios y reptiles del Uruguay. Imprenta Barreiro y Ramos, Montevideo. 128 pp
- Berenguer WF** 2000 Historia del balneario Salinas y de su fundador, Hildebrando A. Berenguer. Imprenta Matutina, Montevideo. 178 pp
- Bristowe WS** 1941 The comity of spiders. II. Ray Society, London. 332 pp
- Capocasale RM** 1990 An annotated checklist of Uruguayan spiders. *Aracnología* 11/12:1-23. Montevideo
- Capocasale RM** 1993 Arañas del Uruguay, VI. Las familias Amaurobiidae, Corinnidae, Clubionidae, Dictynidae, Hahnidae, Mecicobothriidae, Miturgidae, Pisauridae, Segestriidae, Selenopidae y Trechalidae. *Aracnología (Supl. 7)*:1-8. Montevideo
- Capocasale RM** 2003 Diversidad de la biota uruguaya. Opiliones. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo) 2ª serie* 10(2):1-8
- Capocasale RM & A Pereira** 2003 Diversidad de la biota uruguaya. Araneae. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (Montevideo) 2ª serie* 10(5):1-32
- Costa FG** 1991 Fenología de *Lycosa malitiosa* Tullgren (Araneae, Lycosidae) como componente del criptozoos en Marindia, localidad costera del sur del Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época)* 6:8-21
- Costa FG** 1995 Ecología y actividad diaria de las arañas de la arena *Allocosa* spp. (Araneae, Lycosidae) en Marindia, localidad costera del sur del Uruguay. *Revista Brasileira de Biología* 55(3):457-466
- Costa FG Pérez-Miles F Gudynas E Prandi L & RM Capocasale** 1991 Ecología de los arácnidos criptozoicos, excepto ácaros, de Sierra de las Animas (Uruguay). *Ordenes y familias. Aracnología* 13/15:1-41. Montevideo
- Gudynas E** 1987 The identification of habitats after patterns of co-occurrence of amphibians and reptiles at the sandy coasts of Uruguay. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 23(1):1-11
- Gudynas E** 1989 Amphibians and reptiles of a coastal periurban ecosystem (Solymar, Uruguay): list, preliminary analysis of community structure, and conservation. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 25(3):85-123
- Simó M** 1999 Titanocidae: cita de una nueva familia para la araneofauna del Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época)* 11:41
- Simó M Vázquez V & G Useta** 2000 Estudio comparativo de la fenología y el hábitat de *Ctenus taeniatus* Keyserling 1891 y *Asthenoctenus borelli* Simon 1897 en el Uruguay (Araneae, Ctenidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época)* 12:32-40
- Toscano-Gadea & M Simó** 2004 La fauna de opiliones de un área costera del Río de la Plata (Uruguay). *Revista Ibérica de Aracnología* 10:157-162

## Ictioplancton costero de la zona de transición estuarina del Río de la Plata (Uruguay)

GABRIELA MANTERO\*, SUSANA RETTA & MARCELO RODRÍGUEZ

\*gmantero@dinara.gub.uy



### RESUMEN

Las aguas estuarinas costeras cumplen un importante rol en la dinámica reproductiva de los peces debido a su alta productividad y estructuras hidrográficas adecuadas. Para conocer la composición, abundancia y distribución del ictioplancton en un sector de la zona costera uruguaya del Río de la Plata, se realizaron campañas de investigación durante las épocas reproductivas de las principales especies, entre 1994 y 1996. El área recibe por el W la influencia de la descarga de los ríos Paraná y Uruguay, hecho que se reflejó en las variaciones de la composición del ictioplancton. Las larvas de corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) y lacha (*Brevoortia aurea*) estuvieron siempre presentes, mientras que las de anchoa de río (*Lycengraulis grossidens*) incrementaron su número considerablemente con el aumento de descarga de los ríos. En casos de fuerte intrusión salina causada por un descenso en el caudal de los ríos, viento o corrientes de marea la ictiofauna fue más diversa, observándose larvas de otras especies de aboengo marino de las familias Sciaenidae, Engraulidae, Clupeidae, Cynoglossidae, Paralichthyidae, Stromateidae, Blenniidae, Scombridae y Mugilidae. Los huevos y larvas de anchoa (*Anchoa mitchilli*) fueron menos frecuentes y abundantes. La variabilidad ambiental determina tanto la diversidad específica del ictioplancton como su distribución. Los resultados encontrados refuerzan el concepto de la zona costera uruguaya del Río de la Plata como una importante área de desove y cría de peces, algunos de importancia comercial como la corvina y en menor grado de la lacha.

**Palabras clave:** *Micropogonias furnieri*, *Brevoortia aurea*, *Lycengraulis grossidens*, sistema estuarino, Montevideo

### ABSTRACT

Estuarine coastal waters play an important role in the reproductive dynamic of fishes due to their high productivity and appropriate hydrographic features. Surveys were conducted during the reproductive season of the most important species, from 1994 to 1996, in order to study the ichthyoplankton composition, abundance and distribution along a sector of the Uruguayan coastal zone. The area receives from the west the freshwater input of the Paraná and Uruguay rivers, which was reflected in the variations of ichthyoplankton composition. White croaker (*Micropogonias furnieri*) and menhaden (*Brevoortia aurea*) larvae were always present, while anchovy larvae (*Lycengraulis grossidens*) increased markedly in number when there was an increase of the river outflow. During strong salt water intrusions caused by a decrease of the river flow, wind events or tidal currents, the ichthyofauna was more diverse, presenting larvae of other species of marine families such as Sciaenidae, Engraulidae, Clupeidae, Cynoglossidae, Paralichthyidae, Stromateidae, Blenniidae, Scombridae and Mugilidae. Eggs and larvae of anchovy (*Anchoa mitchilli*) were less frequent and occurred in lower numbers. The environmental variability determines the species diversity of the ichthyoplankton as well as its distribution. These results reinforce the idea of the Uruguayan coastal zone of the Río de la Plata as an important spawning and nursery ground for fish, some of commercial importance like croaker and to a lesser extent menhaden.

**Key words:** *Micropogonias furnieri*, *Brevoortia aurea*, *Lycengraulis grossidens*, estuarine system, Montevideo

### INTRODUCCIÓN

Los estuarios, lagunas y aguas costeras ejercen un rol fundamental en el ciclo de vida de numerosos organismos marinos. Estos ambientes proveen abundante alimento y refugio ante predadores, constituyendo excelentes áreas de cría para las larvas y juveniles de peces (Weiss 1981; Castello 1986; Lasta & Ciechowski 1988; Muelbert & Weiss 1991; Potter & Hyndes 1999). Muchas especies de peces marinos habitan regiones cercanas a estuarios, lagunas costeras o ríos. Sus huevos y larvas son transportados por corrientes a éstas áreas, donde se desarrollan y crecen. Otras especies permanecen allí durante los primeros estadios de vida haciendo uso máximo de su alta productividad, o incluso tienen su ciclo de

vida completo en áreas estuarinas (Weiss 1981; Muelbert & Weiss 1991; Norcross 1991; Potter & Hyndes 1999).

El Río de la Plata es un sistema fluvio-marino que recibe los aportes de agua dulce de los ríos Uruguay y Paraná y los de agua marina procedentes del océano Atlántico. La interacción de estos aportes determina tanto la estructura abiótica y biótica del ecosistema, como su alto grado de variabilidad. La zona costera del Río de la Plata constituye una importante área de desove y cría de peces de importancia comercial, en particular de la corvina *Micropogonias furnieri* (Arena & Hertl 1983; Nion 1985; Isaac 1988; Mantero *et al.* 1996a; Mantero *et al.* 1996b; Acuña *et al.* 1997; Martínez & Retta 2001), la segunda especie en orden de importancia entre las comercialmente explotadas en Uruguay (DINARA 2003).

Los estudios del ictioplancton proveen información acerca de las primeras etapas de vida de los peces, esencial para el entendimiento de la asociación entre la ictiofauna y su ambiente. A pesar de su importancia, son muy escasos los estudios realizados en Uruguay para investigar la relación entre el ambiente y el desarrollo de huevos y larvas de peces en la margen uruguaya del Río de Plata (Mantero *et al.* 1996a; Mantero *et al.* 1996b; Acuña *et al.* 1997). El resto de los trabajos científicos de autores uruguayos sobre el ictioplancton -poco numerosos- están realizados con datos de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya y dirigidos casi exclusivamente a recursos pelágicos oceánicos.

La zona elegida para el presente estudio es parte de la costa uruguaya del Río de la Plata intermedio, donde se encuentra el frente salino y el de turbiedad (Nagy *et al.* 1997) o "zona de transición estuarina" (Nagy 1989). El objetivo de este trabajo fue el estudio de la dinámica del ictioplancton en la zona mencionada, como primer paso hacia la identificación de los factores ambientales que influyen sobre el éxito del desove y reclutamiento de las principales especies de peces que se reproducen y crecen en las aguas de la zona costera. Debido a la alta variabilidad del ambiente estuarial y a la complejidad de las actividades que tienen lugar en él, su manejo sostenible requiere un enfoque multidisciplinario.

## METODOLOGÍA

El material analizado en este trabajo fue colectado en las campañas de investigación que se realizaron en el marco del Proyecto EcoPlata II. El área de estudio comprendió un sector de la franja costera del Río de la Plata, ubicada entre las desembocaduras de los arroyos Tigre y Pando, donde las profundidades varían entre 2 y 11 m. El diseño de muestreo consistió en 8 transectas de 7 millas náuticas (mn) perpendiculares a la costa y separadas entre sí por 5 mn. Cada transecta constó de cuatro estaciones de muestreo equidistantes, con excepción de la transecta ubicada en la desembocadura del Río Santa Lucía, la que contó con dos estaciones adicionales, completando un total de 34 estaciones por campaña (Fig. 1).

Las colectas se llevaron a cabo en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, entre los años 1994 y 1996. Para realizarlas se utilizó una embarcación de 5.8 m de eslora y 0.7 m de calado. Para la colecta del material se utilizó una red cilindro-cónica con boca de 55 cm y red de 300  $\mu\text{m}$  equipada con un flujómetro y un sensor de profundidad para verificar la operación de las redes. Los registros de salinidad y temperatura se obtuvieron con un termosalinómetro, registrando en cada punto de muestreo valores de superficie y de fondo. Se realizaron lances de superficie y fondo en aquellos puntos en que se constataba la presencia de haloclina; en caso contrario los arrastres se hicieron en forma oblicua. Las muestras biológicas fueron inmediatamente fijadas con formol neutralizado al 4%. En el laboratorio se procesaron bajo microscopio estereoscópico. Los huevos y larvas de peces fueron separados e identificados a nivel de género o es-

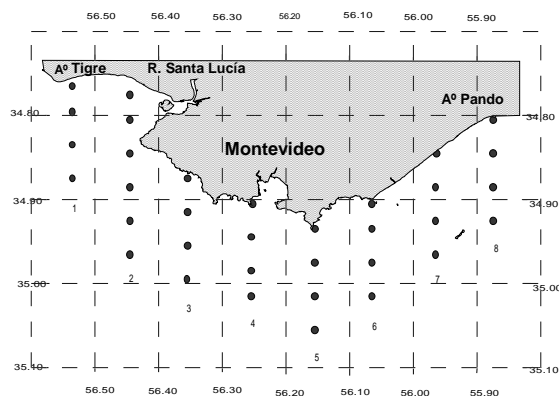


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las transectas y estaciones de muestreo.

pecie. Los huevos y larvas de lacha se consideraron como pertenecientes a *Brevoortia aurea* (*sensu* Cousseau & Díaz de Astarloa 1993).

Razones climatológicas y logísticas impidieron que los muestreos se realizaran con la periodicidad y extensión que estaban planificados. A pesar de esto, es importante destacar que estos son los primeros -y hasta el momento únicos- resultados de estudios de ictioplancton realizados en la zona costera uruguaya.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una gran fluctuación en la abundancia del ictioplancton durante el período estudiado, relacionada con la alta variabilidad ambiental típica de esta zona estuarina. En diciembre de 1994 se registró una marcada presencia de larvas de *Lycengraulis grossidens*. En febrero de 1995 predominaron los huevos de *M. furnieri*, mientras que en diciembre de 1995 dominaron los huevos y larvas de *B. aurea*. En enero de 1996 la mayoría de los huevos y larvas fueron de *M. furnieri* (Fig. 2a, 2b).

Se constató que esta zona es parte del área de desove de diferentes especies de peces, principalmente de *M. furnieri* y *B. aurea*. Los huevos de *Anchoa mitchilli*, muy escasos, estuvieron presentes solamente cuando se registró una importante influencia de aguas oceánicas (marzo 1995 y enero 1996) (Fig. 2a). Los huevos no identificados representaron 2% del total colectado.

Los huevos más abundantes en el plancton fueron los de *M. furnieri* y los de *B. aurea*, en ese orden. El análisis de la distribución de los huevos en relación a la salinidad en el plano vertical reveló que se encontraban en su gran mayoría por debajo de la haloclina. En la Figura 3a se muestran los porcentajes de las capturas en superficie y fondo.

La gran mayoría de las especies identificadas en las muestras desovan huevos pelágicos. Solo tres especies, *Gobiosoma parri*, *Syngnathus folletti* e *Hypleurochilus fissicornis*, desovan huevos que se adhieren al sustrato o que tienen cuidado parental. Berasategui *et al.* (2004) encontraron en el Río de la Plata que el 75% del total de las especies colectadas provenían de huevos pelágicos. En el presente estudio este porcentaje ascendió a 82%.

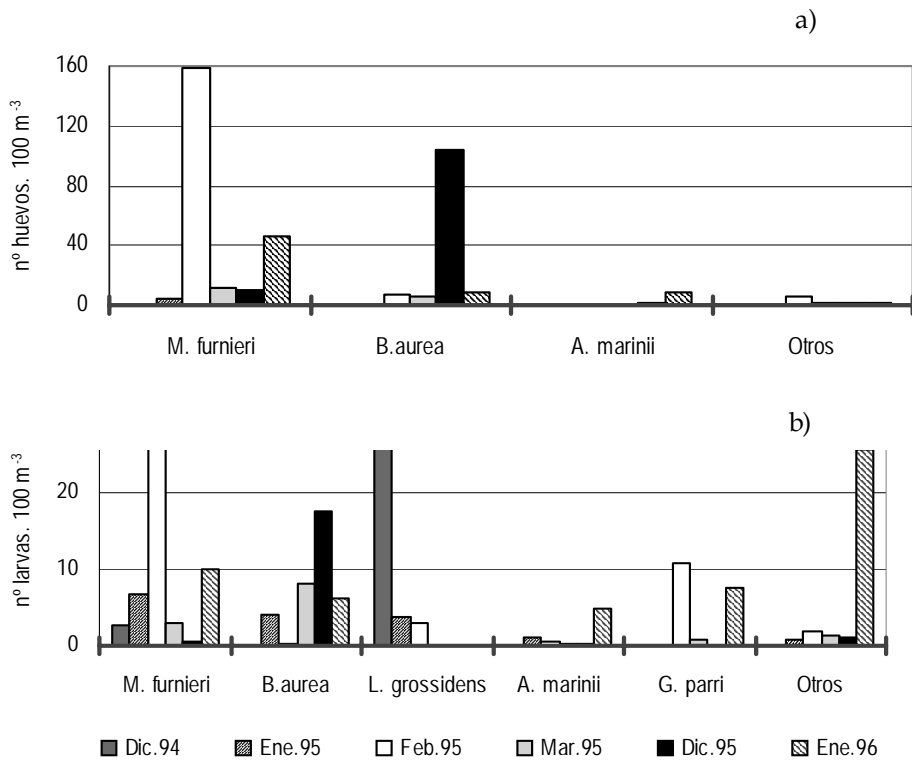


Figura 2. Densidad media de huevos (a) y larvas (b) por especie en cada campaña.

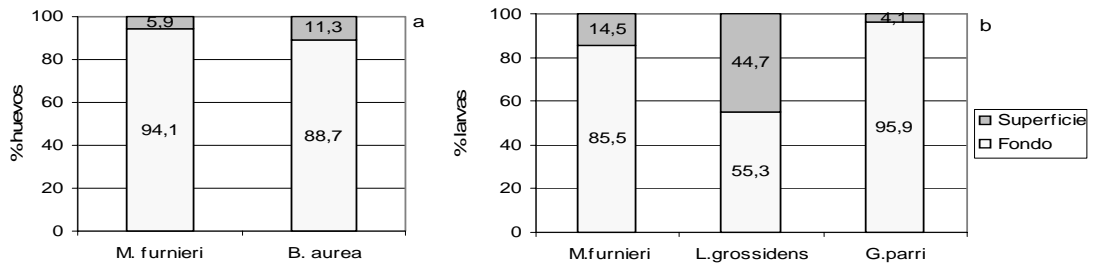


Figura 3. Porcentaje de huevos (a) y larvas (b) de las especies más abundantes en los lances de superficie y de fondo.

En cuanto a las larvas, las especies más frecuentes fueron *M. furnieri*, *B. aurea*, *A. marinii*, *L. grossidens* y *G. parri* (Fig. 2b). En la categoría "otros" se incluyeron las especies que aparecieron ocasionalmente en condiciones ambientales particulares. Se observó que la distribución de larvas estaba estrechamente relacionada con la presencia de la cuña salina tanto en el plano horizontal como en el vertical. Esta relación fue observada también por Berasategui *et al.* (2004), quienes estudiando los patrones espaciales de ensamblaje de ictioplancton en el estuario del Río de la Plata, encontraron las densidades más altas en el área de mayor penetración de la cuña

salina. Estos autores hallaron los huevos y las larvas concentrados a nivel de la haloclina o debajo de ésta en aguas fuertemente estratificadas. En nuestro estudio, el número de larvas colectadas en los lances de fondo fue sustancialmente mayor que en los de superficie (Fig. 3b).

En dos especies típicamente estuarinas, el porcentaje de larvas presentes por debajo de la haloclina fue muy alto: 85.5% de corvina (*M. furnieri*) y 95.5% de gobio (*G. parri*) se capturaron cerca del fondo. Las de *L. grossidens*, se distribuyeron más uniformemente en la columna de agua (55.3% en el fondo y 44.7% en superficie).



### *M. furnieri*

La corvina blanca fue la especie más frecuente y abundante en las muestras de ictioplancton (67% de los huevos colectados). Los resultados obtenidos indican que desova cerca del fondo y a una distancia de la costa no inferior a 3 mn. El 94% de los huevos se colectaron en los lances de fondo (Fig. 3a), de los cuales 97.5% se encontraban a una profundidad mayor a 6 m. Se distribuyeron allí donde la salinidad fluctuaba entre 1 y 32, aunque 80% se encontraban entre 28 y 32 de salinidad y entre 20 y 28°C de temperatura (Fig. 4a). Acha *et al.* (1999) los encontraron en valores menores de salinidad (9.7 a 27.3) y temperatura (19.7 a 21.7°C) en el estuario del Río de la Plata.

Diversos autores afirman que el desove de la corvina tiene lugar entre octubre-noviembre y marzo-abril (Arena & Hertl 1983; Mantero *et al.* 1996b; Macchi & Christiansen 1996; Acuña *et al.* 1998; Macchi *et al.* 2003).

En este trabajo se registró un máximo de desove en febrero de 1995 (158 huevos 100 m<sup>-3</sup>) y otro menor en enero de 1996 (Fig. 2a). Durante enero y febrero los huevos de corvina representaron entre 73% y 98% del total de huevos colectados. Las máximas densidades se encontraron en el fondo (Fig. 3a) y coincidiendo con la ocurrencia de haloclinas muy marcadas, hecho que también mencionan Acha *et al.* (1999). Esta observación concuerda con el comportamiento reproductivo de los adultos de la especie; según Macchi *et al.* (1996; 2003) y Vizziano *et al.* (2001), la corvina del estuario del Río de la Plata desova en la región de altos gradientes salinos y la distribución de la población desovante coincide con el frente salino de fondo (Lasta & Acha 1996). Acha *et al.* (1999) no encontraron huevos de esta especie por encima de la haloclina; en este estudio se encontraron en muy bajo porcentaje (5.9%).

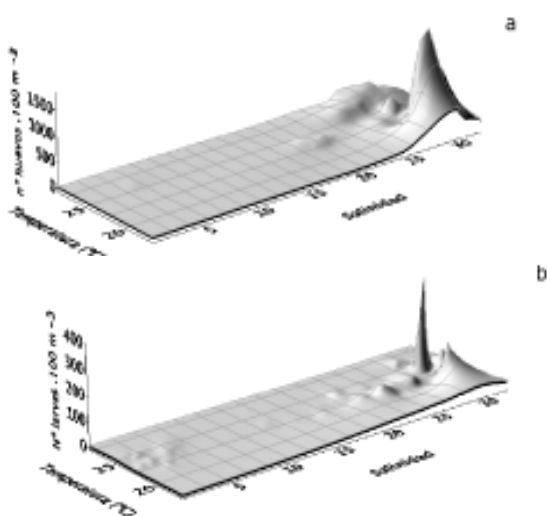


Figura 4. Abundancia de huevos (a) y larvas (b) de *M. furnieri* y su relación con la temperatura y salinidad.

Las larvas de corvina estuvieron siempre presentes, registrándose la mayor densidad en febrero de 1995 (473 larvas.100m<sup>-3</sup>). Las mayores abundancias se obtuvieron al igual que para los huevos en los lances de fondo por debajo de la haloclina, coincidiendo con una marcada estratificación (Fig. 3b). Este mismo fenómeno fue observado en la primavera tardía y verano por Berasatagui *et al.* (2004), quienes hallaron una fuerte asociación entre la distribución de las larvas y la estructura salina y no así con la térmica.

Las larvas vitelínicas se encontraron concentradas en la misma zona y en los mismos rangos de temperatura y salinidad que los huevos, mientras que las larvas mayores estaban en un amplio rango de salinidad, entre 1 y 33 (Fig. 4b). Observamos que derivaban en dirección a la costa a medida que crecían, lo que explicaría la distribución de los individuos en su fase juvenil, ubicados en aguas inmediatamente adyacentes a la costa, desplazándose gradualmente en dirección E (González & Chiesa 1996; Retta *et al.* en este volumen).

En los muestreos de fines de primavera (diciembre) las densidades de huevos y de larvas fueron mínimas (Fig. 2b).

En síntesis, los huevos y larvas de *M. furnieri* fueron los más frecuentes y abundantes y dentro del área de estudio y no se concentraban en zonas geográficas determinadas, sino donde la interacción de profundidad, temperatura y salinidad proporcionaba las condiciones apropiadas.

### *B. aurea*

Los huevos de lacha representaron 27% del total colectado, registrándose la mayor densidad en diciembre de 1995 (Fig. 2a). Se distribuyeron en un rango de temperatura de 21 a 28.5 °C y de 2.5 a 31.5 de salinidad (Fig. 5a). Sin embargo, 96% estaban en esa temperatura pero entre 14 y 30 de salinidad. La temperatura fue mayor y el rango de los registros fue más amplio que el observado por otros autores (Tabla 1). Esto probablemente se deba a que nuestras colectas comenzaron a mediados de diciembre cuando la temperatura del agua es más elevada que a comienzos de primavera (octubre-noviembre).

Tabla 1. Meses de máximas densidades de huevos de *B. aurea* y parámetros ambientales, según diferentes autores. (\*) ZCPAU=Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya.

Publicación	Área de estudio	Máxima densidad	Temperatura (°C)	Salinidad
Ciechowski (1968)	costa de Mar del Plata	noviembre	13-15	-----
Weiss <i>et al.</i> (1976)	plataforma S de Brasil	noviembre	21.1-22	33-34.9
Cassia & Booman (1985)	ZCPAU (*)	octubre	14	18.9-31.2
Lasta & Ciechowski (1988)	Bahía de Samborombón	octubre	17.5	-----
Acha & Macchi (2000)	Río de la Plata	octubre-noviembre	18.5-20.2	10-25

Los huevos colectados en este estudio corresponden al pulso de desove ya observado tanto en este estuario como al S de Brasil y en latitudes mayores (hasta 41°S), que presenta máximos registros en octubre-noviembre (Tabla 1). Este sería el pulso más intenso de la especie, ya que otro secundario fue sugerido para fines de abril por Ciechowski (1968) y verificado posteriormente para el período abril-junio por Acha & Macchi (2000).

En lo que refiere a la distribución vertical, lo huevos se hallaron en mayores concentraciones en aguas cercanas al fondo (Fig. 3a), coincidiendo con lo observado por Acha & Macchi (2000) que también encontraron las mayores densidades en el estrato inferior, por debajo de la haloclina. Estuvieron presentes cuando la temperatura del agua era uniforme en toda la columna, hecho que fue también mencionado por Lasta & Ciechowski (1988) para las mayores densidades de huevos y larvas de esta especie en la Bahía de Samborombón. Las larvas se encuentran en mayores proporciones al W del área y en un amplio rango de salinidad (entre 2 y 31) (Fig. 5b).

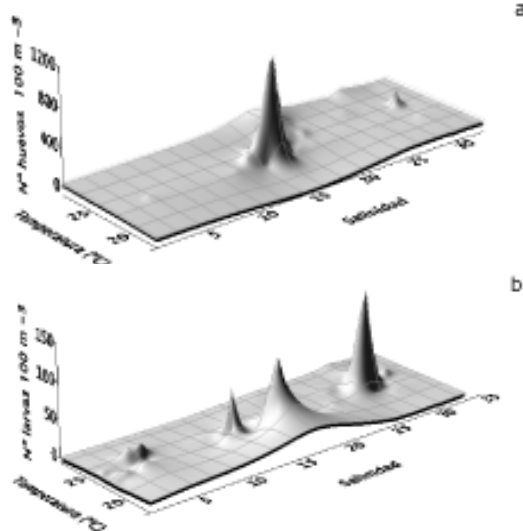


Figura 5. Densidad de huevos (a) y larvas (b) de *B. aurea* y su relación con la temperatura y salinidad.

### *L. grossidens*

En ninguno de los muestreos se encontraron huevos de esta especie, aunque estudios anteriores afirman que el área de estudio es zona de desove. Nion & Ríos (1991) observaron que en primavera esta especie realiza migraciones reproductivas desde el Río de la Plata superior y el Río Uruguay hacia el frente oceánico para desovar y que a partir de diciembre pueden encontrarse larvas y juveniles en abundancia en aguas dulces y lagunas costeras. También Weiss *et al.* (1976) y Weiss & Krug (1977) registraron la presencia de huevos de este engráulido en aguas costeras de alta salinidad adyacentes a la desembocadura de la Laguna de los Patos (Rio Grande do Sul, Brasil) durante todo el año, con intensidades máximas en primavera y verano.

Se colectaron larvas de esta especie entre diciembre de 1994 y febrero de 1995 (Fig. 2b), siendo especialmente abundantes en diciembre (141 larvas 100 m<sup>-3</sup>). Las larvas se distribuyeron en toda la columna de agua, siendo el porcentaje de las capturas levemente superior en el fondo (Fig. 3b). Se hallaron solo al W de la zona de estudio (transectas 1, 2 y 3) donde existe mayor influencia de agua continental.

El 74% de las larvas capturadas se encontraron en un rango de salinidad entre 0.5 y 5; el 98% estaba entre 1 y 18 de salinidad y el 2% restante en una salinidad mayor (entre 18.5 y 30) (Fig. 6). Según Weiss & Krug (1977) durante la fase larval y hasta la metamorfosis, los individuos de esta especie permanecen en aguas someras de baja salinidad y mayor temperatura.

Se observó que la presencia de esta especie en el área estudiada está condicionada a la descarga de los ríos Uruguay y Paraná. La mayor descarga de estos ríos en diciembre de 1994 y enero 1995 (NOAA 2002) conformó condiciones favorables para su presencia. En cambio, durante los mismos meses del siguiente año, mientras prevalecía el agua con fuerte influencia oceánica, no se registraron larvas de *L. grossidens*.

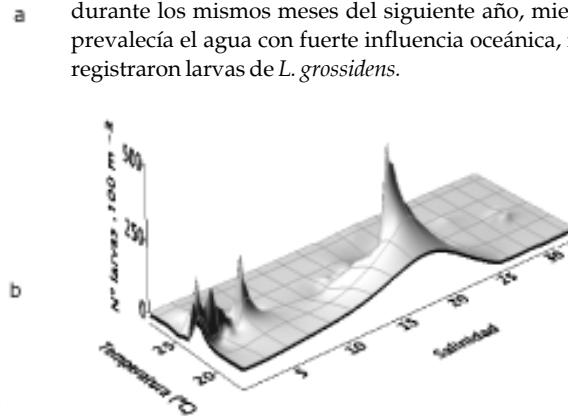


Figura 6. Abundancia de larvas de *L. grossidens* y su relación con la temperatura y la salinidad.

### *A. marinii*

Los huevos de anchoa representaron 4% de la captura total del período de estudio. Se colectaron huevos en el sector central y E del área de estudio en aguas con importante influencia oceánica (salinidad entre 21 y 32) (Fig. 7a). La máxima densidad se registró en enero, cuando la temperatura del agua era alta (22.5-28.5 °C). En la zona de Mar del Plata, Ciechowski (1968) observó también que los huevos aparecen en el plancton a fines de primavera y comienzos del verano y se los encuentra hasta fines de abril, presentando un máximo de abundancia en enero, cuando la temperatura del mar alcanza valores por encima de 20 °C. Cassia & Booman (1985) afirman que es probable que el fenómeno reproductivo de la anchoa se inicie en el N (34°S) y se desplace hacia el S, coincidentemente con el incremento de la temperatura. Hallaron en marzo y abril las máximas densidades en la desembocadura del Río de la Plata en aguas con 20.7 °C de temperatura y 24.6 de salinidad, y en octubre,

coincidentalmente con el inicio de la época de desove de la especie, solo encontraron altas densidades de huevos al N de los 36°S.

Las larvas de esta especie fueron relativamente escasas en general; la mayor abundancia se registró en enero de 1996 cuando en toda el área había una fuerte influencia oceánica (salinidad mayor a 21), y representaron el 18% del total de la captura (Fig. 2b). Se encontraron en el sector E del área, en las transectas 4 a 8. Las mayores densidades se presentaron en salinidades entre 28 y 32 (Fig. 7b). En el estuario de la Laguna de los Patos, Muelbert & Weiss (1991) encontraron las larvas de esta especie tanto en superficie como en fondo, durante períodos de fuerte intrusión salina. Esto último estaría relacionado con el origen marino de la especie y coincide con nuestros resultados que la asocian a la cuña salina de fondo.

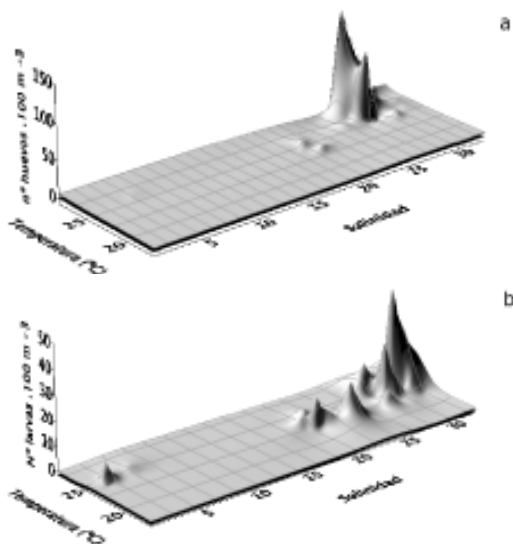


Figura 7. Abundancia de huevos (a) y larvas (b) de *A. marinii* en relación a la temperatura y salinidad.

### *G. parri*

Las larvas fueron colectadas en los meses de febrero y marzo de 1995 y enero de 1996 (Fig. 2b), encontrándose las mayores densidades en los lances de fondo (Fig. 3b). Estuvieron presentes cuando en el área se registró una importante influencia oceánica (salinidades entre 21 y 32). Su distribución horizontal y vertical estuvo fuertemente asociada al grado de penetración de la cuña salina.

No se encontraron larvas en los lances más alejados de la costa. En el estuario del Río de la Plata, Acha (1994) también halló las mayores densidades de larvas de gobio distribuidas en un área con presencia de altos gradientes salinos verticales (haloclinas) y horizontales.

### Composición específica en relación con el ambiente

Los resultados permiten inferir que la distribución del ictioplancton está determinada por condiciones ambientales locales. La composición por especies en el área de estudio depende de los balances relativos entre el flujo de agua dulce y la intrusión de agua marina. La hidrología del área es muy dinámica, respondiendo a los cambios en la descarga de los ríos, las lluvias, las mareas, la fuerza del viento y las corrientes residuales.

Los mayores registros de caudales de los ríos Uruguay y Paraná durante los muestreos correspondieron al período comprendido entre diciembre 1994 y febrero de 1995 (Tabla 2). Dichos valores fueron el resultado de una anomalía positiva resultante de un evento El Niño moderado (NOAA 2002). En este lapso, en el área se observó una fuerte estratificación.

Una anomalía negativa, producto de un episodio La Niña débil (NOAA 2002) determinó que el Río de la Plata recibiera una menor descarga en el bimestre diciembre 1995-enero 1996. Se observó entonces en el área la presencia de agua con fuerte influencia oceánica, verticalmente homogénea o con haloclinas muy débiles. Analizando datos históricos de salinidad y temperatura de 29 años Guerrero *et al.* (1997) afirman que en el estuario del Río de la Plata la distribución estacional de la salinidad está controlada principalmente por el patrón de vientos y en menor grado por la descarga de agua dulce de los ríos.

Durante el período de estudio se observaron dos condiciones ambientales marcadamente diferentes, una estratificada (Situación A) y otra homogénea (Situación B), que determinaron la composición específica del ictioplancton. La Situación A, que consiste en agua con una marcada influencia continental en superficie y una cuña salina en el estrato inferior, fue la más frecuente en el área. La Situación B se presenta cuando la diferencia entre la salinidad registrada en la superficie y en el fondo es mínima o nula, estando el área ocupada casi exclusivamente por agua con importante influencia oceánica. Mientras prevalecía esta última, la composición específica del ictioplancton fue más diversa, predominando especies de origen marino. En la Tabla 3 se detallan las especies presentes en cada una de estas condiciones am-

Tabla 2. Caudales promedio del Río Uruguay (Qu) y Río Paraná (Qp) (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>). (\*) Fuente: Dirección Nacional de Hidrografía. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Uruguay. (\*\*) Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Sistema Nacional de Información Hídrica, Argentina.

Caudal promedio	Diciembre 1994	Enero 1995	Febrero 1995	Marzo 1995	Diciembre 1995	Enero 1996
Qu (*)	2761.2	4403.3	2357.8	5318.2	963.2	1882.4
Qp (**)	15520.0	14817.0	21207.0	25932.0	11893.0	10948.0

**Tabla 3.** Presencia de especies según las condiciones ambientales (Situaciones A y B) observadas en el área de estudio.

Situación A	Situación B
<i>Micropogonias furnieri</i> (corvina blanca)	<i>Micropogonias furnieri</i>
<i>Brevoortia aurea</i> (lacha)	<i>Brevoortia aurea</i>
<i>Anchoa marinii</i> (anchoa)	<i>Anchoa marinii</i>
<i>Gobiosoma parri</i> (gobio)	<i>Gobiosoma parri</i>
<i>Syngnathus folletti</i> (aguja)	<i>Syngnathus folletti</i>
<i>Lycengraulis grossidens</i> (sardina-anchoa de río)	<i>Sardinella brasiliensis</i> (sardina)
<i>Parapimelodus valenciennis</i> (bagre porteño)	<i>Paralanchurus brasiliensis</i> (córvalo)
<i>Achirus lineatus</i> (lenguado)	<i>Engraulis anchoita</i> (anchoita)
<i>Macrodon ancylodon</i> (pescadilla de red)	<i>Hypoleurochilus fissicornis</i> (blenio)
	<i>Stromateus brasiliensis</i> (cagavino)
	<i>Porichthys porosissimus</i> (bagre sapo luminoso)
	<i>Symphurus</i> spp. (lenguado)
	<i>Paralichthys orbignyanus</i> (lenguado grande)
	<i>Pogonias cromis</i> (corvina negra)
	<i>Umbrina canosai</i> (pargo blanco)
	<i>Cynoscion guatucupa</i> (pescadilla de calada)
	<i>Scomber japonicus</i> (caballa)
	<i>Mugil platanus</i> (lisa)
	<i>Prionotus</i> sp. (rubio)

bientales, considerando también aquellas que por su presencia ocasional se incluyeron en la categoría "Otros" para el estudio de densidad.

La localización de las altas concentraciones de huevos y el patrón de distribución de las larvas están íntimamente relacionados con las condiciones hidrográficas. Especies como *M. furnieri*, *B. aurea* y *A. marinii*, frecuentemente presentes en el área, están bien adaptadas a las condiciones tan variables de este ambiente estuarino. Sin embargo, y a diferencia de las dos primeras, *A. marinii* se encontró generalmente restringida a aguas con influencia oceánica. En períodos de relativa predominancia de agua dulce, las larvas de *L. grossidens*, *Parapimelodus valenciennis* y *Achirus lineatus*, aumentaron su densidad considerablemente. Otras típicamente estuarinas como *G. parri* y *S. folletti* se encontraron en las dos condiciones ambientales antes descriptas.

Cuando predominó el agua marina (como sucedió en enero de 1996), la ictiofauna se tornó más diversa y se verificó la presencia de larvas de especies marinas tales como *Sardinella brasiliensis*, *Engraulis anchoita*, *H. fissicornis*, *Stromateus brasiliensis*, *Porichthys porosissimus*, *Symphurus* spp., *Paralichthys orbignyanus*, *Pogonias cromis*, *Umbrina canosai*, *Cynoscion guatucupa*, *Scomber japonicus*, *Mugil platanus* y *Prionotus* sp.

También se colectaron en bajo número larvas de otros desovadores estuarinos como *P. brasiliensis* y *M. ancylodon*. Las larvas de córvalo se hallaron al E, en aguas más profundas con salinidad mayor de 30 y las de pescadilla

de red en el extremo W del área, en aguas someras de salinidad cercana a 7.

Las diferencias en la composición por especies en relación con la salinidad fue también observada por Weiss (1981), quien encontró en la Laguna de los Patos una clara correlación positiva entre la presencia de ictioplancton marino y el aumento de la salinidad. Asimismo, Muelbert & Weiss (1991) afirman que los patrones individuales de distribución horizontal y abundancia reflejan los orígenes de las especies y el grado en que el estuario es utilizado por las mismas. Estos autores también encontraron que la densidad y la distribución de las larvas en la Laguna de los Patos estaban asociadas con la temperatura. Sin embargo, Berasategui *et al.* (2004) observaron una fuerte asociación entre la distribución de las larvas y la salinidad, pero no así con la estructura térmica. Esta última observación coincide con nuestros resultados, ya que el ictioplancton se halló concentrado en aguas fuertemente estratificadas, por debajo de haloclina y no se observó que su distribución estuviera asociada con la temperatura. El gradiente térmico en el plano vertical fue promedialmente de 1.1 °C, y de 0 °C en el 36% de las estaciones. Estos registros están de acuerdo con los de Guerrero *et al.* (1997), quienes afirman que a pesar de la fuerte estratificación vertical inducida por la salinidad, la distribución de la temperatura en el estuario permanece casi verticalmente homogénea en la temporada fría (junio-setiembre) y en la cálida (diciembre-marzo).

El frente salino de fondo es el área de mayor gradiente de salinidad en el estuario, constituyendo un sitio de desove importante para muchas especies. Las áreas de reproducción se encuentran asociadas a la existencia de estructuras hidrológicas geográficamente determinadas (hipótesis "member-vagrant" de Sinclair 1988) que permiten el encuentro de los reproductores para cerrar el ciclo de vida. Los huevos y larvas permanecerían concentrados donde la interacción de factores físicos y químicos proporcionan además las condiciones apropiadas para su desarrollo y crecimiento.

De acuerdo a Guerrero *et al.* (1997) la presencia de la cuña salina es un fenómeno casi permanente en el estuario; los vientos predominantes entre octubre y febrero (NE, E, SE, S) revierten el drenaje del río, obstruyendo la descarga. Esto generaría un ambiente de mayor retención que minimiza las pérdidas por advección de huevos y larvas hacia el océano (Berasategui *et al.* 2004).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

La mayoría de los peces desova grandes cantidades de huevos al año, de los que solo sobrevive y es reclutada una pequeña fracción. En estos estadios tempranos los individuos son especialmente susceptibles a condiciones ambientales adversas y aún cuando el tamaño del stock desovante se mantenga constante, el reclutamiento anual puede fluctuar considerablemente. La entrada de una

nueva clase anual al stock adulto o reclutamiento, puede ser exitosa o no en función de un gran número de causas diferentes (físicas, químicas y biológicas) y su magnitud se determina durante los estadios tempranos de vida. En los últimos años se ha intentado intensificar los estudios sobre el reclutamiento, aunque aún hoy se está lejos de comprender los procesos que lo determinan, siendo la mayor fuente de incertidumbre para el correcto manejo de las pesquerías.

Los estudios deberían estar dirigidos a proteger las áreas de desove y cría y con ello, en definitiva, contribuir con la preservación de la biodiversidad y la biomasa adulta explotable. Se alcanzará este objetivo sólo cuando se logre continuidad en dichos estudios y que los mismos revistan un carácter multidisciplinario. Es remarkable que el país cuenta con recursos humanos formados en las distintas disciplinas necesarias para abarcar el tema en su totalidad. Si bien el financiamiento para monitoreos continuos ha sido siempre una limitante, es fundamental continuar insistiendo en su importancia para lograr una toma de conciencia por parte de todos aquellos actores involucrados.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La obtención de estos primeros resultados sobre los estadios tempranos de desarrollo de peces en la zona de estudio confirman la importancia del estuario como área de desove y cría de varias especies, dejando en evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento sobre una zona más amplia y de forma sostenida. La zona costera se caracteriza por su alta variabilidad física y biológica y por ser particularmente vulnerable a las alteraciones producidas por el desarrollo urbano e industrial. Su manejo sostenible requiere de un enfoque multidisciplinario que atienda en forma más amplia e integrada el manejo costero.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a Carmen Mesones y Leonardo Ortega (DINARA-Uruguay) por su valiosa colaboración en la interpretación de las condiciones hidrológicas y a todos los colegas que también nos apoyaron en forma desinteresada en diferentes aspectos de este trabajo. Agradecemos también la muy buena disposición de la Dirección Nacional de Hidrografía (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Uruguay) y de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Argentina), que gentilmente facilitaron los registros de caudales del Río Uruguay y del Río Paraná.

## REFERENCIAS

- Acha EM** 1994 Development and occurrence of larvae of the goby, *Gobiosoma parri* (Ginsburg) (Gobiidae), in the estuary of the Río de la Plata, Argentina. *Scientia Marina* 58(4):337-343
- Acha EM & GJ Macchi** 2000 Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina

- and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98:227-235
- Acha EM Mianzan H Lasta CA & RA Guerrero** 1999 Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae), in the Río de la Plata, Argentina. *Marine & Freshwater Research* 50:57-65
- Acuña A Arena G Berois N Mantero G Masello A Nion H Retta S & M Rodríguez** 1997 The croaker (*Micropogonias furnieri*): biological cycle and fisheries in the Río de la Plata and its oceanic front. Pp 185-222 *In*: Wells & Daborn (eds) *The Río de la Plata. An environmental overview. An Ecoplata project background report*. Dalhousie University, Halifax
- Arena G & E Hertl** 1983 Aspectos referentes al ciclo reproductor de la corvina blanca (*Micropogon opercularis*) de la sub-área platense. Una primera evaluación de las informaciones disponibles desde 1976 a 1979. Informe Técnico 36 (INAPE):26 pp. Montevideo
- Berasategui AD Acha EM & NC Fernández Araoz** 2004 Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de la Plata estuary (Argentina Uruguay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60:599-610
- Cassia MC & CI Booman** 1985 Distribución del ictioplancton en el Mar Argentino en los años 1981-1982. *Physis* 43(105):91-111. Buenos Aires
- Castello JP** 1986 Distribución, crecimiento y maduración sexual de la corvina juvenil (*Micropogonias furnieri*) en el estuario de la Lagoa dos Patos, Brasil. *Physis* 44(106):21-36. Buenos Aires
- Ciechomski JD de** 1968 Huevos y larvas de tres especies de peces marinos, *Anchoa marinii*, *Brevoortia aurea* y *Prionotus nudigula* de la zona de Mar del Plata. Instituto Biología Marina, Boletín 17:1-27. Mar del Plata
- Cousseau MB & JM Díaz de Astarloa** 1993 El género *Brevoortia* en la costa atlántica sudamericana. *Frente Marítimo* 14:49-57. Montevideo
- DINARA** 2003 Informe Sectorial Pesquero. 63 pp. Montevideo
- Guerrero RA Acha EM Framiñán MB & CA Lasta** 1997 Physical oceanography of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research* 17:727-742
- González P & E Chiesa** 1996 Juveniles de corvina (*Micropogonias furnieri*- Desmarest, 1823): análisis de las campañas de investigación llevadas a cabo en el proyecto Ecoplata. Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA: 40
- Isaac VJ** 1988 Synopsis of biological data on the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). *FAO Fisheries Synopsis* 150:35 pp
- Lasta CA & JD de Ciechomski** 1988 Primeros resultados de los estudios sobre la distribución de huevos y larvas de peces en bahía Samborombón en relación a temperatura y salinidad. *Frente Marítimo* 4:133-141. Montevideo
- Lasta CA & EM Acha** 1996 Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marino. *Frente Marítimo* 16:39-45. Montevideo
- Macchi GJ & EH Christiansen** 1996 Análisis temporal del proceso de maduración y determinación de la incidencia de atresias en la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). *Frente Marítimo* 11:73-83. Montevideo
- Macchi GJ Acha EM & CA Lasta** 1996 Desove y fecundidad de la corvina rubia *Micropogonias furnieri* Desmarest, 1823 del estuario del Río de la Plata, Argentina. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 12(2):99-113

- Macchi GJ Acha EM & MI Militelli** 2003 Seasonal egg production of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *Fishery Bulletin* 101(2):332-342
- Mantero G Retta S & M Rodríguez** 1996a Distribución del ictioplancton en la zona costera uruguaya (Río de la Plata) y su relación con el ambiente. Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA::21
- Mantero G Retta S & M Rodríguez** 1996b Huevos y larvas de *Micropogonias furnieri* en la zona costera uruguaya: su distribución y abundancia en relación con los factores ambientales. Conferencia Internacional ECOPLATA '96: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata (Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996). Resúmenes de trabajos científicos presentados por el Proyecto ECOPLATA:38
- Martínez & Retta** 2001 Caracterización de las áreas de cría de corvina (*Micropogonias furnieri*) en la zona costera uruguaya. Pp 141-148 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa Ecoplata, Montevideo
- Muelbert JH & G Weiss** 1991 Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon estuary, Brazil. Pp 43-54 *In*: Hoyt (ed) Larval fish recruitment and research in the Americas: proceedings of the thirteenth annual fish conference. NOAA Technical Report NMFS 95
- Nagy GJ** 1989 Bilan des connaissances sur l'hydrologie et l'hydrodynamisme sédimentaire du Río de la Plata. Aports de la teledetection et consequences sur l'environnement biologique. Tesis de Doctorado, Université Bordeaux I pp (Inédita)
- Nagy GJ Martínez CM Caffera RM Pedrosa G Forbes EA Perdomo AC & J López Laborde** 1997 The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. Pp 17-68 *In*: Wells & Daborn (eds) The Río de la Plata. An environmental overview. An Ecoplata project background report. Dalhousie University, Halifax
- Nion H** 1985 Evaluación y perspectivas del complejo pesquero uruguayo. 2 Análisis de la investigación biológico-pesquera en el Uruguay. CIEDUR, Serie Investigaciones (22):162 pp. Montevideo
- Nion H & C Ríos** 1991 Los recursos pelágicos del Uruguay. *Atlántica* 13(1):201-214. Rio Grande
- Norcross BL** 1991 Estuarine recruitment mechanisms of larval Atlantic croakers. *Transactions of the American Fisheries Society* 120(6):673-683
- NOAA/National Weather Service. Climate Prediction Center[online]. ENSO Impacts**, 2002. Updated July 19, 2002. Available from: <[www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html)>
- Potter IC & GA Hyndes** 1999 Characteristics of the ichthyofaunas of southwestern Australian estuaries including comparisons with holarctic estuaries and estuaries elsewhere in temperate Australia: A review. *Australian Journal of Ecology* 24:345-421
- Sinclair M** 1988 Marine populations: An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant-University of Washington Press, Seattle. 252 pp
- Vizziano D Saona G Franco J & GJ Nagy** 2001 Caracterización ambiental del área de desove de la corvina blanca *Micropogonias furnieri* en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 108-125 *In*: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa Ecoplata, Montevideo
- Weiss G** 1981 Ictioplancton del estuario de Lagoa dos Patos, Brasil. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata). 164 pp (Inédita)
- Weiss G & LC Krug** 1977 Características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidus* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) no estuario da Lagoa dos Patos, Brasil. *Atlântica* 2(1):83-117. Rio Grande
- Weiss G Feijó Souza JA & A Santos** 1976 Contribuição ao conhecimento de ictioplancton marinho da plataforma sul do Brasil. *Atlântica* 1(1/2):100 pp. Rio Grande

## Ecología de un ensamble de anuros en un humedal costero del sudeste de Uruguay

INES DA ROSA\*, ARLEY CAMARGO, ANDRÉS CANAVERO,  
DANIEL E. NAYA & RAÚL MANEYRO

\*ines@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Un tema de intenso debate actual es el fenómeno conocido como declinación global de las poblaciones de anfibios. El conocimiento sobre aspectos básicos de la biología de las especies contribuye a diferenciar fluctuaciones naturales de eventos de declinación poblacional. La modificación de áreas costeras, tanto a nivel mundial como local, hace inevitable la obtención de información que permita entender y manejar estos ambientes. Desde 1998 al 2000 se realizaron diversos estudios sobre la ecología de un ensamble de once especies de anfibios en el Arroyo Espinas, Departamento de Maldonado, Uruguay. En el presente trabajo se reportan datos sobre aspectos tróficos y reproductivos de dichas especies con el objetivo de aportar información para el manejo de ensambles de la costa. El sitio de estudio se encuentra en un área costera con amplio desarrollo turístico. Esta actividad, especialmente durante el verano, podría tener efectos negativos en el ensamble estudiado, ya que coincide con el período de reproducción de la mayoría de las especies. Estas perturbaciones pueden tener consecuencias indirectas sobre la actividad reproductiva y la trófica. Considerando la dimensión espacial, los requerimientos de las especies varían de acuerdo a una combinación de factores intrínsecos (ontogenia, sexo) y extrínsecos (estacionalidad). Por este motivo la evaluación de la calidad del hábitat debe alcanzar no sólo a los ecosistemas acuáticos y sus ecotonos adyacentes, sino también a la matriz terrestre. Esto conduce a que en los planes de manejo de anfibios en ecosistemas acuáticos deban incorporarse valoraciones cualitativas de los ambientes terrestres.

**Palabras clave:** anfibios, dieta, reproducción, hábitat, conservación

### ABSTRACT

The phenomenon known as the global decline of amphibian populations is a controversial issue at the present day. The basic knowledge of the species biology contributes to distinguish natural fluctuations from populational declining trends. The modification of coastal areas, at a global and local level, makes it necessary to gather data that may allow understanding and managing these environments. Between 1998 and 2000, several surveys were conducted regarding the ecology of an eleven-species assemblage at Espinas Creek, Maldonado, Uruguay. The present work reports data about trophic and reproductive aspects of such species, in order to provide valuable information for the management of coastal assemblages. The study site is located in a coastal area with extensive tourism development. This fact could have negative effects on the studied assemblage, mainly during the summer, because it concurs with the reproductive period of most species. These disturbances could have indirect consequences on the reproductive and trophic activities. Considering the spatial dimension, species requirements vary according to a combination of intrinsic (ontogeny, sex) and extrinsic (seasonality) factors. For this reason, the evaluation of habitat quality should not only consider aquatic ecosystems and adjacent ecotones, but also the terrestrial matrix. This fact implies that management plans of amphibians, in aquatic ecosystems, must include qualitative valuations of the terrestrial environments.

**Key words:** amphibians, diet, reproduction, habitat, conservation

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de los anfibios tienen una "doble vida" con una etapa larval acuática y una adulta terrestre luego de la metamorfosis que favorece el transporte de energía y nutrientes, desempeñando un rol "pivot" entre ambos ambientes (Gallardo 1974; Alford 1999). Durante la etapa adulta, los individuos se mueven entre sitios terrestres de refugio o forrajeo y sitios acuáticos para la reproducción mientras que los juveniles utilizan ambientes semi-acuáticos para dispersarse (Beebee 1996). Por lo tanto, los ecotonos formados por los ambientes terrestres que limitan ciertos humedales son críticos para el ciclo de vida de los anfibios (Semlitsch & Bodie 2004).

Algunas de sus particularidades morfológicas y fisiológicas, tales como la piel permeable y la ectotermia, implican que el uso temporal y espacial de estos ambientes no sea continuo y esté estrechamente vinculado con factores ambientales (Feder & Burggren 1992). Por ejemplo, en las regiones templadas la actividad de los anuros está asociada a la temperatura y la precipitación, pero otros factores ecológicos e incluso ritmos fisiológicos internos también parecen estar asociados (Jørgensen 1992). Por lo tanto, la variación temporal y espacial en la utilización de los ambientes riparios está determinada por una conjunción de factores intrínsecos y extrínsecos.

La historia de vida de los anuros los hace susceptibles al cambio ambiental, propiciando que sean utilizados en estudios de conservación como indicadores de degradación ambiental (Welsh & Ollivier 1998). Esta fragilidad frente al cambio ambiental se conoce como el fenómeno de la declinación global de las poblaciones de anfibios (Wake 1991). Entre los factores propuestos como causantes de este proceso están la destrucción de hábitat y la contaminación ambiental (Alford & Richards 1999), el aumento de la radiación ultravioleta (Blaustein *et al.* 1994; Broomhall *et al.* 2000), el cambio climático (Pounds *et al.* 1999), la expansión de especies exóticas (Drost & Fellers 1996; Knapp & Matthews 2000) y las enfermedades (Berger *et al.* 1998; Lips 1998). Por otro lado, el desconocimiento de aspectos básicos de la biología de las especies dificulta diferenciar las fluctuaciones naturales de los eventos de declinación (Pechmann & Wilbur 1994; Houlahan *et al.* 2000; Marsh 2001). En Uruguay existen evidencias de la desaparición de poblaciones de *Melanophryniscus montevidensis* (Sapito de Darwin) en los departamentos de Canelones y Maldonado (Langone 1994). Esta especie utiliza la franja costera y la desaparición de algunas de sus poblaciones es adjudicada al incremento urbano, y en particular al drenaje artificial de las zonas inundables que son utilizadas por esta especie (Maneyro & Langone 2001).

En el presente artículo se integran diversos aspectos de la ecología trófica y reproductiva de un ensamble de anfibios, a fin de identificar las características ambientales y biológicas que influyen en el uso del hábitat por dicho ensamble y que podrían fundamentar posibles medidas de manejo de las poblaciones de anfibios. Los trabajos fueron realizados en el Balneario Solís, localidad costera del Dpto. de Maldonado ( $34^{\circ}47'S, 55^{\circ}22'W$ ). Más específicamente, el sitio de estudio abarcó las márgenes y praderas adyacentes del Arroyo Espinas (Fig. 1). Una represa evita la entrada de agua salobre proveniente del Río de la Plata, generando un ambiente de humedal ribereño y lacustre.

En este artículo la nomenclatura utilizada sigue a Frost *et al.* (2006).

### ECOLOGÍA TRÓFICA

El análisis del nicho trófico permite caracterizar la composición de la dieta y los requerimientos de los depredadores. Los estudios de dieta posibilitan establecer relaciones funcionales entre el recurso alimenticio y el comportamiento del depredador, entre los que se destacan la estrategia de alimentación y las tácticas de captura de las presas (Huey & Pianka 1981), las cuales pueden ser influenciadas también por las limitaciones fisiológicas y las tácticas antidepredador (Toft 1980; 1981). La variabilidad de los requerimientos y del comportamiento depredador en diferentes especies y en una misma especie se manifiesta como cambios estacionales, intersexuales y/u ontogenéticos de la dieta (Christian 1982; Forstner *et al.* 1998; Hirai & Matsui 2002). Por otro lado, estos cambios suelen correlacionarse con modificaciones ana-

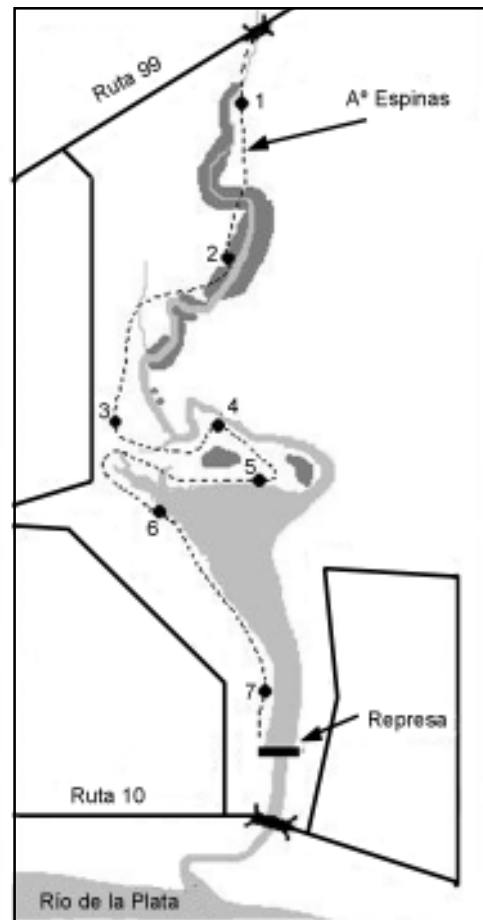


Figura 1. Área de estudio. Los números representan los sitios de muestreo.

tómicas a nivel del tracto digestivo (Starck 1999). Debido al balance necesario entre procesar más alimento a través de un intestino con determinados atributos y el costo en mantenerlo, los individuos ajustan las características digestivas a las demandas energéticas, nivel de consumo y tipo de alimento (Sibly 1981). Estos ajustes podrían ocurrir en respuesta a cambios ambientales asociados a la estacionalidad (Juszczik *et al.* 1966). Si bien existen mucha información sobre este tema en pequeños endotermos, los trabajos en anfibios son aun escasos (ver revisión de Naya & Bozinovic 2004).

En primera instancia, se examinan los cambios de la dieta en el eje temporal de cuatro especies del ensamble y se analiza la variación ontogénica e intersexual del consumo de presas en *Leptodactylus ocellatus*, así como los ajustes del tracto digestivo a estas fluctuaciones.

### Metodología

Se hicieron muestreos mensuales de dos noches de duración durante dos años (1998-2000) en el área de estudio. Los ejemplares fueron capturados con trampas de caída colocadas a pocos metros del arroyo y por colecta manual y fijados en formol 10%. Los ejemplares se



depositaron en la Colección Zoología Vertebrados (Facultad de Ciencias, Universidad de la República) (ZVCB). Se identificaron a nivel de Orden las presas encontradas en el estómago y la porción duodenal del intestino. Se midió el largo y el ancho de las presas utilizando una grilla micrométrica con una precisión de 0.01 mm, y se estimó el volumen de las mismas a través de la fórmula de Dunham (1983). Los datos fueron agrupados en dos períodos: uno cálido (octubre a marzo) y otro frío (abril a setiembre).

Específicamente se analizó la dieta de *Hypsiboas pulchellus* "Rana Trepadora" (N=96), *Physalaemus gracilis* "Ranita Gato" (N=186), *Leptodactylus ocellatus* "Rana Común" (N=88) y *Chaunus* grupo *granulosus* "Sapito de Jardín" (N=17). Con el fin de conocer la similitud de la dieta entre las especies, se calculó el índice de solapamiento simétrico de Pianka (Krebs 1989). Además, se realizaron Análisis de Correspondencia para detectar qué tipo de presas están más vinculadas con cada depredador (ver da Rosa *et al.* 2002).

Para *L. ocellatus* se presenta un análisis ontogénico e intersexual de la variación en el consumo de presas (Maneyro *et al.* 2004). Para ello se midieron los individuos desde el hocico a la cloaca (LHC) siendo sexados mediante inspección de las gónadas. Basados en el LHC, los individuos fueron agrupados en tres clases de edad: "metamorfos" (LHC<50 mm), juveniles (LHC<75 mm) y adultos (LHC>75 mm). Se calculó la diversidad trófica a través del índice de Shannon-Weaver estandarizado, y el índice de importancia relativa (IRI) (Pinkas *et al.* 1971) para cada ítem presa. A través del índice de solapamiento simétrico de Pianka se compararon los grupos (clases de edad y sexo-estación). Los cambios entre los grupos fueron evaluados a través del test de G utilizando los IRI. Basado en el volumen total de presas los datos fueron agrupados en una estación de mayor consumo (cálida: setiembre a febrero para las hembras y noviembre a febrero para los machos) y en una estación de bajo forrajeo (fría: mayo a agosto para las hembras y mayo a octubre para los machos). Se midieron el largo del estómago (LE) e intestino (LI) con una regla (precisión 0.1 cm) (Naya *et al.* 2003). Los cambios en LE y LI fueron analizados a través de ANCOVAs, con el sexo y la estación como los factores y el LHC como covariable. Se evaluaron las diferencias de las medias entre los grupos (sexo-estación) mediante el test de t-Student con corrección de Bonferroni (Sokal & Rohlf 1995).

### Relaciones tróficas entre especies

Se observaron cambios estacionales en la composición y abundancia de la dieta (Fig. 2) que se reflejaron en la disminución del solapamiento de *H. pulchellus* con las demás especies y entre *L. ocellatus*-*P. gracilis*, durante la estación fría, cuando probablemente la oferta de presas fue menor (Tabla 1). La reducción del solapamiento se debió en gran medida a la incorporación de nuevas presas que quizás no fueran consideradas en la estación cálida, lo que concuerda con la hipótesis de solapamiento de

nicho. Ésta predice que a través de una reducción de la amplitud trófica o a través de cambios en el eje de los recursos se disminuirá el solapamiento en respuesta a la menor disponibilidad de presas (ver Jaksic 2001).

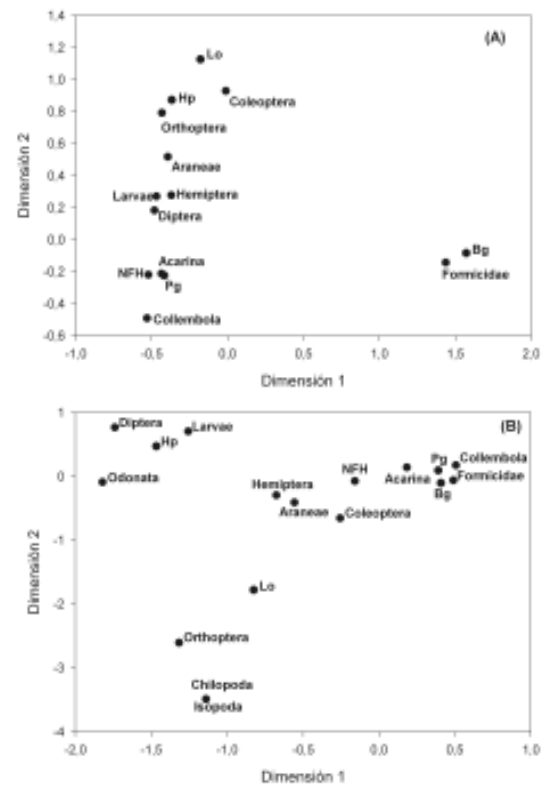


Figura 2. Representación gráfica de las especies de depredadores y los ítems presa en las dos primeras dimensiones. (A): estación cálida, (B): estación fría. Lo: *L. ocellatus*, Hp: *H. pulchellus*, Bg: *C. gr. granulosus* y Pg: *P. gracilis*. NFH: Hymenoptera no Formicidae (extraído de da Rosa *et al.* 2002).

Tabla 1. Matriz de similitud de la dieta (índice de solapamiento de Pianka). L. oc.=*L. ocellatus*, H.p.=*H. pulchellus*, P.g.=*P. gracilis* y C.gr.g.=*C. gr. granulosus* (extraído de da Rosa *et al.* 2002).

	Estación cálida			Estación fría		
	L. oc.	H.p.	P.g.	L. oc.	H.p.	P.g.
H.p.	0.84	-----	-----	0.37	-----	-----
P.g.	0.35	0.39	-----	0.24	0.18	-----
C.gr.g.	0.24	0.15	0.18	0.34	0.13	0.58

Por otro lado, según las presas consumidas *H. pulchellus*, *L. ocellatus* y *P. gracilis* presentan una estrategia generalista, mientras que *C. gr. granulosus* es un especialista en hormigas. Asimismo, se ha propuesto que existe una interacción entre los niveles tróficos (Huey & Pianka 1981). Esto significa que las presas activas serían capturadas por depredadores a la espera, mientras que los cazadores activos depredarían sobre presas distribuidas en parches y sedentarias (Toft 1980; Huey & Pianka 1981). La dieta de *H. pulchellus* y *L. ocellatus* está caracterizada por el consumo de presas activas (e.g. coleópteros y dípteros), lo que indicaría una táctica de forrajeo a la espera (Freed 1980). Por otra parte, sería

propuesta una táctica de forrajeo activo para *C. gr. granulatus*, debido a que su recurso presenta una distribución parcheada (Toft 1981), lo que implica que debe desplazarse en el área en búsqueda de sus presas.

### Análisis de la variación intraespecífica en *L. ocellatus*

Fueron analizados 143 individuos de los cuales 113 (79%) presentaron al menos un individuo presa. El índice de Shannon-Weaver y el IRI de algunas de las presas fue diferente entre las clases de edad (Tabla 2), siendo la dieta diferente entre las mismas ( $G=74.2$ ;  $gl=14$ ;  $p<0.05$ ), incluso en los test pareados. La dieta de los metamorfos fue más parecida a la de los juveniles (índice de Pianka =  $0.876$ ;  $G=21.2$ ;  $gl=7$ ;  $p<0.005$ ) que a la de los adultos (índice de Pianka= $0.785$ ;  $G=35.8$ ;  $gl=7$ ;  $p<0.005$ ). El solapamiento entre los juveniles y adultos fue de  $0.834$  ( $G=45.7$ ;  $gl=7$ ;  $p<0.005$ ).

**Tabla 2.** Índice de importancia relativa de los ítem más importantes (IRI<sub>ítem</sub> por encima del 1% del IRI total) por categoría (edad y sexo-estación). M=metamorfos, J=juveniles, A=adultos, F=estación fría, C=estación cálida. H=índice de Shannon-Weaver estandarizado. f=Formicidae. El valor de IRI para los Acari no superó el 1% del IRI total (extraído de Maneyro *et al.* 2004).

	Clases de edad			Clases de sexo-estación			
	M	J	A	macho F	macho C	hembra F	hembra C
Aranea	252	1639	819	1226	876	732	2643
Acari	87	2	166				
Coleoptera	4137	3148	2145	2521	4991	3079	5446
Orthoptera	634	1364	1010	2398	474	1224	396
Hemiptera	228	821	631	596	642	577	2167
Hymenoptera (f)	55	65	569	575	80	204	627
Larvae	257	208	228	60	550	137	1142
Isopoda	1	40	455	192	85	386	165
<b>H</b>	0.66	0.67	0.68	0.61	0.72	0.65	0.76

En parte, las diferencias en la dieta se deben a que los metamorfos consumen coleópteros (que incluyen taxa acuáticos) en mayor medida que las otras dos clases, mientras que los adultos presentan presas terrestres de mayor importancia, como los isópodos y las hormigas. Esto podría reflejar un cambio en el hábito general de la especie incursionando en los ambientes terrestres a medida que se desarrolla (Lajmanovich 1996). También se observaron diferencias en las dietas entre los cuatro grupos de sexo-estación (hembras y machos en estación cálida y fría) ( $G=59.8$ ;  $gl=21$ ;  $p<0.05$ ) y entre las comparaciones pareadas, excepto entre los machos y hembras en la estación cálida. Esto último coincide con el máximo solapamiento encontrado entre estos dos grupos (Tabla 3). La diferencia en la dieta entre los sexos durante la época fría podría ser una respuesta a una disminución en la disponibilidad de las presas.

**Tabla 3.** Índice de Pianka y resultados del test de G entre las categorías de sexo-estación. F=estación fría, C=estación cálida, G=valores del test G, gl=grados de libertad, h=hembras, m=machos (extraído de Maneyro *et al.* 2004).

	I. de Pianka	G	gl	P
hF-hC	0.880	19.65	7	0.006
hF-mF	0.910	19.60	7	0.006
hC-mC	0.963	4.41	7	0.731
mF-mC	0.841	25.26	7	0.000

Analizados los datos de la morfometría del tracto digestivo en esta población, se encontró que el LE y LI presentan una relación lineal con el LHC ( $LE=0.28+0.32*LHC$ ,  $r=0.91$ ,  $p=0.002$ ;  $LI=-3.16+2.57*LHC$ ,  $r=0.90$ ,  $p=0.001$ ). El LE varió significativamente sólo con la estación ( $F_{(1,98)}=5.19$ ,  $p=0.02$ ). Las hembras del período cálido mostraron valores más altos que las hembras y machos del período frío (Tabla 4). Por otro lado, el LI mostró diferencias significativas para la interacción entre el sexo y la estación ( $F_{(1,98)}=4.97$ ,  $p=0.03$ ). Las hembras del período frío presentaron intestinos más largos que los machos en la misma estación y marginalmente mayores que las hembras del período cálido, mientras que los machos del período cálido presentaron un intestino más largo que los del período frío.

**Tabla 4.** Resultados del test de t-Student para comparación de medias entre los grupos. gl=grados de libertad. F=estación fría, C=estación cálida (extraído de Naya *et al.* 2003).

	Largo del estómago			Largo del intestino		
	t	gl	P	t	gl	P
hF-hC	2.25	51	0.03	1.77	51	0.08
hF-mF	0.98	45	0.33	2.38	45	0.02
hF-mC	0.71	64	0.48	0.25	64	0.80
hC-mF	2.47	34	0.02	0.36	34	0.72
hC-mC	1.30	53	0.20	1.48	53	0.15
mC-mF	1.21	47	0.23	1.71	47	0.09

Los resultados indican que el LE varió estacionalmente de acuerdo a la dieta, mostrando los valores más altos durante la época de mayor consumo. Asimismo el intestino de los machos fue más largo en el período de mayor forrajeo, lo que es congruente con la hipótesis de cambio estacional (Larsen 1992). Sin embargo, el tracto digestivo de las hembras mostró un patrón inverso. Dado que es durante la estación fría cuando ocurre la síntesis de vitelo en *L. ocellatus* (Mosconi *et al.* 1996), este patrón de variación sería concordante con la hipótesis de inversión reproductiva diferencial (Wilczynska 1981).

### ECOLOGÍA REPRODUCTIVA

En las regiones templadas, la actividad reproductiva de las especies de anfibios anuros está asociada con la temperatura y la precipitación, determinándose que la mayoría de las especies se reproducen en la época cálida

y húmeda (Wiest 1982; Caldwell 1987; Pombal 1997). Sumado a esto, la actividad reproductiva está vinculada con la disponibilidad de los sitios de reproducción (Duellman & Trueb 1994). Esto se hace evidente en aquellas especies que se reproducen en cuerpos de agua temporal, que se generan luego de fuertes lluvias, por lo que presentan una actividad reproductiva de corta duración denominada explosiva (Wells 1977). Por otro lado, existen especies que utilizan cuerpos de agua permanente, por lo que se pueden reproducir de forma más prolongada (Wells 1977). En esta sección se presenta la fenología de una de las especies más comunes del ensamble, *P. gracilis*, en relación a la época del año y la edad de los individuos. Además, se reporta la variabilidad espacial y temporal en la actividad reproductiva del ensamble a partir del monitoreo mensual de la fenología de las especies en diferentes sitios del área de estudio.

### Metodología

Los individuos de *P. gracilis* fueron capturados a través de trampas de caída colocadas en los sitios 2, 5 y 6 (Fig. 1), sexados y medidos (LHC). Para describir la actividad reproductiva del ensamble se registró la actividad de las especies a través del canto nupcial. Éste es especie-específico y es emitido por los machos con el fin de atraer a las hembras (Ryan 2001). Se realizó una estimación de abundancia relativa en cada noche de muestreo (entre las 21:00 y 1:00 horas) a través de las vocalizaciones de los machos (Driscoll 1998a) de cada especie en siete sitios. Los sitios identificados fueron los siguientes (se indica el carácter de ambiente temporal o permanente): sitio 1 (cañada, permanente); sitio 2 (cañada con monte, permanente); sitio 3 (cañada abierta con vegetación flotante, temporal); sitio 4 (laguna con vegetación flotante, temporal); sitio 5 (zona inundada con vegetación palustre, permanente); sitio 6 (zona profunda junto a la represa, permanente); sitio 7 (praderas inundables, temporal) (Fig. 1). Por este método se asigna una categoría de abundancia relativa a cada especie que esté vocalizando: ocasional (1 individuo); raro (por lo menos 2 pero no más de 3); común (más de 3 pero las vocalizaciones son individualizables); abundante (coro, no se puede distinguir un canto del otro) (Moulton *et al.* 1996). Se utilizó el valor mayor de la estimación de las dos noches de muestreo para cada sitio. En el análisis temporal se consideró toda el área de estudio como un sitio único y se tomó la estimación más alta de abundancia de las dos noches para cada especie.

### Actividad del ensamble (tiempo y espacio)

La riqueza del área de estudio fue de 11 especies: *H. pulchellus*, *Scinax granulatus* "Rana Roncadora", *Pseudis minutus* "Rana Boyadora Grande", *P. gracilis*, *L. ocellatus*, *Leptodactylus latinasus* "Rana Piadora", *Leptodactylus gracilis* "Rana Saltadora", *Leptodactylus mystacinus* "Rana de Bigotes", *Odontophrynus americanus* "Escuerzo Chico", *Elachistocleis bicolor* "Sapito Oval" y *C. gr. granulosus*.

No se considera en el análisis a *L. mystacinus* debido a que se la encontró una sola vez y un sólo individuo, no pudiéndose registrar la actividad reproductiva.

La variación mensual en el tamaño corporal de *P. gracilis* indica que juveniles y adultos no estuvieron presentes en el área al mismo tiempo (Fig. 3). Los adultos predominaron durante los meses de mayor actividad reproductiva (octubre-noviembre 1999 y octubre-diciembre 2000), reflejando el movimiento de individuos maduros desde los sitios de hibernación hacia la ribera del arroyo donde ocurrió la reproducción. Luego de la época reproductiva se registró un pico de juveniles, reflejando el movimiento desde los sitios de desarrollo larval hacia las praderas adyacentes. Por lo tanto, los ambientes terrestres que bordean el arroyo son vitales para los individuos metamorfoseados, tanto antes como después de la época reproductiva de la especie (octubre-noviembre-diciembre, Camargo *et al.* 2005).

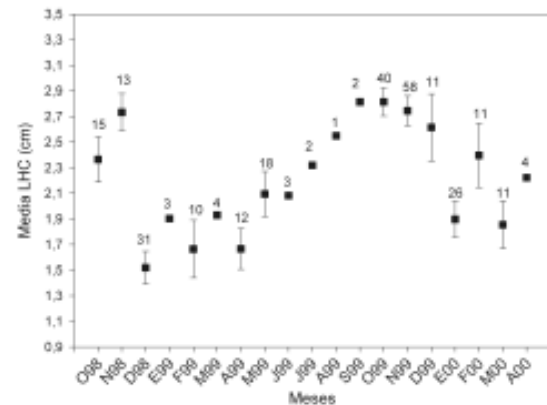


Figura 3. Variación mensual en el largo hocico-cloaca (LHC). Los números representan el tamaño de la muestra, los cuadros la media y la barra el error estándar (extraído de Camargo *et al.* 2005).

Considerando al ensamble, en invierno se observaron tres especies (*P. gracilis*, *P. minutus* y *H. pulchellus*), en primavera se incorporaron cuatro (*L. ocellatus* y *S. granulatus*, *L. latinasus*, *L. gracilis*) y durante verano se observaron todas las especies. En otoño abandonaron el ensamble *S. granulatus*, *L. latinasus*, *L. gracilis* y *C. gr. granulosus*. Entre las especies con actividad prolongada, *P. minutus* presentó la mayor abundancia durante verano, *P. gracilis* durante primavera e *H. pulchellus* durante casi todo el año. Por su parte, *O. americanus*, *L. gracilis*, *C. gr. granulosus* y *E. bicolor* presentaron una actividad restringida a los meses de verano luego de fuertes lluvias. De esta manera, los meses con mayor cantidad de especies cantando coincidieron con los picos de abundancia acumulada (diciembre 1998, enero y octubre 1999). Todos los sitios fueron utilizados durante el año excepto el sitio 7, en el cual no se observaron especies durante invierno. Los sitios permanentes fueron utilizados por *P. gracilis*, *L. ocellatus*, *H. pulchellus*, *S. granulatus* y *P. minutus*, mientras que *L. latinasus*, *L. gracilis*, *E. bicolor*, *O. americanus* y *C. gr. granulosus* ocuparon los sitios temporales.

La temporalidad de los cuerpos de agua es una de las principales variables estructuradoras de las comunidades de anfibios en la dimensión espacial y temporal (Arzabe *et al.* 1998) pudiendo generar patrones de sucesión de especies (Wiest 1982). En nuestro estudio, las especies se diferenciaron espacialmente en el uso del hábitat, distinguiéndose entre las que usaron los sitios permanentes y los temporales. A su vez, las especies también se diferenciaron en sus momentos de actividad produciendo un patrón anual típico tal como el encontrado en otros ensambles (Donnelly & Guyer 1994; Eterovick & Sazima 2000). El reparto del hábitat acuático estuvo asociado con distintos modos de reproducción en forma similar a lo observado en otros estudios (Gascon 1991; Zimmerman & Simberloff 1996; Bertoluci & Trefaut-Rodrigues 2002). En nuestro caso, *C. gr. granulatus*, *E. bicolor* y *O. americanus* depositan los huevos en el agua (modo 1, Duellman & Trueb 1994), mientras que *L. gracilis* y *L. latinasus* incluyen los huevos en nidos de espuma dentro de cuevas, previo a las precipitaciones (modo 21, Duellman & Trueb 1994). Así, dos grupos de especies con modos reproductivos diferentes que compartieron sitios temporales se segregaron temporalmente de acuerdo a la presencia o no de agua en estos sitios.

#### IMPACTOS DE LA URBANIZACIÓN SOBRE LOS ANFIBIOS Y LOS HUMEDALES COSTEROS

Los paisajes costeros están siendo alterados a una escala global debido, entre otras causas, a la concentración de las actividades humanas en estos sitios (Chapin *et al.* 2000). La urbanización puede producir efectos adversos sobre la calidad de los hábitat debido a la contaminación y sobre la movilidad de los individuos a causa de los sistemas viales (Knutson *et al.* 1999). En Uruguay el incremento en las tasas de urbanización está afectando el régimen hídrico y la calidad del agua de diversos humedales costeros (Clara & Maneyro 1999; Azpiroz 2001). Estas alteraciones mediadas por actividades humanas ya afectaron a las poblaciones de algunos anfibios que habitan la franja costera desde Montevideo a Rocha (Maneyro & Langone 2001). El área de estudio de nuestro trabajo se encuentra entre dos localidades costeras con un moderado desarrollo turístico (Balneario Solís y Bella Vista) pero cuya creciente urbanización indica que un impacto, similar al observado en otras localidades costeras con mayor urbanización, podría ocurrir sobre los anfibios del área.

Los anfibios tienen movimientos reducidos y poseen una alta fidelidad a los sitios de reproducción, determinando un bajo flujo de individuos entre parches y por lo tanto una limitada capacidad de recolonización. Por esta razón, muchas poblaciones de anfibios se estructuran en un sistema de metapoblaciones caracterizado por eventos de colonización y extinción en charcos vecinos (Gluve 1994; Driscoll 1998b; Skelly *et al.* 1999). La destrucción y/o fragmentación de los humedales pueden conducir a la pérdida de hábitat adecuados para los anfibios y también de los ambientes terrestres adyacentes fundamenta-

les para el ciclo de vida y la dispersión (Dodd & Cade 1998). Por esta razón, los ambientes terrestres aledaños a los humedales están recibiendo mayor atención y están siendo incorporados como zonas de amortiguación en los planes de manejo para la conservación de anfibios (e.g. Porej *et al.* 2004; Semlitsch & Bodie 2004). Además del tamaño y del grado de aislamiento de los humedales, el hidropériodo también es un factor relevante para la presencia de anfibios, aunque los patrones temporales del uso de hábitat por ensambles de anfibios no han sido usualmente considerados en medidas de manejo (Paton & Crouch 2002).

En el sitio de estudio, las especies se repartieron el hábitat entre dos tipos principales de ambientes: sitios con agua permanente y sitios con aguas temporales. En ambos casos, las especies dependieron tanto de los ambientes acuáticos como de los terrestres para alimentarse, reproducirse y/o para refugiarse en algún momento de su ciclo de vida. Por ejemplo, los adultos de *P. gracilis* utilizaron los sitios con agua permanente para reproducirse, mientras que los juveniles buscaron refugio y se dispersaron en ambientes terrestres. Asimismo, *L. ocellatus* también utilizó los ambientes permanentes para la reproducción pero, como sugieren las diferencias entre la dieta de los adultos y los metamorfos, los individuos incursionan en los ambientes terrestres a medida que se desarrollan. Por otro lado, *C. gr. granulatus* se reprodujo en sitios con agua temporal y utilizó el hábitat terrestre para alimentarse. El consumo especializado en hormigas permitió inferir que, debido a la distribución parcheada del recurso, esta especie realiza desplazamientos en el ambiente terrestre mediante la búsqueda activa de sus presas.

La actividad reproductiva del ensamble presentó un patrón cíclico con especies activas en diferentes momentos del año, conformando dos grupos con estrategias opuestas y el resto desplegando patrones intermedios. Un grupo de especies se reprodujo prácticamente durante todo el año (*P. minutus* e *H. pulchellus*) y utilizó los sitios permanentes, mientras que las especies con un período corto de actividad en el verano utilizaron principalmente los sitios temporales (*O. americanus*, *C. gr. granulatus* y *E. bicolor*). La actividad explosiva y el hábito terrestre durante el ciclo vital podrían volver a estas especies más susceptibles al impacto negativo generado por la actividad turística en el sitio de estudio. Los ambientes terrestres aledaños al Arroyo Espinas son los que reciben el mayor impacto directo por actividades turísticas durante el verano, debido al aumento del tránsito de vehículos. En este sentido, existen evidencias que especies de Bufonidae y de otros anfibios fuertemente dependientes del hábitat terrestre serían las más susceptibles a la alteración del hábitat y al aislamiento entre sitios temporales (Ficetola & De Bernardi 2004). Nuestro estudio encontró que las especies dependientes de los sitios permanentes también utilizaron el hábitat terrestre aledaño para forrajeo y/o refugio (e.g. *L. ocellatus*, *P. gracilis*). La interdependencia encontrada entre los ciclos de activi-

dad reproductiva, la dieta y la anatomía digestiva sugiere que un impacto sobre las zonas terrestres que bordean el Arroyo Espinas también afectará a estas especies que utilizan los sitios permanentes.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Una evaluación de la persistencia de los anfibios en el sitio de estudio frente al impacto que producirá un predecible desarrollo urbano de la costa demandará un monitoreo a largo plazo. El registro de la actividad reproductiva a través de los cantos permite conocer la fenología y puede ser utilizado como una herramienta efectiva de monitoreo con bajo costo (Bridges & Dorcas 2000) e incorporando relevamientos visuales para compensar las diferencias en la detectabilidad de las especies (de Solla *et al.* 2005). Estas estrategias están siendo empleadas en algunos países en forma coordinada por varios equipos de voluntarios que realizan monitoreos de cantos que permiten obtener información sobre las tendencias poblacionales a largo plazo. También sería necesario la toma de información más detallada en algunos sitios con un impacto variable para conocer y manejar el sistema en su conjunto (Hamer *et al.* 2002). Por otro lado, estudios que apunten a conocer las áreas de actividad de las especies y el grado de interconexión de las poblaciones son fundamentales para entender el funcionamiento de éstas. Asimismo, el estadio larval debe ocupar un lugar en la investigación, ya que las presiones a las que están sometidas las especies durante dicho estadio son diferentes a la de los adultos.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Con el fin de conservar las especies de anfibios se ha observado que es necesario mantener los sitios donde se reproducen (Russell *et al.* 2002). Pero también se ha registrado que no es lo único a considerar, sino que las zonas terrestres aledañas son importantes debido a las actividades que allí desarrollan las especies. Es por esto, que se deben mantener los humedales o cuerpos de agua y una zona buffer que los rodee (Semlitsch & Bodie 1999; 2004). Además, a causa de la estructura metapoblacional, es necesario para la persistencia de las poblaciones que los cuerpos de agua no permanezcan aislados, sino que exista algún grado de conexión entre ellos. Esto es particularmente cierto para aquellas especies de alta fecundidad que se reproducen en charcos, al menos en América del Norte (e.g. Familia Bufonidae), ya que por sus características demográficas y estructura poblacional son susceptibles a la destrucción, fragmentación y degradación del hábitat (Green *et al.* 2001). Por lo tanto, sería fundamental mantener la conectividad entre los humedales formados por arroyos y bañados a lo largo de la franja costera. Aunque estos humedales sean preservados en toda su extensión, incluso considerando un área terrestre litoral, si estos ambientes quedaran rodeados completamente por el desarrollo urbano, es facti-

ble que a largo plazo ocurra un impacto en la dinámica poblacional de las especies más susceptibles a la fragmentación del hábitat.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Nuñez y L. Ziegler por su ayuda durante el trabajo de campo y a P. Vaz y A. Jauri por el

#### REFERENCIAS

- Alford RA** 1999 Ecology: resource use, competition, and predation. Pp 240-278 *In*: McDiarmid RW & R Altig (eds) Tadpoles: The biology of anuran larvae. The University Chicago Press
- Alford RA & SJ Richards** 1999 Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematic* 30:133-165
- Arzabe C De Carvalho CX & MA Goes Costa** 1998 Anuran assemblages in Crasto Forest ponds (Sergipe State, Brazil): comparative structure and calling activity patterns. *Herpetological Journal* 8:111-113
- Azpiroz AB** 2001 Aves del Uruguay. Lista e introducción a su biología y conservación. Aves Uruguay - GUPECA, Montevideo
- Beebee TJC** 1996 Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, Londres. 214 pp
- Berger L Speare R & A Hyati** 1998 Chytrid fungi and amphibian declines: overview, implications and future directions. Pp 23-33 *In*: Campbell (ed) Declines and Dissaperances of Australian frogs. Environmental Australia, Camberra
- Bertoluci J & M Trefaut Rodrigues** 2002 Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23:161-167
- Blaustein AR Hoffman PD Hokit DG Kiesecker JM Walls SC & JB Hays** 1994 UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: a link to population declines? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91:1791-1795
- Bridges AS & ME Dorcas** 2000 Temporal variation in anuran calling behavior: implications for survey and monitoring programs. *Copeia* (2):587-592
- Broomhall SD Osborne WS & RB Cunningham** 2000 Comparative effects of ambient ultraviolet-B radiation on two sympatric species of Australian frogs. *Conservation Biology* 14(2):420-427
- Caldwell J** 1987 Demography and life history of two species of chorus frogs (Anura: Hylidae) in south Carolina. *Copeia* (1):114-127
- Camargo A Naya DE Canavero A da Rosa I & R Maneyro** 2005 Seasonal activity and the body size-fecundity relationship in a population of *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883) (Anura, Leptodactylidae) from Uruguay. *Annales Zoologici Fennici* 42:513-521
- Chapin FS Zavaleta ES Eviner VT Naylor RL Vitousek PM Reynolds HL Hooper DU Lavorel S Sala OE Hobbie SE Mack MC & S Díaz** 2000 Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234-242
- Christian KA** 1982 Changes in the food niche during postmetamorphic ontogeny of the frog *Pseudacris triseriata*. *Copeia* (1):73-80
- Clara M & Maneyro R** 1999 Humedales del Uruguay. El ejemplo de los humedales del este. Pp 71-83 *In*: Malvárez (ed) Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo
- da Rosa I Canavero A Maneyro R Naya DE & A Camargo** 2002 Diet of four sympatric anuran species in a temperate environment. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (2a época) 13:12-20

- de Solla SR Shirose LJ Fernie KJ Barrett GC Brousseau CS & CA Bishop** 2005 Effect of sampling effort and species detectability on volunteer based anuran monitoring programs. *Biological Conservation* 121(4):585-594
- Dodd CK & BS Cade** 1998 Movement patterns and the conservation of amphibians breeding in small temporary wetlands. *Conservation Biology* 12(2):331-339
- Donnelly MA & C Guyer** 1994 Patterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hylid frogs. *Oecologia* 98:291-302
- Driscoll DA** 1998a Counts of calling males as estimates of population size in the endangered frogs *Geococcyx alba* and *G. vitellina*. *Journal of Herpetology* 32(4):475-481
- Driscoll DA** 1998b Genetic structure, metapopulation processes and evolution influence the conservation strategies for two endangered frog species. *Biological Conservation* 83(1):43-54
- Drost CA & GM Fellers** 1996 Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite area of the California Sierra Nevada, USA. *Conservation Biology* 10(2):414-425
- Duellman W & L Trueb** 1994 *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press. 670 pp
- Dunham AE** 1983 Realized niche overlap, resource abundance and intensity of interspecific competition. Pp 261-280 *In*: Huey Pianka & Schoener (eds) *Lizard Ecology*. Harvard University, Londres
- Eterovick PC & I Sazima** 2000 Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia* 21:439-461
- Feder ME & WW Burggren** 1992 *Environmental physiology of the amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago. 646 pp
- Ficetola GF & F De Bernardi** 2004 Amphibians in a human-dominated landscape: the community structure is related to habitat features and isolation. *Biological Conservation* 119:219-230
- Forstner JM Forstner MR J & JR Dixon** 1998 Ontogenetic effects on prey selection and food habits of two sympatric east Texas ranids: the Southern Leopard Frog, *Rana sphenoccephala*, and the Bronze Frog, *Rana clamitans clamitans*. *Herpetological Review* 29(4):208-211
- Freed AN** 1980 Prey selection and feeding behavior of the Green Treefrog (*Hyla cinerea*). *Ecology* 61(3):461-465
- Frost DR Grant T Faivovich J Bain RH Haas A Haddad CFB de Sá RO Channing A Wilkinson M Donnelland SC Raxworthy CJ Campbell JA Blotto BL Moller P Drewes RC Nussbaum RA Lynch JD Green DM & WC Wheeler** 2006 The Amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297:370 pp
- Gallardo JM** 1974 *Anfibios de los alrededores de Buenos Aires*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 231 pp
- Gascon C** 1991 Population and community-level analyses of species occurrences of central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology* 72(5):1731-1746
- Glue S** 1994 Distribution and extinction patterns within a northern metapopulation of the pool frog, *Rana lessonae*. *Ecology* 75(5):1357-1367
- Green DM Carroll RL & VH Reynoso** 2001 Patrones de extinción en anfibios: pasado y presente. Pp 169-200 *In*: Hernández García Aldrete, Álvarez & Ulloa (eds) *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*. Ediciones Científicas Universitarias, Instituto de Biología, Universidad Nacional de México
- Hamer AJ Lane SJ & MJ Mahony** 2002 Management of freshwater wetlands for the endangered green and golden bell frog (*Litoria aurea*): roles of habitat determinants and space. *Biological Conservation* 106:413-424
- Hirai T & M Matsui** 2002 Ontogenetic change in the diet of the pond frog, *Rana nigromaculata*. *Ecological Research* 17:639-644
- Houlahan JE Findlay CS Schmidt BR Meyer AH & SL Kuzmin** 2000 Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404:752-755
- Huey RB & ER Pianka** 1981 Ecological consequences of foraging mode. *Ecology* 62(4):991-999
- Jaksic FM** 2001 *Ecología de comunidades*. Ediciones Universidad Católica de Chile, 233 pp
- Jørgensen CB** 1992 Growth and reproduction. Pp 439-466 *In*: Feder & Burggren (eds) *Environmental Physiology of the Amphibians*. The University of Chicago Press
- Juszczyk W Obrzut W & W Zamachowski** 1966 Morphological changes in the alimentary canal of the common frog (*Rana temporaria* L.) in the annual cycle. *Acta Biologica Cracoviensia* 9(1-2):239-246
- Knapp RA & KR Matthews** 2000 Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. *Conservation Biology* 14(2):428-438
- Knutson MG Sauer JR Olsen DA Mossman MJ Hemesath LM & M J Lannoo** 1999 Effects of landscape composition and wetland fragmentation on frog and toad abundance and species richness in Iowa and Wisconsin, U.S.A. *Conservation Biology* 13(6):1437-1446
- Krebs C J** 1989 *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York. 654 pp
- Lajmanovich R** 1996 Dinámica trófica de juveniles de *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae), en una isla del Paraná, Santa Fé, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 10(1-2):11-23. Tucumán
- Langone JA** 1994 *Ranas y sapos del Uruguay (reconocimiento y aspectos biológicos)*. Museo Dámaso Antonio Larrañaga. Serie Divulgación 5:123 pp. Montevideo
- Larsen LO** 1992 Feeding and digestion. Pp 378-394 *In*: Feder & Burggren. *Environmental Physiology of the Amphibians* (eds). The University of Chicago Press
- Lips KR** 1998 Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* 12(1):106-117
- Maneyro R & JA Langone** 2001 Categorización de los anfibios del Uruguay. *Cuadernos de Herpetología* 15(2):107-118. Tucumán
- Maneyro R Naya DE da Rosa I Canavero A & A Camargo** 2004 Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. *Iheringia (Serie Zoología)* 94(1):57-61
- Marsh DM** 2001 Fluctuations in amphibian populations: a meta-analysis. *Biological Conservation* 101:327-335
- Mosconi G Cei JM Ibañez N Alvarez BB Carnevali O Battisti A & AM Polzonetti-Magni** 1996 Changes in plasma sex steroids in females of two sympatric *Leptodactylus* from subtropical South America. *Journal of Herpetology* 30(1):68-70
- Moulton CA Fleming W & B Nerney** 1996 The use of PVC pipes to capture Hylid frogs. *Herpetological Review* 27(4):186-187
- Naya DE & F Bozinovic** 2004 Digestive phenotypic flexibility in post-metamorphic amphibians: studies on a model organism. *Biological Research* 37:365-370
- Naya DE Maneyro R Camargo A Canavero A & I da Rosa** 2003 Seasonal changes in gut length of the South American common frog *Leptodactylus ocellatus* (Amphibia, Anura). *Biociências* 11(1):47-52. Porto Alegre

- Paton PWC & WB Crouch** 2002 Using the phenology of pond-breeding amphibians develop conservation strategies. *Conservation Biology* 16(1):194-204
- Pechmann JHK & HM Wilbur** 1994 Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impact. *Herpetologica* 50:65-84
- Pinkas L Oliphant MS & ZL Iverson** 1971 Food habits of albacore bluefin, tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game Bulletin 152:1-350
- Pombal J** 1997 Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 57(4):583-594
- Porej D Micacchion M & TE Hetherington** 2004 Core terrestrial habitat for conservation of local populations of salamanders and wood frogs in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 120:399-409
- Pounds JA Fogden MPL & JH Campbell** 1999 Biological response to climate change in a tropical mountain. *Nature* 398:611-615
- Russell KR Guynn & HG Hanlin** 2002 Importance of small isolated wetlands for herpetofaunal diversity in managed, young growth forests in the coastal plain of south Carolina. *Forest Ecology and Management* 163:43-59
- Ryan MJ** 2001 Anuran communication. Smithsonian Institution Press, 252 pp
- Semlitsch RD & JR Bodie** 1999 Biological delineation fo terrestrial buffer zones for pond-breeding salamanders. *Conservation Biology* 12:1113-1119
- Semlitsch RD & JR Bodie** 2004 Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology* 17(5):1219-1228
- Sibly RM** 1981 Strategies of digestion and defecation. Pp 109-139 *In: Townsend & Calow (eds) Physiological Ecology: an Evolutionary Approach to Resource Use.* Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Skelly DK EE Werner & SA Cortwright** 1999 Long-term distributional dynamics of a Michigan amphibian assemblage. *Ecology* 80(7):2326-2337
- Sokal RR & FJ Rohlf** 1995 Biometry. Freeman & Company, Nueva York. 850 pp
- Starck JM** 1999 Structural flexibility of the gastro-intestinal tract of vertebrates-implications for evolutionary morphology. *Zoologischer Anzeiger* 238:87-101
- Toft CA** 1980 Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45:131-141
- Toft CA** 1981 Feeding ecology of panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of Herpetology* 15(2):139-144
- Wake DB** 1991 Declining amphibian populations. *Science* 253:860
- Wells KD** 1977 The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25:666-693
- Welsh HH Jr & LM Ollivier** 1998 Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods. *Ecological Applications* 8(4):1118-1132
- Wiest J** 1982 Anuran succession at temporary ponds in a post oak-savanna region of Texas. Pp 39-47 *In: Scott (ed) Herpetological communities.* Wildlife Research Report 13
- Wilczynska B** 1981 The structure of the alimentary canal and the dimensions of the mucosa in ontogenetic development of some Anura. *Acta Biologica Cracoviensia* 23(1):13-46
- Zimmerman BL & D Simberloff** 1996 An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian forest. *Journal of Biogeography* 23(1):27-46

## Aves de la costa de Montevideo urbano: variación espacial y estacional

MACARENA SARROCA\*, MATILDE ALFARO, JAVIER LENZI,  
SEBASTIAN JIMENEZ, CAROLINA ABUD & DIEGO CABALLERO-SADI

\*macasarroca@gmail.com



### RESUMEN

La costa de la ciudad de Montevideo forma parte de un ecosistema urbano y se encuentra conformada por diferentes tipos de ambientes. Dentro de esta heterogeneidad ambiental existen playas, pastizales costeros y puntas rocosas. En el presente trabajo se comparó la riqueza y abundancia de aves de cada uno de esos tres ambientes y se analizó la variación estacional en los mismos, sobre la base de muestreos sistemáticos realizados durante un año (octubre 2001-octubre 2002). Mediante análisis multivariados se estudió la composición y abundancia en los distintos ambientes costeros así como su variación estacional, indicando las especies características de cada uno y discriminando entre especies residentes y migratorias. Se registraron un total de 61 especies a lo largo de la costa siendo *Larus dominicanus* la más abundante. Cada ambiente estudiado presentó una composición de aves características que lo diferenció del resto. Las especies indicadoras del pastizal fueron en su mayoría del Orden Passeriformes; *Columba livia* fue la especie indicadora de la playa y *Larus maculipennis*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Tringa melanoleuca* y *Pluvialis dominica* en la punta rocosa. La comunidad de aves de la costa de Montevideo no presentó grandes cambios estacionales. El pastizal fue el ambiente con mayor riqueza específica. Este tipo de estudios sirven como base para futuros diseños de ciudades con el fin de conservar la mayor diversidad posible de especies dentro de este ecosistema.

**Palabras clave:** comunidad de aves, variación estacional, ambientes costeros, Río de la Plata, Uruguay

### ABSTRACT

The shore of the city of Montevideo is part of an urban ecosystem and it is composed of different habitats. Three habitats have been identified within the environmental heterogeneity of this coast: sandy beaches, coastal meadows and rocky points. The present study compares the bird richness and abundance of each of these habitats, analyzing their seasonal variation based on year-round systematic sampling (October 2001-October 2002). Multivariate analysis was used to study the composition and abundance of each coastal habitat as well as their seasonal variation, indicating the characteristic species of each one and identifying resident and migratory species. A total of 61 species were registered throughout the coast and *Larus dominicanus* was the most abundant. Each habitat presented a particular bird composition; the indicator species of the coastal meadow were mainly Passerine, *Columba livia* was the indicator species for sandy beach and *Larus maculipennis*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Tringa melanoleuca* and *Pluvialis dominica* for the rocky point. The bird community of Montevideo's coast did not present great seasonal variation. The coastal meadow was the richest habitat. This study provides useful data for future urban designs that wish to preserve the highest species diversity of birds within this ecosystem.

**Key words:** avian community, seasonal variation, coastal environments, Río de la Plata, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

El estuario del Río de la Plata es utilizado ampliamente por numerosas especies de aves (Teague 1955; Vaz-Ferreira & Palerm 1989; Escalante 1991; Arballo & Cravino 1999; Azpiroz 2003). Sobre este sector de la costa uruguaya se encuentran playas arenosas, afloramientos rocosos, humedales, sistemas boscosos y ciudades costeras de diversos tamaños.

La costa de Montevideo presenta distintos tipos de ambientes, entre los que se destacan las puntas pedregosas, las playas arenosas (Chebataroff 1969) y los pastizales costeros. A su vez presenta características peculiares por encontrarse inmersa en un contexto urbanizado. En los ambientes urbanos la riqueza de aves está relacionada con la heterogeneidad del hábitat natural y antropizado (Clergueau 1998; Blair 1996; 2001).

Pocos trabajos hacen mención a las aves de la ciudad de Montevideo (Teague 1955; Escalante 1970; 1991; Gore & Gepp 1978; Arballo & Cravino 1999; Claramunt & González 2000) y sólo uno de éstos trata exclusivamente sobre la avifauna que allí se encuentra (Claramunt & González 2000). Sin embargo, ninguno de estos estudios describe cuantitativamente la comunidad de aves a partir de muestreos periódicos.

Desde octubre de 2001, la ONG Averaves "Investigación y Conservación de Aves", ha realizado muestreos sistemáticos en la ciudad de Montevideo. Desde entonces se han registrado más de 140 especies de aves (Averaves, datos no publicados), lo que representa 33% de la riqueza de Uruguay. Este dato es aún más importante si se tiene en cuenta que se trata del departamento con menor superficie del país (0.3%) y el más urbaniza-



do. La lista de especies para la ciudad incluye aves residentes asociadas a ambientes costeros, como *Larus dominicanus* (Gaviota cocinera), *Larus maculipennis* (Gaviota capucho café) y *Haematopus palliatus* (Ostrero común), y especies migratorias como *Calidris fuscicollis* (Playerito rabadilla blanca) y *Macronectes giganteus* (Petrel gigante del sur).

Dada la heterogeneidad de ambientes que existen sobre la costa de la ciudad y la estacionalidad característica de su ubicación latitudinal, se espera que la comunidad de aves de Montevideo varíe tanto espacial como temporalmente. En este trabajo se compara la riqueza y abundancia de las aves en tres ambientes de la costa E de Montevideo y se analiza la variación estacional de los mismos.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

La ciudad de Montevideo ( $34^{\circ}52'10''\text{S}$ - $56^{\circ}10'09''\text{W}$ ) se encuentra sobre el Río de la Plata y tiene una superficie de 195 km<sup>2</sup>. El clima es templado, moderado, lluvioso, con precipitación media anual de 1101 mm y temperatura media anual de 16.7 °C (media mínima 10.9 °C en julio, media máxima 23 °C en enero) según los datos recabados durante el período 1961-1990 (DNM 2005).

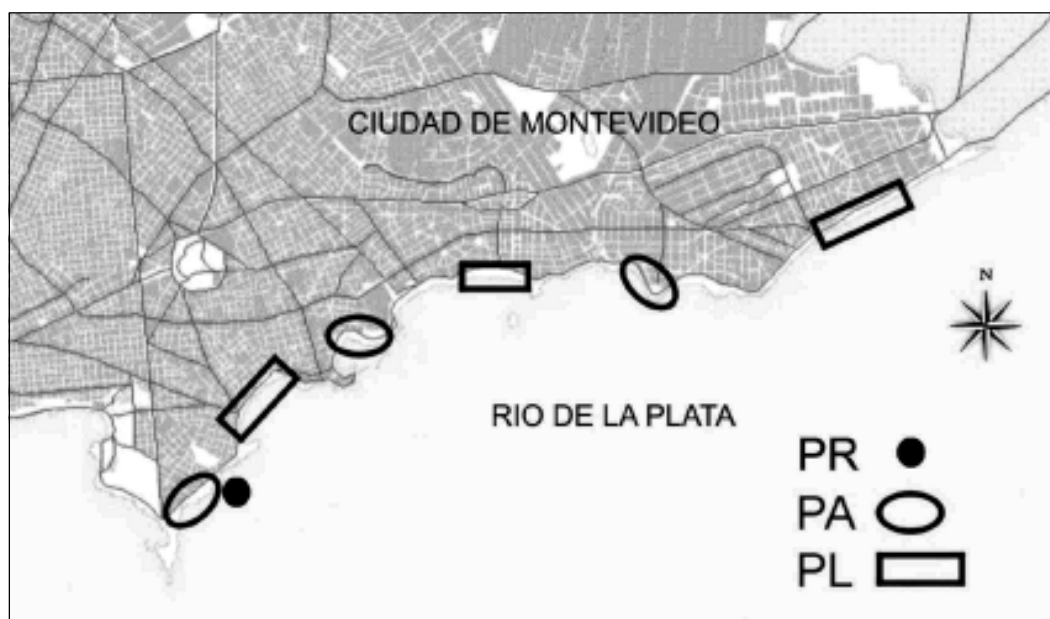
El área de estudio se ubica en la costa E de Montevideo, la cual se extiende desde Punta Carretas hasta el Arroyo Carrasco (para una descripción detallada ver Chebataroff 1973). En la misma se seleccionaron siete lugares de muestreo: una punta rocosa, tres playas y tres pastizales los cuales son ambientes característicos de la costa montevideana (Fig. 1).

### Punta rocosa (PR)

Las puntas rocosas son salientes determinadas por rocas cristalinas o por sedimentos más o menos consolidados y algunos de estos accidentes constituyen pequeñas penínsulas sobre la costa uruguaya (Chebataroff 1969). Los conteos de aves se realizaron en Punta del Canario (PR) ( $34^{\circ}55'30''\text{S}$ - $56^{\circ}09'05''\text{W}$ ) que es de tamaño pequeño en comparación con otras formaciones de este tipo en la costa montevideana, presentando una altura no mayor a 1.5 m.

### Playas (PL)

La sucesión de playas arenosas de arena fina y marcadamente cuarzosa es característica de la costa uruguaya (Chebataroff 1969). Las playas (PL) seleccionadas para los muestreos fueron: Playa Pocitos ( $34^{\circ}54'52''\text{S}$ - $56^{\circ}08'48''\text{W}$ ), Playa Malvín ( $34^{\circ}53'49''\text{S}$ - $56^{\circ}06'26''\text{W}$ ) y Playa Carrasco ( $34^{\circ}53'10''\text{S}$ - $56^{\circ}02'29''\text{W}$ ) con una longitud de 1700 m, 1480 m y 1820 m, respectivamente (Fig. 1). La Playa Pocitos presenta la franja arenosa más angosta, en la cual existe infraestructura durante todo el año utilizada para actividades recreativas. Sobre la rambla se encuentra un cordón de edificios con la mayor altura de la costa y un tránsito vehicular y peatonal elevado. La Playa Malvín posee una franja ancha de arena y dunas cubiertas por vegetación arbustiva (*Acacia* sp.). Frente a esta playa, a sólo 450 m de la costa, se encuentra la Isla de las Gaviotas, sitio de nidificación de algunas especies de aves. La Playa Carrasco también presenta una amplia franja arenosa y dunas con presencia de arbustos. Esta playa se ubica frente a un barrio residencial que presenta edificaciones bajas y calles anchas con abundante vegetación.



**Figura 1.** Área de estudio. Los círculos señalan los pastizales (PA) y los rectángulos las playas (PL); el punto indica la ubicación de la punta rocosa (PR). De izquierda a derecha: Pastizal Punta Carretas, Punta del Canario, Playa Pocitos, Pastizal Buceo, Playa Malvín, Pastizal Punta Gorda y Playa Carrasco.

### Pastizales (PA)

Los pastizales (PA) de la costa E de Montevideo constituyen relictos de la vegetación característica de la costa platense; estos ambientes se caracterizan por la presencia de un sustrato herbáceo con cambios estacionales, especialmente en períodos de sequía (C. Fagúndez com. pers.). Los sitios seleccionados para el muestreo de PA fueron: Pastizal Punta Carretas (34°55'36"S-56°09'20"W) con 492 m de extensión, Pastizal Buceo (34°54'16"S-56°07'52"W) con 664 m y Pastizal Punta Gorda (34°53'52"S-56°04'85"W) con 509 m (Fig. 1). En un sondeo reciente se determinaron las especies vegetales dominantes en las tres zonas de PA (C. Fagúndez com. pers.) utilizando la bibliografía de Burkart (1974; 1987) y Lombardo (1982a; 1982b; 1982c) para su identificación. Los resultados indican que en las zonas inundadas aparecen diversas plantas de hábito halófito (Chebataroff 1973) donde dominan *Juncus acutus* y *Spartina coarctata*, presentando una altura que varía entre 0.40-1.20 m. Por otro lado, los pastizales presentan un cordón rocoso entre la vegetación y el mar, y una faja de césped entre ésta y la rambla, cuyos anchos respectivos varían dependiendo de la marea y de cada sitio.

### Muestreos

En PL y PA, el método para la obtención de datos fue la transecta lineal (Bibby *et al.* 1998) orientada paralela a la línea de costa. Debido a las características geográficas, en PR se utilizó muestreo de punto (Bibby *et al.* 1998). Entre octubre 2001 y octubre 2002 se realizó mensualmente un muestreo por ambiente, compuesto por tres réplicas simultáneas en PL, tres réplicas simultáneas en PA y un muestreo en PR. Para las mismas se trabajó con dos observadores durante las primeras dos horas posteriores al amanecer. La duración se determinó luego de realizar muestreos pilotos y calcular las curvas de acumulación de especies para cada sitio (Bibby *et al.* 1998). El resultado de estos análisis determinó una duración de 45 minutos en PR y de 30 minutos en PL y PA, duración que permitía llegar a la asíntota de la curva de acumulación. No se realizaron muestreos en días de lluvia.

Para la identificación de las especies se utilizaron binoculares y las guías de Harrison (1983), Hayman *et al.* (1986), Narosky & Izurieta (1993; 2003) y de la Peña & Rumboll (1998). En cada sitio se registró la identidad y abundancia de todas las especies que se avistaron.

### Análisis de datos

#### Diferencias entre ambientes

Se calculó la abundancia máxima observada de cada especie para cada ambiente. En el caso de PR, que presenta una muestra por mes, este valor corresponde a la abundancia mensual máxima observada para cada especie. En PL y PA, donde se realizaron tres transectas por ambiente, el valor corresponde al máximo promedio mensual observado.

Para estudiar la composición y abundancia de las especies en cada ambiente se realizó un Análisis de Similitud (ANOSIM; Clarke & Warwick 1994) basando los valores de similitud en el índice de Bray Curtis (Clarke 1993). ANOSIM es un método no-paramétrico simple basado en una modificación del Test de Mantel y es apropiado para comparar valores de similitud entre grupos de datos. El método calcula un valor de similitud global entre todos los grupos de datos así como comparaciones pareadas entre grupos. De este modo permite determinar si los valores de un mismo grupo son más similares entre sí que entre valores de otros grupos (Blake & Schuette 2000). La significancia estadística está basada en iteraciones de Monte Carlo (999 en nuestro caso) y el programa utilizado fue Primer 5. Para este análisis se creó una matriz con 61 columnas (especies) y 86 filas (muestras) con los datos originales.

Para identificar las especies características de cada ambiente se realizó un Análisis de Especies Indicadoras. Este análisis toma en cuenta la frecuencia y abundancia de las especies en cada ambiente y realiza iteraciones de Monte Carlo para calcular el valor significativo de los datos (McCune & Grace 2002). Para este análisis se utilizó el programa PC-ORD 4.

Para visualizar gráficamente las diferencias en la composición y abundancia de especies entre los distintos ambientes se realizó un Análisis de Correspondencia (Jambu 1991) con el programa STATISTICA 6.0. Para el mismo se generó una matriz promediando la abundancia anual de PR y todas las transectas de PL y PA. Las especies fueron analizadas según su abundancia (con 61 categorías: especies) y el ambiente en donde fueron registradas (con tres categorías: PL, PA y PR).

#### Variación estacional

Se realizó un Análisis de Similitud con Primer 5 comparando las estaciones con los datos de toda la comunidad de la costa de Montevideo y entre estaciones para cada ambiente por separado. Se consideró verano de diciembre a febrero, otoño de marzo a mayo, invierno de junio a agosto y primavera de setiembre a noviembre. A su vez, se analizó la abundancia y riqueza de las especies migratorias a lo largo del período de estudio.

El estatus de las especies se definió a partir de la clasificación de Azpiroz (2003) y las mismas fueron separadas en los distintos tipos de migrantes para un análisis más detallado. *Notiochelidon cyanoleuca* (Golondrina azul chica) presenta dos subespecies, *N. cyanoleuca cyanoleuca* y *N. cyanoleuca patagonica*, la primera es residente de verano y la segunda visitante de invierno. Debido a que estas subespecies son indistinguibles a simple vista, durante los muestreos, no fueron incluidas en el análisis ya que la especie se registra a lo largo de todo el año. Por último, se compararon estos datos con la abundancia y riqueza de las especies residentes.

## RESULTADOS

### Abundancia y riqueza de especies de la costa

Se registró un total de 61 especies de aves pertenecientes a 28 familias. En la tabla 1 se observa la abundancia máxima de las especies registradas durante el periodo 2001-2002 en cada ambiente. El mayor número de especies (55) se observó en PA, mientras que en PL y PR la riqueza fue similar, 35 y 34 respectivamente. Del total de las especies observadas 38% fueron registradas en los tres ambientes, 28% en dos y 34% exclusivamente en uno (Tabla 1). Los tres ambientes presentaron especies exclusivas, siendo dos en PR, tres en PL y en PA se alcanzó un máximo de 16. En PR y PA el mayor número de especies

presentó su abundancia máxima en otoño, mientras que en PL se alcanzó en primavera. Las estaciones con los rangos de abundancia más elevados fueron verano y otoño. La especie que presentó mayor número de individuos en los tres ambientes fue *L. dominicanus*, siendo PL el ambiente donde se registró la mayor abundancia. Entre las especies más abundantes aparecen además *Columba livia* (Paloma doméstica), *L. maculipennis*, *Phalacrocorax brasilianus* (Biguá), *Pitangus sulphuratus* (Benteveo común) y *Passer domesticus* (Gorrión). En el caso de las especies exóticas, *C. livia* presentó su abundancia máxima en PR y PL, mientras que *P. domesticus* lo hizo en PA.

**Tabla 1.** Máxima abundancia mensual de aves en la costa de la ciudad de Montevideo para cada ambiente (punta rocosa-PR, playa-PL y pastizal-PA). Las barras corresponden a un rango de abundancia (ver pie de tabla). Los números indican el mes en que se registró la máxima abundancia (del 1-12 equivale a Enero-Diciembre). Los símbolos indican las especies visitantes de verano (□), visitantes de invierno (◇) y residentes de verano (●).

Especie	PL	PR	PA	Especie	PL	PR	PA
<i>Larus dominicanus</i>	■ 2	■ 5	■ 5	<i>Turdus amaurochalinus</i>		— 5	— 5
<i>Larus maculipennis</i>	■ 3	■ 3	■ 3	<i>Rollandia rolland</i>	— 9		— 5, 8
<i>Columba livia</i>	■ 1	■ 5	■ 5	<i>Ardea cocoi</i>	— 4		— 4
<i>Pitangus sulphuratus</i>	■ 10	■ 5	■ 3	<i>Sterna hirundo</i> □	— 3		— 3
<i>Passer domesticus</i>	■ 11	— 11	■ 1	<i>Rynchops niger</i>	— 12		— 7
<i>Zenaida auriculata</i>	— 2	— 1	■ 9	<i>Tachycineta leucorrhoa</i> ●	— 11		— 11
<i>Columba picazuro</i>	— 9	— 8	■ 9	<i>Progne tapera</i> ●	— 12		— 11
<i>Progne chalybea</i> ●	— 11	— 11	■ 1	<i>Mimus saturninus</i>	— 8		— 2
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	■ 11	■ 2	■ 1	<i>Molothrus bonariensis</i>	— 10		— 10
<i>Egretta thula</i>	— 8	■ 4	■ 3	<i>Anas flavirostris</i>			— 8
<i>Vanellus chilensis</i>	— 8	■ 7	■ 11	<i>Coscoroba coscoroba</i>			— 9
<i>Furnarius rufus</i>	— 10	— 5	■ 12	<i>Falco sparverius</i>			— 2
<i>Aramides cajanea</i>			— 4	<i>Fulica armillata</i>			— 7
<i>Sterna eurygnatha</i>	— 3	■ 3	— 3	<i>Actitis macularia</i> □			— 3
<i>Sterna trudeaui</i>	— 5	■ 7	— 5	<i>Larus atlanticus</i> ◇			— 6
<i>Pluvialis dominica</i> □		■ 2	— 11	<i>Columbina picui</i>			— 3
<i>Tringa melanoleuca</i> □		■ 10	— 3	<i>Chlorostilbon aureoventris</i> ●			— 10
<i>Zonotrichia capensis</i>	■ 11	— 5,8,10	— 9	<i>Colaptes campestris</i>			— 5
<i>Podiceps major</i>	— 10	— 7	— 3, 9	<i>Xolmis cinerea</i>			— 12
<i>Macronectes giganteus</i> ◇	— 8	— 8	— 8	<i>Anthus lutescens</i>			— 10
<i>Haematopus palliatus</i>	— 9	— 11	— 3	<i>Sicalis flaveola</i>			— 7
<i>Myiopsitta monachus</i>	— 10	— 10	— 5	<i>Sicalis luteola</i>			— 2
<i>Machetornis rixosus</i>	— 12	— 5	— 8	<i>Embernagra platensis</i>			— 8,4,5
<i>Tyrannus savana</i> ●	— 11	— 12	— 11	<i>Sturnella supercilialis</i>			— 9
<i>Tyrannus melancholicus</i> ●	— 1	— 1,2	— 12	<i>Sterna maxima</i>	■ 9	■ 9	
<i>Troglodytes aedon</i>	— 12	— 5	— 1	<i>Lessonia rufa</i> ◇		— 1	
<i>Podylimbus podiceps</i>		— 5	— 7	<i>Muscisaxicola macloviana</i> ◇		— 8	
<i>Plegadis chihi</i>		— 1	— 9	<i>Charadrius collaris</i>	— 6		
<i>Calidris fuscicollis</i> □		— 10	— 5	<i>Guira guira</i>	— 1		
<i>Cinclodes fuscus</i> ◇		— 5	— 9	<i>Serpophaga subcristata</i>	— 10		
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> ●◇		— 1	— 9				

### Los ambientes costeros

El Análisis de Similitud indicó diferencias significativas entre los tres ambientes ( $R_{\text{Global}}=0.342$ ;  $p < 0.01$ ), siendo PA y PR los que mostraron mayores diferencias entre sí ( $R=0.4$ ;  $p < 0.01$ ). Todos los ambientes presentaron especies indicadoras con valores significativos de  $p$  (Tabla 2), lo que indica que éstos pueden ser diferenciados por algunas de las especies que presentan. Sin embargo, PL presentó pocas especies con valores significativos, *C. livia* (Tabla 2) y *L. dominicanus* ( $p < 0.05$ ). El pastizal presentó el mayor número de especies indicadoras (Tabla 2) y por lo tanto es el más diferenciado en cuanto a la composición, abundancia y frecuencia de observación de las mismas.

El Análisis de Correspondencia agrupó los datos en dos factores o dimensiones que explican en conjunto 100% de la varianza del sistema (Fig. 2). La dimensión 1 separó, hacia ambos lados del eje de coordenadas, PL (59.2% de la varianza) de PA (19.2%) y PR (21.6%) (Fig. 2). La playa fue el ambiente donde se registraron las mayores abundancias promedio de las especies *C. livia* y *L. dominicanus*, mostrando la primera una marcada diferencia con el resto de los ambientes (42.8%) (Fig. 2). La dimensión dos separó a PA (50.3%) de PR (49.6%) quedando PL (0.0005%) sin peso en esta dimensión (Fig. 2). Cuatro especies tuvieron los mayores porcentajes de la varianza total en la dimensión 2, *L. maculipennis* (21.5%), *Pluvialis dominica* (Chorlo dorado) (8.3%), *Furnarius rufus* (Hornero) (12.6%) y *P. domesticus* (11.3%). Las dos primeras se vieron fuertemente asociadas al ambiente PR, mientras que las dos últimas se asociaron a PA (Fig. 2). Esta dimensión separó los ambientes con mayor número de especies características (Fig. 2).

La especie que presentó la menor varianza en las dos dimensiones fue *L. dominicanus*, ubicándose cercana al cero del eje de coordenadas en ambas dimensiones (0.055% dim. 1 y 0.00005% dim. 2) (Fig. 2). Esta especie apareció con altos valores de abundancia promedio en los tres ambientes, siendo un poco mayor en PL.

### Estacionalidad

La riqueza y abundancia de especies a lo largo del año mostró diferencias significativas entre las estaciones ( $R_{\text{Global}}=0.05$ ;  $p < 0.05$ ). Esto es consecuencia de la diferencia entre primavera - otoño ( $R=0.114$ ;  $p < 0.01$ ) y primavera-invierno ( $R=0.065$ ;  $p < 0.05$ ). Sin embargo, al analizar cada ambiente por separado a lo largo de las estaciones no se encontraron diferencias significativas para  $R_{\text{Global}}$ .

### Migrantes

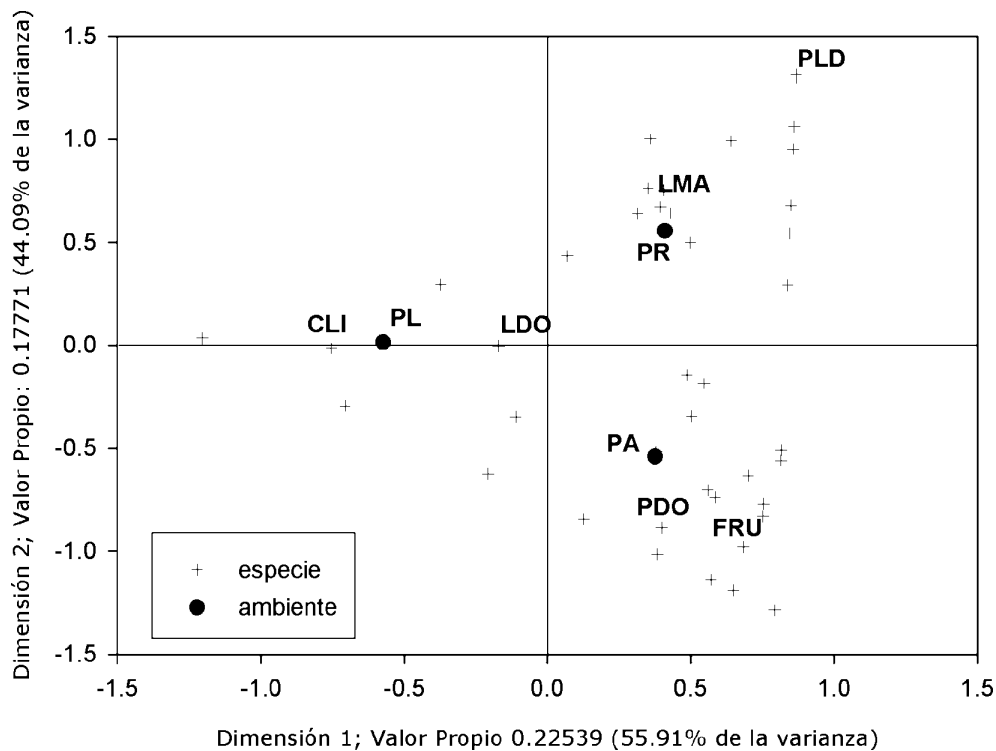
En la costa de Montevideo se observaron 17 especies migratorias durante el período de estudio (Tabla 1) y tanto su presencia como su abundancia variaron a lo largo del año (Fig. 3). Los valores más altos se encontraron entre octubre y marzo, siendo enero el mes donde se registró la mayor abundancia (Fig. 3). Del total de especies, cinco fueron visitantes de invierno, cinco visitantes de verano y seis residentes de verano.

Las especies visitantes de invierno se observaron principalmente de mayo a setiembre aunque un individuo de *Lessonia rufa* (Sobrepuesto) fue observado en enero (Fig. 3) (Tabla 1). La abundancia máxima de este grupo se observó en agosto con 10 individuos pertenecientes a cuatro especies (*Cinclodes fuscus*, Remolinera; *Larus atlanticus*, Gaviota cangrejera; *M. giganteus* y *Muscisaxicola macloviana*, Dormilona cara negra) siendo *M. giganteus* la más abundante con cinco individuos.

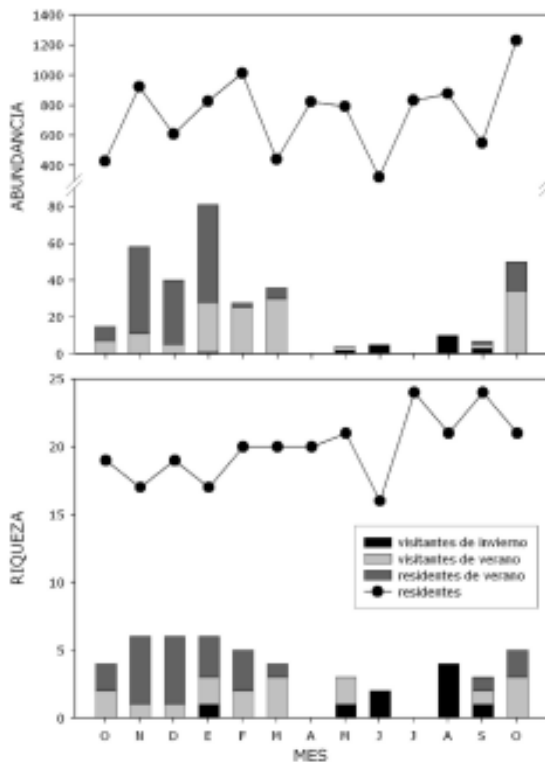
Las especies visitantes de verano se observaron de setiembre a mayo (excepto en abril). La riqueza máxima se alcanzó en marzo (*Actitis macularia*, Playerito manchado; *Sterna hirundo*, Gaviotín golondrina y *Tringa melanoleuca*, Playero patas amarillas grande) y octubre 2002 (*C. fuscicollis*, *P. dominica* y *T. melanoleuca*), meses en los que coincidieron las abundancias máximas de individuos, 30 y 34 individuos respectivamente (Fig. 3). En ambos meses la especie más abundante fue *T. melanoleuca*. Las especies residentes de verano fueron observadas de setiembre a marzo (Fig. 3). La riqueza máxima (cinco

Tabla 2. Resultado del Análisis de Especies Indicadoras (sólo se presentan aquellas especies que presentaron valores de  $p < 0.01$ ).

Especie	Ambiente	Valor Indicador Observado	Valor indicador de grupos al azar	
			Media	Desvío Estandar
<i>Furnarius rufus</i>	Pastizal	83.1	23.7	4.96
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pastizal	56.2	35.9	4.29
<i>Passer domesticus</i>	Pastizal	42.5	20.6	5.56
<i>Troglodytes aedon</i>	Pastizal	41.7	14.6	4.57
<i>Zonotrichia capensis</i>	Pastizal	38.9	19.6	4.99
<i>Zenaida auriculata</i>	Pastizal	38.4	16.5	5.70
<i>Machetornis rixosus</i>	Pastizal	37.1	15.8	4.61
<i>Columba livia</i>	Playa	71.5	34.9	6.03
<i>Larus maculipennis</i>	Punta rocosa	48.0	25.1	6.28
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Punta rocosa	45.0	25.3	5.87
<i>Tringa melanoleuca</i>	Punta rocosa	41.0	12.3	4.93
<i>Pluvialis dominica</i>	Punta rocosa	33.1	6.7	3.75



**Figura 2.** Resultado del Análisis de Correspondencia. Los puntos representan los ambientes y las cruces las especies. PL=Playa, PA=Pastizal, PR=Punta rocosa, CLI=Columba livia, LDO=Larus dominicanus, PDO=Passer domesticus, FRU=Furnarius rufus, PLD=Pluvialis dominica, LMA=Larus maculipennis.



**Figura 3.** Abundancia y riqueza de las especies migratorias y residentes a lo largo del año.

especies) se registró en noviembre y diciembre. La abundancia máxima de este grupo fue observada en enero con un total de 53 individuos pertenecientes a tres especies (*Progne chalybea*, Golondrina azul grande; *Tyrannus melancholicus*, Benteveo real y *Tyrannus savana*, Tijereta), de los cuales 42 individuos pertenecieron a *P. chalybea*.

La riqueza y abundancia de las especies migratorias a lo largo del año son inferiores con respecto a las especies residentes, especialmente en relación a la abundancia. En julio no se observaron especies migratorias y se observó un máximo de 24 especies residentes. Por otra parte, también se observó que las especies residentes presentan oscilaciones más marcadas en su abundancia, siendo junio el mes de menor registro (323 individuos) y octubre 2002 el mes de mayor abundancia (1229 individuos) (Fig. 3).

#### DISCUSIÓN

La costa de Montevideo está compuesta por ambientes que presentan características topográficas y vegetales particulares así como distintos grados de antropización, que generan heterogeneidad espacial a lo largo de la misma. Los resultados de este trabajo indicaron que esta heterogeneidad se ve también reflejada en la comunidad de aves. Los tres ambientes estudiados presentaron diferencias en la composición y abundancia de las especies de aves.

El ambiente playa estuvo dominado por dos especies comúnmente asociadas a la presencia humana, *L. dominicanus* y *C. livia*. Ambas utilizan los desechos alimenticios del ser humano como fuente de alimento siendo esta una de las razones de su gran expansión (Escalante 1991; Blair 1996; Giaccardi *et al.* 1997; Sol *et al.* 1998; Yorio *et al.* 1998). Varios trabajos señalan que *L. dominicanus* nidifica en islas costeras (Cuello & Gerzenstein 1962; Gerzenstein 1965; Escalante 1970; 1991; Gore & Gepp 1978) y frecuentemente en aquellas cercanas a ciudades (Yorio *et al.* 1998). Durante el período de estudio se observaron grandes números de individuos desplazándose desde y hacia la Isla de las Gaviotas. En noviembre de 2003 Averaves visitó dicha isla identificando la presencia de colonias de nidificación de *L. dominicanus*, *Egretta thula* (Garza blanca chica) y *Bubulcus ibis* (Garza bueyera). Es probable que los desplazamientos de *L. dominicanus* se deban a su traslado hacia los basureros municipales en busca de alimento donde se han observado grandes congregaciones.

La punta rocosa no presentó un número importante de especies exclusivas; no obstante, la falta de réplicas para este ambiente debe tomarse en consideración. La abundancia y frecuencia de observación de las especies registradas le otorgaron características particulares que lo diferenciaron del resto. Este ambiente se encuentra menos accesible al público que las playas de la costa, pero su peculiaridad seguramente este vinculada a sus características geomorfológicas. La presencia de rocas y aguas someras genera un hábitat propicio para la alimentación de chorlos (Teague 1955; Hayman *et al.* 1986; Canevari *et al.* 2001). Entre las Especies Indicadoras de este ambiente se encuentran *T. melanoleuca* y *P. dominica*, dos chorlos visitantes de verano que llegan a la costa uruguaya en busca de alimento y lugares de descanso (Teague 1955; Azpiroz 2003). Otras Especies Indicadoras fueron *L. maculipennis* y *P. brasilianus* y ambas utilizaron el área como sitio de descanso.

El pastizal fue el ambiente con mayor número de especies exclusivas y Especies Indicadoras. A pesar de ser un ambiente muy accesible al público no es utilizado con la misma intensidad que las playas. Sus componentes vegetal, rocoso y acuático le brindan mayor heterogeneidad espacial comparada con el resto de los ambientes, lo cual influye sobre la variedad de especies observadas (Boren *et al.* 1997; Clergueau 1998). Los Passeriformes fueron el grupo más representativo, lo que puede ser asociado a la presencia de especies herbáceas y arbóreas. Cabe destacar que las Especies Indicadoras registradas son comúnmente observadas en ambientes urbanos neotropicales, entre ellas *P. domesticus* de distribución casi cosmopolita (Koepcke 1952; Ruszczyk *et al.* 1987; Matarazzo-Neuberger 1992; Azpiroz 2003).

A pesar que se observó la ocurrencia y desaparición de algunas especies a lo largo del año, y que la comunidad de aves de la costa E de Montevideo presentó una variación estacional mayor a la esperada por azar según los análisis estadísticos, ésta no fue muy pronunciada.

En conjunto, las especies residentes fueron observadas todo el año sin grandes diferencias estacionales en su abundancia. Si bien más de una cuarta parte de las especies registradas son migratorias, éstas siempre estuvieron representadas por pocos individuos. Los disturbios generados por el ser humano provocan una disminución en el tiempo dedicado a la alimentación y/o descanso de muchas especies migratorias marinas y costeras (Vooren & Chiaradia 1990). Por este motivo dichas especies son selectivas al elegir sitios de alimentación y descanso quedando restringidas a los sitios con disponibilidad de recursos y menor disturbio en los centros poblados.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

A pesar de los disturbios e impactos a los que las aves están sometidas en la ciudad, éstas han logrado aprovechar la heterogeneidad de ambientes que la misma ofrece. Muchas áreas urbanas y ambientes modificados poseen un alto valor para la conservación biológica (Marzluff & Ewing 2001; Crooks *et al.* 2004; Petit & Petit 2003). Es necesario realizar estudios sistemáticos en otras ciudades costeras del país que permitan comparar y conocer la ecología de las comunidades de aves que en ellas habitan. Por ejemplo, identificar los movimientos estacionales, sitios de descanso, alimentación y reproducción, así como la dinámica poblacional de las distintas especies. En particular, es fundamental conocer la tendencia poblacional de *L. dominicanus* ya que es la especie dominante de la costa. El incremento en la abundancia de esta especie puede generar la exclusión de otras a través de la predación de huevos (Yorio & Quintana 1997) y el desplazamiento de sus sitios de nidificación (Quintana & Yorio 1998). El estudio de su dinámica poblacional, reproducción, ecología trófica (e.g. uso de desechos humanos en su alimentación) y el monitoreo de las colonias cercanas a centros urbanos permitirán evaluar el estado poblacional de esta especie e implementar acciones de conservación específicas.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La información generada debe ser considerada para planeamientos urbanos futuros, destacándose actualmente sus implicancias ambientales, recreacionales y turísticas en la costa de Montevideo y el resto de Uruguay. Para el mantenimiento de la diversidad de aves y de la calidad ambiental de la ciudad se consideran como medidas positivas: (a) la recolección manual de residuos en las playas de manera de disminuir el disturbio sobre las aves, (b) educación ambiental tanto para turistas como para residentes que utilizan la costa como sitio de recreación y (c) uso diferencial de la costa mediante la construcción de sitios puntuales de esparcimiento, caminería y miradores de aves tomando en cuenta las áreas con mayor riqueza. Consideramos que todos estos aspectos favorecen la presencia de aves incrementando cualitativa y cuantitativamente los sitios de alimentación, nidificación

y refugio para las mismas. La modificación de la costa (e.g. urbanización), la polución sonora y el tránsito vehicular y peatonal, son otros aspectos a tener en cuenta (Marzluff & Ewing 2001; Hostetler & Knowles-Yanez 2003) que afectan la diversidad de aves de la costa de Montevideo.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los integrantes de AVeraves que colaboraron con los muestreos: Fernando Pons, Felipe García Olaso, Rosina Seguí, Ana Vásquez, Andrea Lanfranconi, Gastón Azziz, Paula Laporta, Mercedes Gutiérrez, Adrián Márquez, Daniel García, Pablo Rocca, Joaquín Aldabe, Marcos Carrau, Natalia Arbulo y Beatriz Sapelli. A John Blake por su orientación en el análisis de los datos y correcciones del manuscrito, Rosina Seguí por sus aportes para mejorar el trabajo, Matías Arím por su orientación en el uso del Análisis de Correspondencia, César Fagúndez por su colaboración en la descripción del área de estudio, Sylvia Bonilla por atender nuestras consultas sobre Primer 5, Virginia Fernández por la transformación de los datos geográficos y a los editores por invitarnos a participar en este libro.

#### REFERENCIAS

- Arballo E & J Cravino** 1999 Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. 465 pp
- Azpiroz A** 2003 Aves del Uruguay. Lista e introducción a su biología y conservación. Aves Uruguay-GUPECA, Montevideo. 104 pp
- Bibby C Jones M & S Marsden** 1998 Expedition Field Techniques. Bird Surveys. Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society, Londres. 135 pp
- Blair RB** 1996 Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications* 6(2):506-519
- Blair RB** 2001 Creating a homogeneous avifauna. Pp 459-486 *In*: Marzluff Bowman & Donnelly (eds) Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts
- Blake JG & B Schuette** 2000 Restoration of an oak forest in east-central Missouri. Early effects of prescribed burning on woody vegetation. *Forest Ecology and Management* 139:109-126
- Boren JC Engle DM & RE Masters** 1997 Vegetation cover type and avian species changes on landscapes within a wildland-urban interface. *Ecological Modelling* 103:251-266
- Burkart A** 1974 Flora ilustrada de Entre Ríos. Colección Científica del INTA Tomo VI. Buenos Aires, 554 pp
- Burkart A** 1987 Flora ilustrada de Entre Ríos. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, 606 pp
- Canevari P Castro G Sallaberry M & LG Naranjo** 2001 Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia. 141 pp
- Chebataroff J** 1969 Relieves y Costas. *Nuestra Tierra* (3):68 pp. Montevideo
- Chebataroff J** 1973 Ambientes salinos: su vegetación problemas de utilización. Facultad de Humanidades y Ciencias, Departamento de Geografía (5). Montevideo
- Claramunt S & EM González** 2000 Guía para la identificación de las aves de la ciudad de Montevideo. Vida Silvestre, Montevideo. 60 pp
- Clarke KR** 1993 Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143
- Clarke KR & RM Warwick** 1994 Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Bourne Press Ltd.
- Clergueau P** 1998 Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *The Condor* 100:413-425
- Crooks KR Suarez AV & DT Bolger** 2004 Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation* 115:451-462
- Cuello J & E Gerzenstein** 1962 Las aves del Uruguay. Lista sistemática, distribución y notas. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 7(93):1-191
- de la Peña MR & M Rumboll** 1998 Birds of Southern South America and Antarctica. Collins Illustrated Checklist. Harper Collins Publishers, London. 304 pp
- DNM (Dirección Nacional de Meteorología)** 2005 <http://www.meteorologia.com.uy/>
- Escalante R** 1970 Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas de Océano Atlántico. Barreiro & Ramos SA, Montevideo. 199 pp
- Escalante R** 1991 Status and conservation of seabirds breeding in Uruguay. ICBP Technical Publication 11:159-164
- Giaccardi M Yorio P & ME Lizurume** 1997 Patrones estacionales de abundancia de la Gaviota Cocinera (*Larus dominicanus*) en un basural patagónico y sus relaciones con el manejo de residuos urbanos y pesqueros. *Ornitología Neotropical* 8:77-84
- Gerzenstein E** 1965 Aves de la costa marítima y orilla fluvial del Uruguay. *El Hornero* 10(3):235-246
- Gore MEJ & ARM Gepp** 1978 Las aves del Uruguay. Mosca Hnos., Montevideo 283 pp
- Harrison P** 1983 Seabirds. An identification guide. Houghton Mifflin Company, Boston. 448 pp
- Hayman P Marchant J & T Prater** 1986 Shorebirds: an identification guide to the waders of the world. Houghton Mifflin Company, Boston. 448 pp
- Hostetler M & K Knowles-Yanez** 2003 Land use, scale, and bird distributions in the Phoenix metropolitan area. *Landscape and Urban Planning* 62:55-68
- Jambu M** 1991 Exploratory and Multivariate Data Analysis. Academic Press, San Diego. 474 pp
- Koepcke M** 1952 El gorrión europeo en el Perú. *Revista Mar del Sur* 22:63-72. Lima
- Lombardo A** 1982a Flora montevicensis. Tomo I. Intendencia Municipal de Montevideo, 316 pp
- Lombardo A** 1982b Flora montevicensis. Tomo II. Intendencia Municipal de Montevideo, 347 pp
- Lombardo A** 1982c Flora montevicensis. Tomo III. Intendencia Municipal de Montevideo, 465 pp
- Marzluff JM & K Ewing** 2001 Framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology* 9(3):280-292
- Matarazzo-Neuberger W** 1992 Avifauna urbana de dois municipios da grande São Paulo, SP (Brasil). *Acta Biologica Paranaense* 21:89-106. Curitiba
- McCune B & JB Grace** 2002 Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 204 pp

- Narosky T & D Yzurieta** 1993 Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. 4ª Ed. Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires. 355 pp
- Narosky T & D Yzurieta** 2003 Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. 15ª Ed. Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires. 346 pp
- Petit LJ & DR Petit** 2003 Evaluating the importance of human-modified lands for Neotropical bird conservation. *Conservation Biology* 17(3):687-694
- Quintana F & P Yorio** 1998 Competition for nest sites between Kelp Gulls (*Larus dominicanus*) and Terns (*Sterna maxima* and *S. eurygnatha*) in Patagonia. *The Auk* 115(4):1068-1071
- Ruszczuk A Rodrigues J Roberts T Bendati M del Pino R & M Melo** 1987 Distribution patterns of eight bird species in the urbanization gradient of Porto Alegre, Brazil. *Ciência e Cultura* 39:14-19
- Sol D Santos DM García J & M Cuadrado** 1998 Competition for food in urban pigeons: the cost of being juvenile. *The Condor* 100:298-304
- Teague GW** 1955 Aves del litoral uruguayo. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 4(72):1-58
- Vaz-Ferreira R & E Palerm** 1989 Estacionalidad, reproducción, migraciones y uso del habitat en las aves acuáticas del Uruguay. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 1(9):1-15. Montevideo
- Vooren CM & A Chiaradia** 1990 Seasonal abundance and behaviour of coastal birds on Cassino Beach, Brasil. *Ornitología Neotropical* 1:9-24
- Yorio P & F Quintana** 1997 Predation by Kelp Gulls *Larus dominicanus* at a mixed-species colony of Royal Terns *Sterna maxima* and Cayenne Terns *Sterna eurygnatha* in Patagonia. *Ibis* 139:536-541
- Yorio P Bertollotti M Gandini P & E Frere** 1998 Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentine coast: population status and relationship with coastal management and conservation. *Marine Ornithology* 26:11-18



## Contaminación de la Bahía de Montevideo y zona costera adyacente y su relación con los organismos bentónicos

PABLO MUNIZ\*, NATALIA VENTURINI & LETICIA BURONE

\*pmmaci@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Se evaluó la contaminación y la estructura de la comunidad bentónica en 32 estaciones de la Bahía de Montevideo (BM) y la zona costera adyacente (ZCA), con el objetivo de crear las bases necesarias para desarrollar un plan de monitoreo ambiental de la región. Los resultados mostraron tres zonas con calidad ambiental diferenciada. La porción interna de la BM es más heterogénea sedimentológicamente, posee una carga orgánica mayor y está altamente contaminada por cromo, plomo e hidrocarburos derivados del petróleo. La porción externa de la BM y la ZCA presentaron un nivel de contaminación moderado, mientras que el Puerto de Montevideo fue caracterizado como un ambiente hipereutrófico con una elevada carga de nutrientes y de contaminantes. La diferencia de calidad ambiental entre esas zonas se vio también reflejada en la estructura de las comunidades bentónicas. En la porción interna de la BM las comunidades presentaron una estructura simplificada, estando compuestas solamente por *Heleobia* cf. *australis* y nemátodos, indicadores de ambientes orgánicamente enriquecidos. En las otras dos zonas, las comunidades presentaron mayor número de especies y diversidad. Además, en la porción interna de la BM, los individuos de *Heleobia* presentaron menor tamaño, parásitos epibióticos y caparazón más delgado. La especie de foraminíferos dominante en las tres zonas fue *Ammonia tepida*, la cual presentó en la porción interna de la BM anomalías y malformaciones en las tecas (asociadas a la mayor concentración de metales pesados), más complejas y desarrolladas que las observadas en individuos de las otras dos zonas.

**Palabras clave:** ambiente bentónico, hidrocarburos, metales pesados, macrofauna, foraminíferos

### ABSTRACT

The status of pollution and the structure of the benthic community were evaluated in 32 sampling stations in Montevideo Bay (MB) and the adjacent coastal zone (ACZ), with the objective of creating the necessary basis to develop an environmental monitoring plan for this region. The results showed three zones with different environmental quality. The inner portion of MB has more heterogeneous sediments and a higher organic load, being highly polluted by chromium, lead and petroleum-derived hydrocarbons. The outer portion of MB and the ACZ presented a moderate level of pollution, whereas Montevideo Harbor was characterized as a hypereutrophic system with a high load of nutrients and pollutants. The different degree of environmental quality among these zones was also reflected in the structure of benthic communities. The inner portion of MB presented a simplified community composed solely by the small gastropod *Heleobia* cf. *australis* and nematodes, indicators of organically enriched environments. In the other two zones, communities showed higher number of species and diversity. Moreover, in the inner portion of MB the individuals of *Heleobia* were smaller-sized, presented ectoparasites and had thinner shells. The dominating species of foraminifera in the three zones was *Ammonia tepida*, presenting in the inner portion of MB metal enriched tecas (associated to greater heavy metal concentration) and more complex and developed anomalies compared to those observed in individuals from the other two zones.

**Key words:** benthic environment, hydrocarbons, heavy metals, macrofauna, foraminiferans

### INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental puede ser entendida como la introducción a un ambiente en forma abundante de elementos extraños o el aporte excesivo de aquellos elementos que están naturalmente presentes en el mismo. Los contaminantes ingresan al ambiente marino a través de la descarga directa de efluentes urbanos e industriales, del aporte de ríos, de la deposición y precipitación atmosférica, del tráfico marítimo y del escurrimiento urbano y agrícola. Una vez en el ambiente, esos contaminantes pueden oxidarse y disolverse parcialmente en el agua o adsorberse a la materia orgánica

particulada, precipitando y acumulándose en los sedimentos, donde pueden tener una alta persistencia. La introducción de tales elementos provoca en el medio acuático alteraciones temporarias o permanentes de las condiciones fisicoquímicas reinantes, que repercuten sobre la estructura y composición faunística de las comunidades biológicas. El análisis conjunto de los componentes abióticos y bióticos de un ecosistema constituye una herramienta fundamental para la evaluación y la interpretación de los efectos de los contaminantes, tanto a escala temporal como espacial. El uso de los organismos bentónicos en estudios de contaminación se basa en que

debido a su relativa sedentaridad, reflejan las condiciones prevalecientes no solo al momento del muestreo sino aquellas a las cuales estuvieron expuestos previamente, reflejando así los efectos de contaminantes que actúan en largos períodos de tiempo.

### Características generales del área

La Bahía de Montevideo (BM) y la zona costera adyacente (ZCA) están localizadas en la porción media de la cuenca del Río de la Plata, la cual abarca aproximadamente 38800 km<sup>2</sup> y es la segunda mayor cuenca fluvial en América del Sur. Las características hidrográficas de esta área están controladas por el viento y por las interacciones dinámicas entre las aguas marinas y fluviales, siendo el flujo medio anual del río 25000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> con un máximo en junio y un mínimo en enero (Nagy *et al.* 1997). Datos sobre la distribución de la temperatura superficial del agua indican la existencia de una estación cálida de diciembre a marzo y otra fría de junio a setiembre, respectivamente, con una diferencia entre ellas de ca. 10 °C (Guerrero *et al.* 1997). La salinidad media superficial de las aguas del Río de la Plata en el área próxima a Montevideo varía entre 5 y 10. Variaciones horarias de la salinidad, la profundidad de la haloclina y la mezcla vertical, están acopladas a las oscilaciones de las mareas, las cuales son semidiurnas y poseen una amplitud de cerca de 40 cm en toda la costa uruguaya. La descarga del río gobierna las variaciones mensuales e interanuales de la salinidad y del campo de turbidez, siendo que el máximo de turbidez está generalmente asociado al límite de intrusión salina, se relaciona con la circulación gravitacional y la floculación de las partículas arcillosas y posee una alta carga de materia orgánica en suspensión (López-Laborde & Nagy 1999). Las fracciones sedimentológicas más finas (limo y arcilla) prevalecen en la porción superior y media del Río de la Plata, mientras que en la porción externa y en la plataforma continental adyacente predominan las fracciones más gruesas (arenas). La BM posee un área aproximada de 10 km<sup>2</sup> y una profundidad media de 5 m, excepto en los canales de navegación. Geológicamente, la bahía se caracteriza por la presencia de afloramientos del Precámbrico y en algunas regiones de materiales más recientes derivados de ellos, los cuales pertenecen a la Formación Libertad-Zona Norte (Cardellino & Ferrando 1969). Los sedimentos modernos están constituidos por limo y arcilla (Muniz *et al.* 2002). La circulación del agua dentro de la bahía es en sentido horario, determinada por los vientos que soplan predominantemente de NE y W-SW. Esta zona es de gran importancia económica como vía de navegación, comercial y deportiva, por el uso recreativo de sus aguas, la extracción de recursos pesqueros de forma artesanal e industrial y también por su potencial para la extracción de recursos no vivos.

### Presiones que afectan a este ecosistema

La BM y la ZCA se encuentran bajo la influencia de diferentes impactos antropogénicos como el vertido de

efluentes urbanos e industriales, procesos de refinamiento de petróleo y tráfico marítimo. En la bahía se encuentra la refinería de petróleo de ANCAP, el muelle de La Teja donde se ejecuta la carga y descarga de los navíos petroleros, la Central Térmica Batlle (UTE) y el Puerto de Montevideo. Además, los tres arroyos que desembocan en ella, Miguelete, Pantanoso y Seco, transportan desechos procedentes de diversas industrias, centros urbanos próximos, pequeños emisarios y el sistema de desagüe pluvial (Muniz *et al.* 2002; 2004). Efluentes municipales sin tratar o sólo con tratamiento primario, producidos por un millón y medio de personas que habitan en la ciudad de Montevideo, son descargados en las aguas de la bahía y hacia el E, en la zona de Punta Carretas, donde está localizado el mayor emisario submarino del país. En los canales de navegación que permiten el acceso al Puerto de Montevideo la profundidad puede variar entre 9 y 11 m, ya que los mismos son frecuentemente dragados. Se estima que el volumen de sedimento removido por año es del orden de 700000 m<sup>3</sup>, el cual es depositado en el Río de la Plata a pocos kilómetros de la bahía. No se tiene información acerca del comportamiento de estos sedimentos, o si reingresan a la zona de la cual son retirados (Muniz *et al.* 2004). El conocimiento de los niveles de contaminación local y sus efectos es limitado, principalmente en relación a la biota. Los primeros estudios realizados sobre la contaminación por hidrocarburos y metales pesados en la costa de Montevideo fueron publicados por Moyano *et al.* (1993) y Moresco & Dol (1996). Estos autores encontraron en la desembocadura del Arroyo Pantanoso sedimentos severamente contaminados por cromo, proveniente de efluentes no tratados de las curtiembres localizadas en las proximidades del mismo. En conjunto, estas actividades promueven el ingreso de diversas clases de contaminantes que pueden modificar las condiciones ambientales y ejercer efectos nocivos sobre la biota del ecosistema, los cuales deben ser identificados y cuantificados.

### Acciones realizadas

En 1997 y 1998 fueron desarrollados dos proyectos de investigación para evaluar el grado de contaminación en la BM, incluyendo el Puerto de Montevideo, a través de un convenio entre la Facultad de Ciencias, la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) y la Administración Nacional de Puertos (ANP). La meta fue crear las bases técnico-científicas necesarias para desarrollar un plan de monitoreo ambiental de la zona costera de Montevideo, en vista entre otras razones, de la construcción en la zona de Punta Yeguas de otro emisario submarino con características similares al localizado en Punta Carretas. Con tal objetivo, fueron realizados muestreos en diferentes puntos en esas áreas y analizadas una serie de variables abióticas y bióticas.

### METODOLOGÍA

En la BM y en la ZCA las muestras fueron colectadas mensualmente durante un año, en 24 estaciones. Las

estaciones A, B, C, D y E fueron localizadas en el sector más interno de la bahía, en las proximidades del Puerto de Montevideo, Central Térmica Batlle, Arroyo Miguelete, Muelle de La Teja y Arroyo Pantanoso, respectivamente (Fig. 1a). El sector W que se extiende desde la Playa del Cerro hasta la Escollera W incluyó las estaciones F, G e I y el sector externo con las estaciones H y J, correspondió al antepuerto y los canales de navegación que permiten el ingreso al puerto. Las estaciones K a Q fueron localizadas inmediatamente al E de la BM (K y L) y las restantes en la zona de Punta Carretas, donde se encuentra el emisario submarino. Las estaciones R a X fueron posicionadas inmediatamente al W de la bahía (W y X) y en la zona de Punta Yeguas, donde se prevé la construcción de un nuevo emisario. El propósito de este diseño de muestreo fue evaluar y comparar las características de estas tres zonas, en relación a la influencia de los efluentes municipales vertidos por el emisario de Punta Carretas y por los arroyos que desembocan en la BM. En el área correspondiente al Puerto de Montevideo, las muestras fueron colectadas en marzo (verano) y julio (invierno), en ocho estaciones distribuidas de modo de cubrir diferentes áreas dentro de la zona portuaria (Fig. 1b). Las campañas de muestreo se realizaron a bordo de embarcaciones pertenecientes a la Armada Nacional y la IMM y contaron también con el apoyo del Grupo de Buceo de la Armada Nacional.

#### VARIABLES ABIÓTICAS Y CONTAMINANTES ESTUDIADOS

La temperatura, salinidad y pH del agua fueron obtenidos in situ, utilizando sensores acoplados a un multiparametro YSI®. Además, muestras de agua fueron colectadas con una botella HYDRO-BIOS para analizar la concentración de oxígeno disuelto a través del método de titulación de Winkler (Grasshoff 1983).

Las muestras de sedimento de cada estación para el análisis de las características sedimentológicas, potencial de óxido-reducción, concentración de pigmentos fotosintéticos, materia orgánica, metales pesados e hi-

drocarburos fueron colectadas con un corer Kajak manual de 4.5 cm de diámetro interno. En el caso de los metales pesados se empleó un corer de acrílico, mientras que para los hidrocarburos se utilizó uno metálico. Las medidas del potencial de óxido-reducción se realizaron de acuerdo al método descrito por Sommaruga (1987). Las características granulométricas del sedimento fueron determinadas a través del método de tamizado y pipeteado descrito en Suguio (1973). La concentración de clorofila-a y feopigmentos fue obtenida según la metodología descrita en Lorenzen (1967). El contenido de materia orgánica fue estimado secando aproximadamente 2 g de sedimento fresco en una estufa a 60 °C durante 48 h y la posterior calcinación de la muestra en una mufla a 480-500 °C durante 2 h. Las muestras de sedimento para el análisis de metales pesados fueron tamizadas en una malla de polietileno de 63 µm y secadas a 85 °C hasta peso constante, previamente a su homogenización en un mortero. La cuantificación fue realizada por ASS, en un equipo con atomización electroterica en horno de grafito (Shimadzu AA-680) o con atomización de llama de aire-acetileno (Shimadzu GFA-4B), dependiendo de los niveles de metales encontrados en las muestras. El mercurio fue cuantificado también por ASS pero según la técnica de vapor frío. El análisis de los hidrocarburos en el sedimento fue realizado de acuerdo a la metodología descrita en UNEP (1991). La cuantificación fue realizada usando padrones internos y bajo condiciones controladas de laboratorio.

#### VARIABLES BIÓTICAS

Las muestras biológicas para el estudio de la estructura de las comunidades de la macrofauna bentónica fueron colectadas en tres réplicas con una draga tipo Ekman (0.053 m<sup>2</sup>). Una vez colectadas, las mismas fueron tamizadas a través de una malla de 0.4 mm y el material retenido en el tamiz fue preservado en formol al 4%. Los organismos de la macrofauna fueron separados, preservados en alcohol 70%, contados e identificados

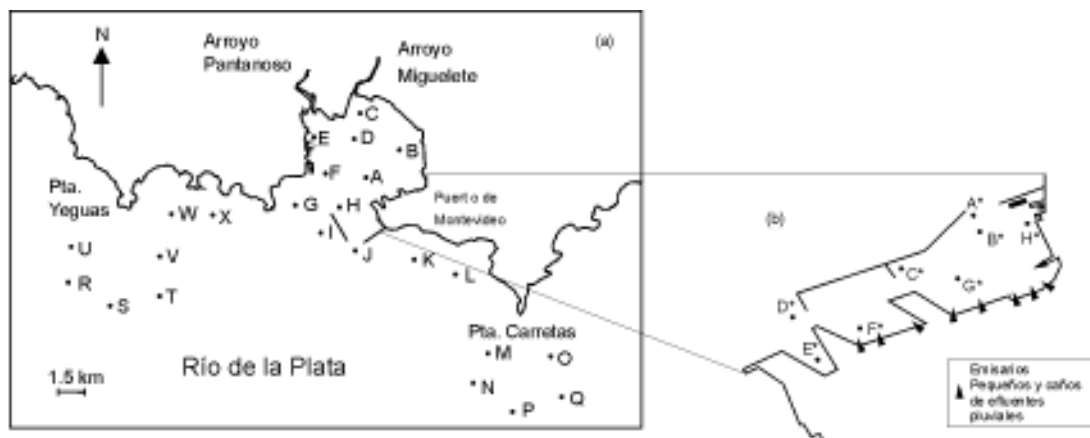


Figura 1. Área de estudio con la ubicación de las estaciones de muestreo: a) Bahía de Montevideo y zona costera adyacente, estaciones A a X; y b) Puerto de Montevideo, estaciones A\* a H\*.

hasta el nivel taxonómico más detallado posible, hasta especie en la mayoría de los casos. Las muestras de foraminíferos fueron colectadas con un corer Kajak manual de 4.5 cm de diámetro interno. Para cuantificar e identificar los organismos fue utilizado un volumen de sedimento de aproximadamente 30 cm<sup>3</sup> fijado con Rosa de Bengala diluido en alcohol absoluto en la proporción 1 g de colorante/1000 ml de alcohol. El sedimento húmedo fue tamizado a través de mallas de 0.062 y 0.250 mm de abertura. Luego de tamizado, el material fue filtrado a través de papel-filtro y secado en estufa a 60 °C. La identificación y cuantificación de la fauna se realizó con auxilio de un estereomicroscopio (80X). Las muestras fueron cuantificadas en su totalidad para evitar posibles sub o sobreestimaciones de la cantidad de individuos. De esta manera fue posible calcular los parámetros poblaciones a partir de la muestra total. Las especies encontradas fueron fotografiadas con un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-5900 LV Scanning Electron Microscope. Para analizar la presencia de metales pesados en las tecas de los foraminíferos fue empleado un EDS (energy dispersive spectrometer) acoplado al microscopio electrónico de barrido. Fueron estudiadas tanto tecas pertenecientes a individuos vivos con presencia de anomalías como tecas de individuos normales. Previamente al análisis, las tecas fueron lavadas cuidadosamente con agua destilada y secadas a 60 °C. Los espectros de Rayos X se obtuvieron con un voltaje de 20 KeV y medidos con un "Live Time" de 100 s.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Bahía de Montevideo y zona costera adyacente

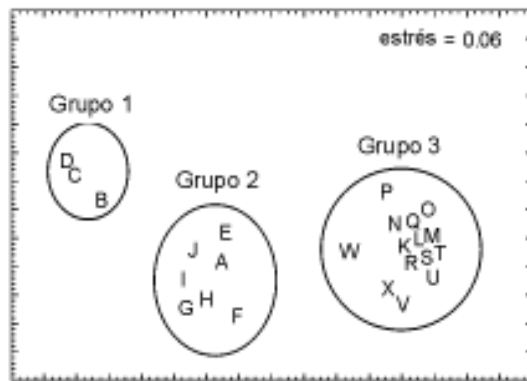
Fueron registradas 12 especies de organismos de la macroinfauna (29528 individuos) en las 24 estaciones estudiadas. Polychaeta fue el grupo con mayor número de especies (50%) y el más abundante fue Gastropoda (50%). Las especies más abundantes fueron, en orden decreciente, el gasterópodo *Heleobia* cf. *australis*, el bivalvo *Erodona mactroides*, el crustáceo *Neomysis americana* y el poliqueto *Nephtys fluviatilis*. Nemátodos grandes (probablemente oncolámidos) dominaron en las estaciones B, C y D. La riqueza de especies varió entre 1 y 6 y la diversidad fue baja (entre 0.07 y 1.25). Tanto el número total de especies como la diversidad y la equitatividad fueron menores en la parte más interna de la BM, aumentando hacia la parte más externa y la ZCA. Los principales resultados obtenidos aplicando técnicas estadísticas uni y multivariadas demostraron que esta región puede ser dividida en tres zonas con calidad ambiental y características faunísticas diferenciadas. La porción interna es más heterogénea en su composición sedimentológica, posee una carga orgánica mayor en los sedimentos y se encuentra altamente contaminada por cromo, plomo e hidrocarburos derivados del petróleo. La porción externa de la bahía y la ZCA presentaron un nivel de contaminación moderado. Si bien la especie dominante de la macrofauna fue *H. cf. australis*, la diferencia de calidad ambiental entre esas tres zonas se vio también reflejada

en la estructura de las comunidades bentónicas (Tabla 1, Fig. 2). En la porción interna de la BM, las comunidades presentaron una estructura muy simple, estando dominadas por nemátodos, organismos de la meiofauna generalmente asociados a ambientes orgánicamente enriquecidos (Warwick 1986) y un menor número de individuos de *Heleobia* (Muniz *et al.* 2000; Venturini *et al.* 2004). En las otras dos zonas las comunidades presentaron una estructura más compleja con mayor número de especies y diversidad. Además, en la porción interna de la bahía, los individuos de la especie dominante presentaron menor tamaño, parásitos epibióticos (Ciliophora de la familia Vortecellidae: *Zoothamnium elegans*) y los caparzones más delgados. En contraste, en la porción externa y en la ZCA, el tamaño de los individuos fue mayor, los caparzones más gruesos y no se observó la presencia de parásitos. En la porción media, los caparzones de los gasterópodos del grupo 1 de estaciones presentaron valores de biomasa casi 20 veces menores que los del grupo 3 y seis veces menores que los del grupo 2.

**Tabla 1.** Valores medios y desvío estándar (entre paréntesis) de las variables biológicas, ambientales y contaminantes estudiados en las 24 estaciones de la Bahía de Montevideo y región costera adyacente. D=densidad; S=número de especies; H=diversidad; J=equitatividad; DM=diámetro medio; % MO=porcentaje de material orgánico; Eh=potencial redox; Cr=cromo; Pb=plomo; n-alk=n-alcanos; PAHs=hidrocarburos policíclicos aromáticos.

	Grupo 1 n=3	Grupo 2 n=7	Grupo 3 n=14
D (ind. 0.159 m <sup>2</sup> )	214 (122)	316 (279)	2003 (1624)
S (N° sp.)	1	4 (1)	5 (1)
H'		0.46 (0.38)	0.55 (0.36)
J'		0.30 (0.22)	0.34 (0.21)
Plomo (mg kg <sup>-1</sup> )	322.83 (66.5)	72.77 (63.8)	56.25 (1.5)
Salinidad	7.33 (6.7)	10.29 (5.3)	21.26 (1.4)
Cromo (mg Kg <sup>-1</sup> )	267.57 (329.6)	108.03 (119.7)	39.11 (1.7)
PAHs (mg Kg <sup>-1</sup> )	7.35 (5.9)	1.38 (1.1)	0.86 (0.1)
Materia orgánica (%)	10.53 (1.9)	9.31 (6.3)	5.76 (0.8)
Profundidad (m)	3.33 (2.8)	5.1 (3.3)	7.9 (1.3)
Oxígeno disuelto (mg l <sup>-1</sup> )	2.53 (0.7)	4.48 (1.3)	4.81 (0.6)
Eh (mV)	30.00 (16.4)	116.57 (69.5)	166.14 (33.4)
Clorofila a (mg Kg <sup>-1</sup> )	7.97 (4.1)	1.26 (2.17)	0.37 (0.19)
Arena (%)	16.62 (16.4)	14.5 (10.4)	4.99 (2.6)
Limo (%)	60.59 (8.7)	71.96 (11.8)	83.36 (6.3)
Arcilla (%)	22.79 (7.8)	14.00 (13.1)	11.65 (5.3)
Diámetro medio ( )	5.47 (0.7)	5.43 (0.8)	5.39 (0.3)
pH	7.14 (0.08)	7.15 (0.52)	7.93 (0.11)
Temperatura (°C)	23.73 (1.5)	23.14 (1.0)	21.68 (0.19)
n-alk. (mg kg <sup>-1</sup> )	7.16 (3.18)	3.15 (1.61)	3.75 (0.42)

Las variables ambientales que mejor explicaron el patrón de distribución de los organismos de la macrofauna fueron la concentración de plomo, de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) y la salinidad (Venturini *et al.* 2004). Las regiones costeras y los estuarios son ambientes muy dinámicos que se caracterizan por grandes variaciones en sus parámetros abióticos y están sujetos a disturbios naturales continuos. Esta variabilidad natural puede ser una de las principales causas de estrés para los organismos (Turner *et al.* 1995). Sin

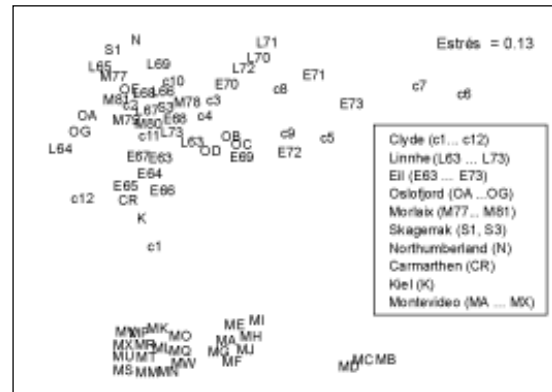


**Figura 2.** Diagrama de ordenación obtenido por el método NMDS (non metric Multi-dimensional scaling) de las 24 estaciones (A a X) de la Bahía de Montevideo y región costera adyacente en función de la abundancia de las especies macrobentónicas.

embargo, la entrada de nutrientes, materia orgánica y contaminantes derivados de las actividades antrópicas también alteran las condiciones ambientales, produciendo cambios diferentes de aquellos esperados por causas naturales (Pearson & Rosenberg 1978; Mucha *et al.* 2002).

Warwick & Clarke (1993) crearon un método denominado "Phylum-level Meta-analysis" que, usando datos de abundancia y biomasa a nivel de filo, permite evaluar el grado de perturbación de las comunidades en una escala global de impacto antrópico. Aplicando este método a los datos obtenidos en la región costera de Montevideo, se observó que las estaciones de la región interna de la bahía se ubicaron en el extremo izquierdo del diagrama de perturbación (Fig. 3), indicando un elevado grado de deterioro de estas comunidades (Warwick & Clarke 1993). Los otros dos grupos, correspondientes a las estaciones más externas de la BM y la ZCA, se ubicaron en un gradiente de mayor a menor impacto, respectivamente. La posición de las estaciones B, C y D en el extremo derecho del diagrama de ordenación está relacionada con la presencia de nemátodos de gran tamaño asociados al enriquecimiento orgánico de los sedimentos. La separación vertical de las estaciones de Montevideo es consecuencia de la dominancia del gasterópodo *H. cf. australis*, que toleraría las características ambientales inestables de esta región estuarina y las elevadas cargas de materia orgánica y de metales. Bajo esta óptica, las estaciones B, C y D pueden ser clasificadas como altamente contaminadas, las estaciones A y E a J como contaminadas y las restantes (K a X) como moderadamente contaminadas (Venturini *et al.* 2004).

Para las comunidades de foraminíferos fueron registradas 34 especies bentónicas pertenecientes a los subórdenes: Trochamminida (una especie), Textulariina (siete especies), Miliolina (cuatro especies), Lagenina y Rotaliina (22 especies). La distribución de la comunidad acompañó de forma general el patrón observado para la macrofauna, pudiéndose detectar a partir de los análisis uni y multivariados la formación de tres grupos corres-



**Figura 3.** Diagrama de ordenación de las estaciones obtenido por el método NMDS de la matriz de producción a nivel de fillos de la macrofauna (phylum-level meta-analysis). Datos combinados de las 24 estaciones de Montevideo con las 50 estaciones originales del NE europeo de Warwick & Clarke (1993). A la izquierda del diagrama se encuentran las estaciones menos perturbadas, aumentando hacia la derecha el grado de perturbación.

pondientes a: 1) estaciones localizadas en la zona de Punta Carretas; 2) estaciones localizadas en la zona de Punta Yeguas; y 3) estaciones del interior de la BM. Las comunidades estuvieron constituidas por especies con diferentes tipos de paredes (hialinas, porcelanáceas y aglutinantes), siendo las especies calcáreas hialinas las mejor representadas. En las estaciones localizadas en el interior de la bahía se registraron especies resistentes a ambientes eutróficos y poco óxicos, como la especie *Psammosphaera* sp. (Burone *et al.* 2006).

Se observaron a lo largo del año zonas azoicas y presencia de individuos teratogénicos con alto grado de anomalías en las tecas, impidiendo incluso en algunos casos su identificación. Entre la Zonas de Punta Carretas y Punta Yeguas las diferencias fueron principalmente cuantitativas, registrándose en Punta Carretas mayores abundancias absolutas, riqueza específica y diversidad, así como mayor número de individuos portadores de tecas anómalas. A pesar de la dominancia de *Ammonia tepida* (81.14%), una especie euribiótica y oportunista, cabe destacar la mayor abundancia de *Pararotalia cananeaensis* en Punta Carretas y *Miliammina fusca* en Punta Yeguas. La primera se considera indicadora de influencia marina y debido a su pequeño tamaño resulta fácilmente transportable por las corrientes (Debenay *et al.* 2001), mientras que la segunda presenta preferencia por ambientes menos salinos.

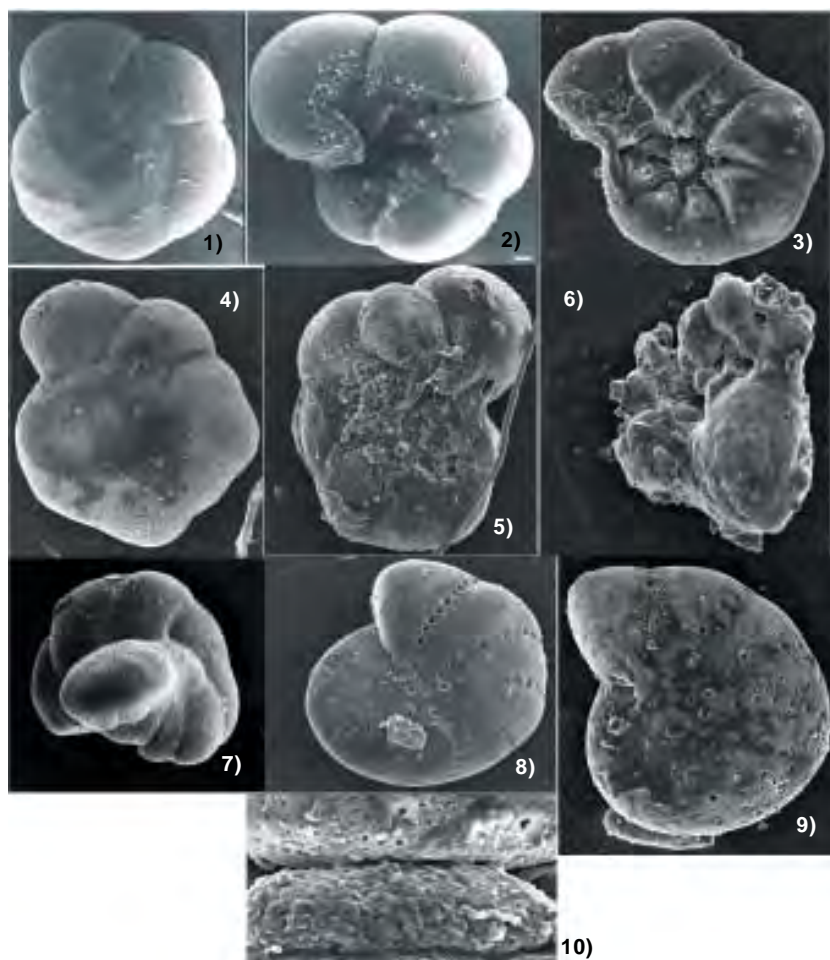
Las mayores densidades de individuos estuvieron asociadas a la zona de Punta Carretas y las menores con las estaciones localizadas en la bahía, especialmente aquellas localizadas en la región más interna, donde se registraron inclusive estaciones azoicas. La densidad estuvo positivamente correlacionada con la arcilla, con la salinidad y profundidad. Puede definirse el "standing crop" de foraminíferos bentónicos como la población viva existente en un determinado momento en una determinada área de superficie, lo que puede ser utilizado como

una medida parcial de la productividad local (Murray 1991). De esta forma, las estaciones más productivas a lo largo del año pueden ser consideradas aquellas localizadas en la zona de Punta Carretas y las menos productivas las estaciones situadas en la porción más interna de la bahía (A, B, C, D y E). Según Phleger (1960) y Murray (1991), valores altos de "standing crop" estarían relacionados con aumentos de nutrientes disueltos en el agua y consecuentes aumentos en la productividad orgánica local. Cabe resaltar la presencia del emisario subacuático en Punta Carretas, contribuyendo con aportes de nutrientes y materia orgánica a través de sus vertidos.

El número de especies presentó su máximo valor en las estaciones L y K con 14 especies, ambas localizadas próximas a la zona de Punta Carretas. Los valores mínimos fueron observados en la región interna de la bahía con estaciones azoicas. Las estaciones de Punta Yeguas presentaron valores de riqueza intermedios entre los observados para Punta Carretas y la bahía. La riqueza específica respondió positivamente al incremento de la

salinidad, profundidad, pH, Eh y arcilla, y negativamente al aumento de las concentraciones de materia orgánica, cromo y plomo en el sedimento. Los valores de diversidad variaron entre 0 y 1.9, con los menores en el interior de la bahía a lo largo de todo el año mostrando un comportamiento característico de ambientes sometidos a condiciones de inestabilidad.

Las anomalías morfológicas pueden ser consideradas como una manifestación desencadenada por el desvío de las condiciones ambientales óptimas para la especie. Muchos son los trabajos publicados relacionando las anomalías de las tecas con los problemas de contaminación de diferente origen. Una revisión sobre el tema puede ser encontrada en Boltovskoy *et al.* (1991) y Alve (1995). En el presente trabajo, las anomalías fueron clasificadas siguiendo aspectos de carácter visual y estuvieron principalmente asociadas a *A. tepida*. No obstante también fueron observados individuos pertenecientes a las especies *Elphidium excavatum* y *Buliminella elegantissima* con tecas teratológicas (Fig. 4).



**Figura 4.** 1) *Ammonia tepida*: lado umbilical, indiv. normal (450x); 2) *A. tepida*: lado espiral, indiv. normal (370x); 3) *A. parkinsoniana*: indiv. con cámara reducida (300x); 4) *A. tepida*: indiv. con cámaras reducidas (160x); 5) *A. tepida*: indiv. con presencia de cámara adicional y cámaras mal posicionadas (170x); 6) Individuo no identificado, anomalía compleja (400x); 7) *A. tepida* problemas en el patrón del enrollamiento, cámaras deformes; 8) *E. excavatum*: indiv. normal (130x); 9) *E. excavatum*: indiv. con cámara adicional (220x); 10) detalle de la cámara adicional (1200x).

Las anomalías denominadas complejas fueron aquellas que presentaron varios tipos de deformaciones, llegando a impedir en algunas oportunidades la clasificación del individuo. Estas estuvieron presentes en las estaciones localizadas en el interior de la bahía, reflejando el mayor estrés ambiental al que está expuesta esta región. El microanálisis con Rayos X reveló que los especímenes deformes contienen mayor concentración de metales pesados que los normales (Fig. 5a y 5b). También fueron observadas tecas con anomalías en las zonas costeras, especialmente en la zona de Punta Carretas.

#### Puerto de Montevideo

La región del Puerto de Montevideo ha sido caracterizada como un ambiente hipereutrófico con una elevada carga orgánica y de nutrientes (Danulat *et al.* 2002). De acuerdo a las concentraciones de metales pesados el ambiente bentónico del área portuaria puede ser clasificado como extremadamente contaminado por cobre, zinc, cromo, plomo y mercurio y como moderadamente contaminado por níquel y plata (Muniz *et al.* 2004). Los mayores valores de metales pesados, tanto en invierno como en verano, fueron observados en las estaciones más internas (A\*, B\* y H\*). Debido a que la circulación del agua en la bahía ocurre en sentido horario, los contaminantes que se originan en los arroyos Miguelete y Pantanoso y en la refinería de ANCAP entran por la boca NE del puerto, cerca de la estación A\*, y tienden a depositarse en la región más interna, que es la que presenta menor hidrodinámica dentro de la zona portuaria y que no está sujeta a dragados. La falta de dragados en esta región más interna del puerto promueve un menor grado de

remobilización de los sedimentos y contaminantes depositados en relación a otras regiones. La actividad biológica (bioturbación por ejemplo) como un factor potencial de remobilización de contaminantes en esta región más interna no es considerada de importancia dado la baja abundancia de organismos bentónicos (estación A\* y B\*) y el carácter azoico en la estación H\* (Danulat *et al.* 2002). Las concentraciones de hidrocarburos fueron también elevadas y típicas de regiones altamente contaminadas por petróleo crudo y derivado de procesos de combustión parcial (Nishigima *et al.* 2001). Los resultados de potencial de oxido-reducción (Eh) mostraron que la única estación que presentó condiciones óxicas en la superficie del sedimento fue la D\* (210 mV). Las características granulométricas del área portuaria, con el dominio de limo y arcilla, también contribuyen a una mayor retención de contaminantes (Danulat *et al.* 2002).

Las características ambientales mencionadas son las responsables por la elevada pobreza faunística observada en el ambiente bentónico del área portuaria. Sólo cuatro especies fueron registradas: los moluscos *H. cf. australis* y *E. mactroides* y los poliquetos eurihalinos *Alitta succinea* y *N. fluviatilis*. *Heleobia* fue claramente la especie dominante (más de 95% de la abundancia total) y fue la única especie que estuvo presente en las estaciones A\*, B\*, C\* y G\*. Las dos especies de poliquetos encontradas son consideradas tolerantes a condiciones ambientales variables (Méndez *et al.* 1998; Muniz & Pires 2000). En Brasil, *A. succinea* es un organismo común de áreas costeras eutróficas (Amaral *et al.* 1998). *Heleobia cf. australis*, un organismo que parece tolerar la inestabilidad ambiental, es característico de áreas costeras estuarinas enrique-

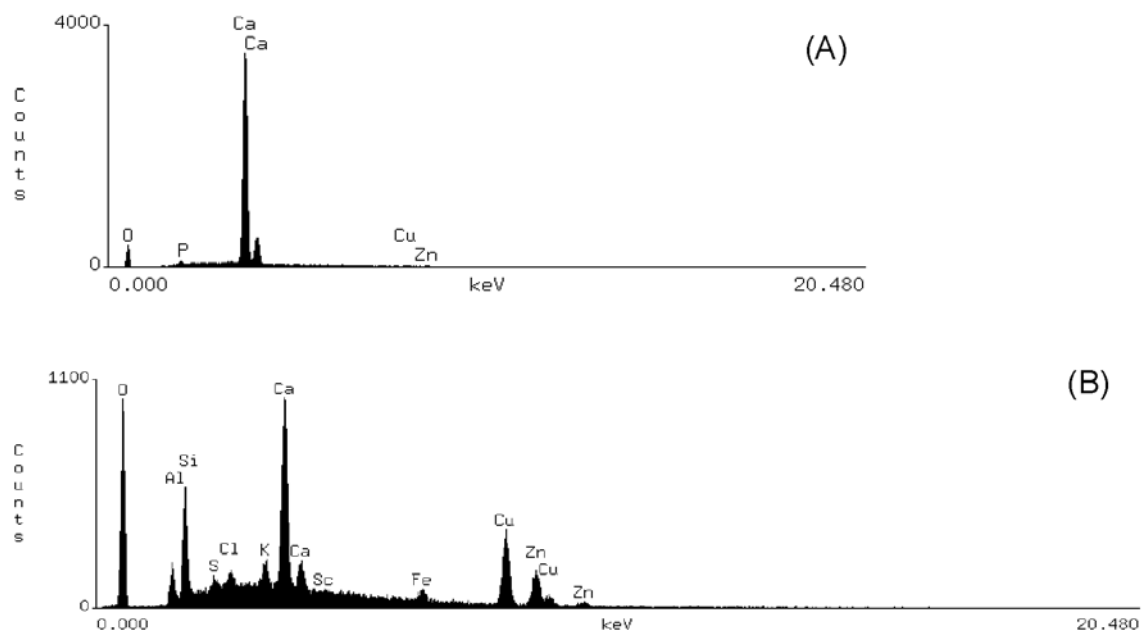


Figura 5. Análisis dispersivo de energía (EDS) por medio de Rayos-X en función de la intensidad, mostrando la composición de una teca (a) normal y (b) deforme de *Ammonia tepida*.

cidas orgánicamente. Rakocinski *et al.* (2000) afirman que los gasterópodos hidrobídeos como *Heleobia* son organismos oportunistas asociados a regiones de moderada o alta contaminación, tanto orgánica como química, como fue observado en el presente estudio. El patrón de baja riqueza específica, baja diversidad y alta abundancia de una única especie es típico de regiones estuarinas en todo el mundo, inclusive en otros estuarios de la región (Scarabino *et al.* 1975; Ieno & Bastida 1998; Muniz & Venturini 2001). Sin embargo, la diversidad y la riqueza fueron menores en el área portuaria que en las regiones vecinas (Scarabino *et al.* 1975; Muniz *et al.* 2000).

En relación a los potenciales efectos adversos que los contaminantes estudiados puedan tener sobre la biota, se puede resaltar que en la región interna del puerto los metales pesados estudiados presentaron concentraciones que pueden causar efectos biológicos adversos, con excepción del níquel y mercurio. Además, las estaciones A\*, B\*, C\* y G\* presentaron cuatro compuestos de hidrocarburos aromáticos con concentraciones que probablemente causen efectos biológicos adversos (Muniz *et al.* 2004), resultados en parte coincidentes con aquellos observados para las comunidades bentónicas de la región por Danulat *et al.* (2002).

## CONCLUSIONES

A partir del análisis de los foraminíferos, de la macroinfauna y de las variables ambientales estudiadas se pudo determinar que las tres zonas identificadas presentaron características biológicas y ambientales diferentes. Fue posible corroborar que las actividades humanas que se desarrollan en la región tienen un efecto mayor en la zona de la BM, revelando un gradiente de mayor estrés para la fauna en la porción más interna, el cual disminuye hacia la zona más externa.

Las mayores densidades de individuos, riqueza y diversidad de especies estuvieron asociadas a las regiones orgánicamente enriquecidas, mientras que las estaciones con alta concentración de metales pesados e hidrocarburos presentaron bajas densidades e inclusive algunas fueron azoicas.

*Heleobia cf. australis* y *A. tepida*, especies dominantes, estuvieron distribuidas en toda la región estudiada, presentando alteraciones morfológicas fundamentalmente en la parte más interna de la bahía, donde el efecto antrópico es más marcado. La cuantificación de las anomalías de las tecas de los foraminíferos y el estudio más detallado de las alteraciones registradas en los individuos de *Heleobia* permitiría proyectar a corto plazo y con bajos costos las evaluaciones de impacto en esta región costera.

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Estos resultados corresponden al primer estudio de este tipo sobre la bahía y una parte importante de la zona costera del Dpto. de Montevideo. Se espera que sirva de base para futuros estudios dirigidos al monitoreo y me-

joramiento de la calidad ambiental de este ecosistema y como antecedente para estudios dentro del área de la Ecología Marina y las Ciencias Ambientales.

Se espera continuar realizando estudios en esta zona como forma de llenar los vacíos de información que aún hoy existen, no solo en relación a la presencia y efectos de otros contaminantes no considerados en estos estudios, sino también a su persistencia y dinámica en dicho ambiente. Con tal objetivo sería fundamental la utilización de otros marcadores geoquímicos, no solamente los hidrocarburos, que permitan una caracterización más amplia y detallada de la materia orgánica introducida a través de diversas vías en la bahía y la zona costera adyacente. Además, sería importante, dada las obras proyectadas para la región, investigar el grado de recuperación o los posibles cambios ocurridos una vez comenzadas las mismas.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Los resultados alcanzados a través de estos proyectos, tanto biológicos como físico-químicos, sin duda son valiosos desde el punto de vista ambiental, más aún si consideramos el plan de obras futuras de la IMM. A su vez, crean bases sólidas para la ejecución de un plan de monitoreo para esta zona de la costa, el cual resultaría de vital importancia para cuantificar el posible impacto y/o recuperación de este ecosistema una vez iniciado el plan de obras municipal.

Dado que el tiempo de permanencia de los contaminantes en el ambiente es generalmente elevado, la única forma de lograr una recuperación real es eliminar o por lo menos reducir su ingreso al ecosistema. En ese sentido, resulta de importancia la existencia de medidas que permitan planificar, controlar y evaluar mejor todo tipo de actividad en la cuenca que tenga relación directa o indirecta con el ecosistema en cuestión. En este sentido, la construcción del nuevo emisario submarino permitiría el cese de los vertidos de desechos municipales e industriales en los arroyos y en la bahía, con lo cual se esperarían mejoras en la calidad ambiental de estos ecosistemas. A pesar de eso, aún son necesarios más estudios puntuales en la región de construcción del futuro emisario para asegurar que el mismo tenga impacto mínimo sobre la costa W de Montevideo.

El conocimiento obtenido a través de estos estudios indica que es necesario también mejorar la legislación ambiental existente, con el propósito de incorporar criterios adecuados para tomar las medidas imprescindibles para tutelar el entorno costero y de la bahía. Las autoridades competentes tienen una responsabilidad prioritaria en esa materia. Pero es igualmente cierto que los ciudadanos tienen un importante papel en la tarea de proteger el entorno de la bahía, por ejemplo evitando tirar basura de cualquier tipo en el sistema de alcantarillado que desemboca en la misma. Nuestras acciones y omisiones tienen un impacto considerable sobre la franja costera y las aguas adyacentes a la misma.



## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a la Administración Nacional de Puertos, Intendencia Municipal de Montevideo, Comisión Sectorial de Investigación Científica e Institute for Global Change (IAI) a través del Proyecto SACC-CRN por el financiamiento recibido y al Grupo de Buceo de la Armada Uruguaya por las facilidades brindadas para los muestreos. Varios colegas de la Sección Oceanología de la Facultad de Ciencias son eternamente agradecidos por la invaluable ayuda durante varias etapas de estos proyectos. LB agradece al Fondo Clemente Estable por la concesión de la beca de investigación posdoctoral N° 8268.

## REFERENCIAS

- Alve E** 1995 Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *Journal of Foraminiferal Research* 25:190-203
- Amaral ACZ EH Morgado & LB Salvador** 1998 Poliquetas indicadores de poluição orgânica em praias paulistas. *Revista Brasileira de Biologia* 58:307-316
- Boltovskoy E Scott DB & FS Medioli** 1991 Morphological variations of benthic foraminiferal test in response to changes in ecological parameters: a review. *Journal of Paleontology* 65:175-185
- Burone L Venturini N Sprechmann P Valente P & P Muniz** 2006 Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin* 52:61-73.
- Cardellino R & L Ferrando** 1969 Carta geológica del Uruguay, segundo segmento (Montevideo). Sector XCVII. Colección Ciencias (Serie Especial), Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, 82 pp. Montevideo
- Danulat E Muniz P García-Alonso J & B Yannicelli** 2002 First assessment of the highly contaminated harbour of Montevideo, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin* 44:551-576
- Debenay J P Duleba W Bonetti C De Melo e Souza S H & B Eichler** 2001 *Pararotalia cananeiaensis* n. sp.: indicator of marine influence and water circulation in Brazilian coastal and paralic environments. *Journal of Foraminiferal Research* 31:152-163
- Grasshoff K** 1983 Determination of oxygen. Pp 61-72 *In*: Grasshoff Ehrhardt & Kremling (eds). *Methods of Seawater Analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Verlag Chemie, Weinheim
- Guerrero RA Acha EM Framiñan MB & CA Lasta** 1997 Physical oceanography of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research* 17:727-742
- Ieno EN & RO Bastida** 1998 Spatial and temporal patterns in coastal macrobenthos of Samborombon Bay, Argentina: a case study of very low diversity. *Estuaries* 21:690-699
- Loeblich A R & Tappan** 1988 Foraminiferal genera and their classification. Vol. 2 Van Nostrand Reinhold, New York. 970 pp
- López-Laborde E & G Nagy** 1999 Hydrography and sediment transport characteristics in the Río de la Plata. Pp 133-159 *In*: Perillo Piccolo & Pino-Quivira (eds) *Estuaries of the South America: their geomorphology and dynamics*. Springer-Verlag, Berlin
- Lorenzen CJ** 1967 Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12:434-346
- Méndez N J Fios & J Romero** 1998 Littoral soft-bottom polychaete communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bulletin of Marine Science* 63:167-178
- Moresco H & I Dol** 1996 Metales en sedimentos de la Bahía de Montevideo. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 27:1-5. Santa Fe
- Moyano M Moresco H Blanco J Rosadilla M & A Caballero** 1993 Baseline studies of coastal pollution by heavy metals, oil and PAHs in Montevideo. *Marine Pollution Bulletin* 26:461-464
- Mucha AP Vasconcelos MTDS & AA Bordalo** 2002 Macrobenthic community in Douro estuary: relations with heavy metals and natural sediment characteristics. *Environmental Pollution* 121:169-180
- Muniz P & AMS Pires** 2000 Polychaete associations in a subtropical environment (São Sebastião Channel, Brazil): a structural analysis. *Marine Ecology PSZN* 21:145-160
- Muniz P & N Venturini** 2001 Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande Stream estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). *Brazilian Journal of Biology* 61:409-420
- Muniz P Venturini N & A Martínez** 2002 Physico-chemical characteristics and pollutants of the benthic environment in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution Bulletin* 44:962-968
- Muniz P Danulat E Yannicelli B García-Alonso J Medina G & MC Bicego** 2004 Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). *Environment International* 29:1019-1028
- Muniz P Venturini N Rodríguez M Martínez A Lacerot G & M Gómez** 2000 Benthic communities in a highly polluted urban bay. Pp 204-207 *In*: Milón Delgado Paredes Paredes & Benavides (eds) *Ecología y Desarrollo Sostenible: Reto de América Latina para el Tercer Milenio*. UNESCO-Instituto Regional de Ciencias Ambientales, Arequipa
- Murray JW** 1991 *Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera*. Longman Scientific and Technical/Wiley UK/ New York. 397 pp
- Nagy G Martínez C Caffera MR Pedrosa G Forbes EA & A Perdomo** 1997 The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. *In*: Wells & Daborn (eds.). *The Río de la Plata, an environmental overview*. An EcoPlata project background report. Pp. 17-70. Dalhousie University, Halifax
- Nishigima FN Weber RR & MC Bicego** 2001 Aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of Santos and Cananéia, SP, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42:1064-1072
- Pearson TH & R Rosenberg** 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16:229-311
- Phleger FB** 1960 *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera*. Johns Hopkins Press, Baltimore. 297 pp
- Rakocinski CF Brown SS Gaston GR Heard RW Walter WW & JK Summers** 2000 Species-abundance-biomass responses by estuarine macrobenthos to sediment chemical contamination *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 7:201-214
- Scarabino V Maytía S & M Cachés** 1975 Carta biológica litoral del departamento de Montevideo. I. Niveles superiores del sistema litoral. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4:117-129
- Sommaruga R** 1987 Dinámica de la interfase agua-sedimento en un sistema eutrófico. Lago Ton-Ton, Canelones, Uruguay. Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República, Montevideo. 93 pp
- Suguio K** 1973 *Introdução à sedimentologia*. Edgar Blücher/Editora da Universidade de São Paulo. 312 pp

- Turner SJ Trush SF Pridmore RD Hewitt JE Cummings VJ & M Maskery** 1995 Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. *Marine Ecology Progress Series* 120:219-230
- UNEP** 1991 Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. United Nations Environment Programme. Reference Methods for Marine Pollution Studies (20):97 pp
- Venturini N Muniz P & M Rodríguez** 2004 Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology* 144:119-126
- Warwick RM** 1986 A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92:557-562
- Warwick RM & KR Clarke** 1993 Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Marine Ecology Progress Series* 92:221-231

## La pesca artesanal en el Río de la Plata: su presente y una visión de futuro

PABLO PUIG

ppuig@dinara.gub.uy



### RESUMEN

A pesar de contribuir con una pequeña proporción de las capturas nacionales, las pesquerías artesanales en Uruguay poseen una importancia social muy alta. Sin embargo, nunca fueron tenidas en cuenta como sujeto de desarrollo y hoy se pueden considerar como uno de los problemas más significativos de la costa del Río de la Plata. El presente trabajo se basa en estudios anteriores y en la forma en que se ha manejado históricamente la pesca artesanal. Se la caracteriza desde los aspectos: pesquero, social, ambiental, cultural, económico e institucional. Se realiza un estudio FODA de seis de sus principales rasgos y se efectúa un análisis prospectivo de la actividad, con horizonte 2025, definiendo dos escenarios extremos. Los resultados plantean la necesidad de una reconversión de la pesca artesanal como única solución visible y dan algunas ideas para su planificación. También se advierte sobre la necesidad de la intervención del Estado y de las comunidades en este proceso, ya que se deberá administrar las pesquerías, regular el esfuerzo pesquero, acordar salidas para los asentamientos, así como abordar otras temáticas desde distintas disciplinas. La reconversión propuesta no sólo implica el ordenamiento de pesquerías o territorial, sino también los aspectos sociales, culturales e institucionales.

**Palabras clave:** FODA, análisis prospectivo, intervención estatal, reconversión

### ABSTRACT

Although artisanal fisheries in Uruguay contribute only a small proportion of the national catches, they are of great social relevance. However, they have not been taken into account as a subject of development and at present they can be considered one of the major problems of the Río de la Plata's coastal zone. The present work is based on preceding studies and the historical management of this fishery. The characterization of the artisanal fishery was based on fishing, social, environmental, cultural, economic and institutional aspects. A SWOT study of six of its main features was carried out, along with a prospective analysis of the activity with horizon 2025, defining two extreme sceneries. The results state the need for a reconversion of the artisanal fishery as the only feasible solution and some ideas for its management are suggested. Also, government and community participation in this process is advised, due to the need for fishery administration, fishing effort regulation, solutions for the settlements, as well as the need of tackling other issues from different disciplines. The proposed reconversion is not only a matter of territory or fishery regulation, but also a social, cultural and institutional issue.

**Key words:** SWOT, prospective analysis, state intervention, reconversion

### INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La pesca artesanal se desarrolla tanto en aguas continentales, estuarinas y marinas de Uruguay, siendo el Río de la Plata medio y exterior (Colonia-Montevideo y Montevideo-Punta del Este) las áreas más importantes desde el punto de vista de las capturas, así como del número de embarcaciones y mano de obra vinculada. Esta modalidad de pesca se realiza en forma incambiada por lo menos desde principios del siglo XX (Bértola *et al.* 1996).

Las artes de pesca, las maniobras y el tipo de embarcaciones, prácticamente no han sufrido modificaciones. La excepción son unas ca. 15 barcas, con algo más de tecnología, que ingresaron en la última etapa de vigencia del artículo 3, literal f del Decreto N° 149/997 que habilitaba la libre incorporación de embarcaciones de hasta 10 Toneladas de Registro Bruto (TRB). Esta disposición fue cambiada en 2003 donde se cerró la incorporación de embarcaciones artesanales mayores a 3 TRB. Para igual

periodo se ha observado una permanente renovación de la flota industrial costera, mediante sustituciones de barcos viejos por otros nuevos, con más tecnología, de mayor tamaño y capacidad de bodega.

Los trabajos publicados que abordan la temática de la pesca artesanal tienen en su mayoría un enfoque disciplinario, es decir, solo desde el punto de vista estrictamente pesquero, o social, o económico, o demográfico, etc. Sin embargo, son muy escasos en Uruguay los trabajos con un enfoque global e integrado sobre las pesquerías artesanales y con un análisis de sus perspectivas. Es necesario, además de estimar valores y números, conocer cualitativamente la actividad y conocer las limitaciones externas e internas que existen. Se deben manejar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la actividad para poder aplicar técnicas prospectivas y realizar análisis que abran las puertas a una integración social, territorial, productiva y cultural de la comunidad de pescadores con la sociedad local.

En este sentido, los “gabinetes disciplinarios o sectoriales” han demostrado su incapacidad para resolver los problemas que se presentan en el camino del desarrollo, no sólo en la pesca, sino de la sociedad en general. Sobre esto existen innumerables ejemplos en el área rural, industrial, y en lo que interesa al presente trabajo, la pesca artesanal. Podemos, a modo de referencia, aludir a las fallidas experiencias de La Charqueada, Paso de los Toros, Punta del Diablo, grupo de Pescadores de Fray Bentos, grupo del Buceo, Pajas Blancas, Villa Soriano, etc. El grado y las razones de estos fracasos son muchas y de muy variada índole, siendo tratadas algunas de ellas por Bértola *et al.* (1996).

Un enfoque alternativo pasa por manejar variables sociales, económicas, territoriales, ambientales e institucionales de forma más articulada e integral. Emerge de este tipo de propuesta la necesidad de políticas claras y participativas, así como reglas de juego bien determinadas y respetadas por todas las partes.

Al realizar un análisis de la pesca artesanal, uno de los enfoques que se debe incorporar es el de potencialidades y capacidades competitivas que ésta y su entorno tienen. El término “entorno” se refiere a la localidad o región en la que la actividad se encuentra enclavada; no es lo mismo una pesquería con base en playa La Mulata que una en San Luis, o una en Puerto del Buceo que una en Pajas Blancas; la diferencia es el entorno, la localidad. Cualquier actividad productiva, cultural, social o económica va a estar definida, en buena parte, por el territorio en la que ésta se desarrolla.

Según Corboz (1992), “el territorio constituye la unidad de medida de los fenómenos humanos; no es un dato, es el resultado de diversos procesos. El territorio es producto, construcción y proyecto al mismo tiempo.” Se entiende la relación espacio físico-sociedad y todo el sistema de interacciones y vínculos que de esta relación emergen. El territorio es lo que le va a dar a la comunidad características singulares y posibilidades de acceso a recursos naturales (sean primarios o secundarios), salud, vivienda, educación, agua potable, infraestructura, servicios básicos, posibilidades de trabajo y una determinada trama o capital social. Estos aspectos hacen de cada territorio algo único e irrepetible.

Por lo tanto, la pesca artesanal no escapa a la territorialidad, i.e. a la relación espacio físico-sociedad. La posibilidad de desarrollo de una comunidad pesquera no es independiente a la localidad en la que está inmersa y este desarrollo deberá pasar por diferentes dimensiones: sociocultural, económica, ecológica y político institucional entre otras. Estas deberán estar definidas, en lo que respecta a sus grandes líneas y objetivos, por políticas nacionales, las cuales deberán ser aplicadas y adaptadas localmente según las especificidades de cada territorio. Un aspecto fundamental debería ser la búsqueda de un sistema de comercialización (sobre el precio de primera venta) que disminuya la dependencia que los pescadores tienen con los intermediarios.

Actualmente, en el ámbito pesquero artesanal se está dando un doble proceso; por un lado existe una crisis de los mecanismos e instituciones tradicionales de regulación y manejo, y por otro aparecen nuevas formas de planificación y gestión, las cuales se concretan en conceptos cada vez más fuertes como: co-manejo, co-gestión, gobernanza y gobiernos locales. En este proceso, las actuales estructuras organizativas se empiezan a mostrar obsoletas y dejan espacios para que puedan ser sustituidas por nuevos actores, o por lo menos para que estos tomen un papel preponderante junto a las estructuras institucionales repensadas y altamente eficientes, capaces de liderar con las sociedades locales nuevos procesos de desarrollo.

Este trabajo presenta herramientas y metodologías poco frecuentes en lo que es la administración pesquera en Uruguay. Tal es el caso de la metodología FODA y de la prospectiva. El presente trabajo sintetiza algunos conocimientos existentes sobre la pesca artesanal en el Río de la Plata medio y exterior. Asimismo, se plantea para el futuro algunas ideas y conceptos sobre el manejo y acceso a recursos de propiedad del Estado, y la necesidad de buscar un reparto más justo de las riquezas que estos recursos producen.

## METODOLOGÍA

El área geográfica analizada está conformada por la zona costera de cinco departamentos: Colonia (desde Colonia del Sacramento), San José, Montevideo, Canelones y Maldonado (hasta Punta del Este); constituye la franja costera uruguaya del Río de la Plata medio y exterior.

Sobre la base de información publicada por distintos autores y datos de captura de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), se realizó una breve caracterización de las pesquerías del área desde tres enfoques: 1) pesquero (número de embarcaciones por departamento, tipo de embarcaciones, artes de pesca, especies capturadas); 2) sociocultural (relaciones intra, inter y extra comunidad); y 3) socioeconómico (ingresos estimados y acceso a necesidades básicas).

Se usó el método FODA para un análisis cualitativo de la actividad, seleccionándose las siguientes características por considerarlas relevantes:

- a) Geográfica: trabajo desde núcleos donde los pescadores están agrupados en asentamientos;
- b) Recursos: acceso libre a recursos naturales y disponibilidad de éstos para diversificación de capturas;
- c) Tecnología: valor agregado a capturas mediante procesamientos artesanales sencillos;
- d) Trabajo no pesquero: presencia de áreas de oportunidad para desarrollo de actividades innovadoras;
- f) Ocupación de las tierras: formas de asentamientos, ventajas y desventajas;
- g) Co-manejo: Gestión conjunta con el estado en administración pesquera y ordenamiento territorial.

La metodología FODA (sigla conformada por las primeras letras de las variables: Fortalezas, Oportunida-

des, Debilidades y Amenazas), es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de una empresa, organización o actividad, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso y tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formuladas. De las cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización o actividad, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

1) Fortalezas: son las capacidades especiales con las que se cuenta, y por lo que se logra una posición privilegiada; recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

2) Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno de la actividad, y que permiten obtener ventajas competitivas.

3) Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia; recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

4) Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la actividad.

Además se realizó un análisis prospectivo de la pesca artesanal en la zona de estudio. La prospectiva es una herramienta de planificación que permite construir escenarios futuros y facilitar su logro a partir de una serie de medidas y decisiones a tomar. Parte de la base de que el futuro es indeterminado y abierto a una gran variedad de posibilidades. Este futuro depende menos de las fuertes tendencias que se impondrán a los hombres, que de las políticas que desarrollen con el objetivo de hacer frente a esas tendencias. La prospectiva apela a la creatividad y la imaginación con el rigor que aporta la tradición de más de cincuenta años de su práctica en diversos países (Godet 2000). Pensar el futuro lleva a comprender consecuencias de lo que se decide hoy; de este modo ilumina la acción en el presente. A través de esta reapropiación del futuro resurge la conciencia de que éste se construye y no está predeterminado y que ninguna sociedad está condenada a "sufrirlo".

El estudio prospectivo se realizó con horizonte al 2025 y para dos escenarios: uno basado en la supuesta continuidad de las actuales condiciones que llamamos

"tendencial"; y otro, un escenario deseado que llamaremos "de ruptura", para el cual se deberían dar (inducidos o naturalmente) una serie de cambios estructurales importantes.

## RESULTADOS

### Caracterización de las pesquerías en el Río de la Plata

En lo que respecta al número de embarcaciones activas, y en base a diferentes trabajos, este valor difiere según los autores, el año en que se realizó y la fuente utilizada para la estimación (Tabla 1).

El total de embarcaciones para el área de estudio osciló entre 158 y 235 dependiendo del trabajo. Según tres de los cuatro autores Montevideo presenta el mayor número de embarcaciones, seguido por Canelones y Maldonado con valores relativamente parejos. Por último, Colonia y San José muestran los números más bajos de embarcaciones, aunque el primero estaría exhibiendo un aumento importante en los últimos años.

Geográficamente, los puertos base: puerto desde el que opera normalmente un buque pesquero (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Pesca. Decreto 149/997, 1997) están distribuidos a lo largo de toda la costa desde Colonia a Maldonado (Spinetti *et al.* 2001; Fernández *et al.* 2003). El número de puertos presenta un crecimiento importante desde el primer censo (17) al último (41) (Tabla 2).

En lo que respecta al número de tripulantes en la zona de estudio, luego de depurar por puertos (excluyendo los fuera de zona), la Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales (MTSS 1988) arroja un total de 253 individuos entre propietarios y asalariados. Arena *et al.* (1999) llegan a determinar para la flota artesanal 1514 trabajadores; a estos agregan los trabajadores directamente ocupados en tierra por la actividad y totalizan a 3432 personas. Según Spinetti *et al.* (2001), hubo 705 tripulantes en las 234 embarcaciones para el año 2000. Cuando se suma los trabajadores llamados de tierra (encarnadores, alistadores, lavadores) llega a un total de 1344 personas con ocupación directa en la actividad. Por último, Fernández *et al.* (2003) para la zona de estudio del presente trabajo, llega a determinar la presencia de 367 pescadores relevados.

Los artes de pesca utilizados son prácticamente los mismos para toda la zona y han permanecido inalterados desde hace más de un siglo. El palangre o espinel y la red

Tabla 1. Número de embarcaciones artesanales por departamento y para el total del área según diferentes autores.

Departamento Autor-Año	Colonia	San José	Montevideo	Canelones	Maldonado	Total área	Fuente utilizada
Crossa 1989	11	10	87	24	27	159	Censo
Arena <i>et al.</i> 1999	7	8	113	34	36	198	Oficial DINARA
Spinetti <i>et al.</i> 2001	15	7	116	47	50	235	Oficial DINARA
Fernández <i>et al.</i> 2003	40	10	21	50	37	158	Relevamiento

**Tabla 2.** Número de puertos determinados por los diferentes autores.

Autores	Puertos
Crossa (1989)	17
Arena <i>et al.</i> (1999)	32
Spinetti <i>et al.</i> (2001)	40
Fernández <i>et al.</i> (2003)	41

de enmalle, armados con distintos materiales, tamaños de malla, número de anzuelos, y de distinta forma, son los responsables de casi la totalidad de las capturas en el área de estudio. Normalmente las embarcaciones pueden operar con cualquiera de los dos artes, dependiendo de la especie objetivo y de la época del año.

El tipo de embarcación utilizada para la pesca artesanal en la zona de interés es básicamente la "chalana" (Fig. 1). Estas embarcaciones pueden oscilar entre los 4 y 7 m de eslora, entre 1.2 y 2 m de manga, y en su gran mayoría varían entre 1 y 2 TRB. Son generalmente de madera enfibrada, de fabricación artesanal o casera y en la mayoría de los casos no tienen bodega cerrada ni casillería. Normalmente cuentan con una casilla de pequeñas dimensiones para proteger del agua algunos implementos como: radio, sonda, elementos de seguridad y ciertos enseres personales. La propulsión, en la mayoría de los casos, se realiza con motores fuera de borda, con una moda muy clara de la potencia de entre 10 y 20 HP, existiendo ca. 11% a remo (Arena *et al.* 1999).

En lo que respecta a las capturas, los datos de la DINARA en el área de estudio establecen, para el período 1994-2003, un máximo de 2830 ton para 1994 y un mínimo de 1557 ton para 1997.

Las especies más importantes varían según la zona, siendo la corvina (*Micropogonias furnieri*) y la brótola (*Urophycis brasiliensis*) las más capturadas en el Río de la Plata exterior. En el Río de la Plata medio la composición de las capturas cambia, predominando especies de agua dulce como: sábalo (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*), viejas de agua (*Loricariidae* spp.) y bagres (*Pimelodus* sp. y *Netuma barba*). Spinetti *et al.* (2001) presentan una lista completa, con nombre común y científico, de las especies capturadas en el área de estudio.



**Figura 1.** Embarcación típica ("chalana"), utilizada para la pesca artesanal en el Río de la Plata.

Los artes de pesca utilizados se consideran selectivos, ya que se puede manejar dentro de determinados rangos las tallas sobre las que se quiere trabajar. La más selectiva es la red de enmalle, aunque también lo es en menor grado el palangre (Norbis & Verocai 2001a).

Desde el punto de vista territorial se destaca que en todos los departamentos existen construcciones "irregulares" sobre la costa, algunas como viviendas permanentes, otras como vivienda transitoria o circunstancial y otras como "galpones de herramientas". Los asentamientos pesqueros más importantes y de mayor crecimiento son Pajas Blancas y Santa Catalina (Montevideo) y San Luis (Canelones). Hernández & Rossi (2001) establecen para estos asentamientos una población de 382 personas para el año 1999. Existen también otros asentamientos menores en Bocas del Cufre, Kiyú, Buceo, Arroyo Pando y Piriápolis, además de innumerables construcciones a lo largo de toda la costa del Río de la Plata.

La caracterización social, cultural y económica, señala algunas particularidades de la población de pescadores artesanales del área. Estos temas están tratados de distinta manera y profundidad por los autores ya mencionados, con resultados a veces coincidentes y otras veces diferentes.

En lo referente a la salud, los dos trabajos que tratan el tema llegan a resultados similares. Según Hernández & Rossi (2001), 99% de la población tiene cobertura médica, correspondiendo 97% al Ministerio de Salud Pública (MSP). Spinetti *et al.* (2001) establecen que toda la población (100%) tiene cobertura médica, pero solo 94% es por el MSP. Puntualmente para el asentamiento de pescadores de San Luis, en un censo realizado en el año 2003 por el Programa Ecoplata (Varela 2003), 65% de los habitantes declaró tener la necesidad de trasladarse de San Luis para recibir asistencia médica.

Respecto al nivel educativo se encuentran diferencias significativas; tomando Primaria como referencia, entre 67% y 80% declara haber cursado algún año. El nivel de deserción al sistema educativo es alto. Para San Luis, el censo de Ecoplata indica que de 25 niños de entre 5 y 11 años, 24 van a la escuela; en cuanto al liceo, de 37 adolescentes de entre 12 y 19 años, solo 6 van al liceo.

Desde el punto de vista de la calidad de la vivienda, Spinetti *et al.* (2001), establecen un gradiente de mayor a menor de W a E, encontrándose los índices de precariedad más altos en el asentamiento de San Luis.

La rentabilidad por barca estimada en forma mensual, indicaría que el ingreso a repartir entre los tripulantes sería del orden de \$U 6541 a \$U 33302 (U\$S 273 a 1388) dependiendo de la zona (Spinetti *et al.* 2001).

En dos trabajos publicados se preguntó sobre la "voluntad de asociación", entendiéndose a ésta como la percepción de los pescadores de la conveniencia o no de agruparse de alguna manera. Los resultados fueron muy diferentes; según Spinetti *et al.* (2001) 61.3% declaró interés en algún tipo de asociación, mientras que Fernández *et al.* (2004) encontró 18% de los encuestados con interés de agruparse.

### Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

El análisis FODA es un concepto muy simple y claro, pero detrás de su simpleza residen conceptos fundamentales para diagnóstico y definición de estrategias. En la Tabla 3 se observan los resultados de este análisis en seis factores seleccionados, por entenderlos relevantes para la pesca artesanal en el Río de la Plata:

- a) Nucleamiento geográfico de pescadores;
- b) Acceso a recursos naturales. Diversificación de capturas;
- c) Valor agregado a las capturas mediante procesamientos artesanales;
- d) Trabajos no vinculados a la pesca;
- e) Formas de asentamientos, ocupación de las tierras, ordenamiento territorial; y
- f) Administración pesquera y co-manejo.

### Análisis prospectivo (horizonte 2025): dos escenarios posibles

Se realizó un análisis prospectivo sencillo, con horizonte al 2025, trabajándose sólo con dos escenarios

extremos: uno llamado “tendencial” dado por una continuidad de las características actuales de las pesquerías y, en especial de los asentamientos, donde se viene dando desde hace algunos años un fuerte proceso de desculturización, de marginación y de pauperización. El otro escenario llamado “de ruptura” exige, mediante procesos de intervención, un quiebre de las actuales tendencias. Este es un escenario deseado, donde para lograrlo se deben producir (probablemente inducidos) cambios sociales, educacionales, culturales y técnicos que son prácticamente impensables sin la intervención del Estado y sin la participación activa, con alto grado de apropiación, de las comunidades de pescadores y la sociedad local en general.

#### Escenario “tendencial”

Este escenario se basa en la continuidad de las actuales tendencias. Las principales características para el horizonte en el año 2025 serían:

- a) Asentamientos actuales de enormes proporciones y surgimiento de nuevos asentamientos a lo largo de la costa;

Tabla 3. FODA de las pesquerías artesanales con relación a seis factores claves.

	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<b>Nucleamiento geográfico de pescadores</b>	Fácil comunicación intra, y relativamente fácil inter comunidades	Ubicación en puntos estratégicos cercanos a polos turísticos y urbanos, buena infraestructura y comunicaciones	Dificultad para trabajar para la comunidad en forma coordinada. Conflictos internos importantes. Mal relacionamiento con la sociedad local	Dependencia de temporada turística y de mercados, sean internos o regionales
<b>Acceso a recursos naturales. Diversificación de capturas</b>	Acceso libre a recursos naturales, facilidad para manejar volúmenes. Existencia de recursos subexplotados	Existencia de préstamos de organismos nacionales e internacionales, inclusive no reembolsables. Instituciones estatales con voluntad de apoyar	Falta de capacidad operativa y financiación para pruebas con nuevos equipos de pesca. Incapacidad para iniciar una reconversión de la flota	Disminución de capturas por sobrepesca, fundamentalmente por buques industriales al arrastre
<b>Valor agregado a capturas mediante procesamientos artesanales</b>	Acceso a recursos y a mercados importantes para la colocación de salados, ahumados, lomos y conservas	Existencia de fondos de ayuda nacional e internacional para emprendimientos de este tipo. Acceso a nuevos recursos	Dificultades para implementar este tipo de emprendimiento. Falta de liderazgo y de financiación propia	Condiciones higiénico sanitarias incompatibles con este tipo de mini-planta
<b>Trabajos no vinculados a la pesca</b>	Importante fuerza de trabajo y capital humano con potencial y adaptabilidad	En caso de recibir un entrenamiento básico, muchos individuos y nuevas familias de tradición en la pesca podrían dedicarse a nuevas actividades	Falta de acceso a entrenamientos que les permita incursionar en otras actividades. Imposibilidad de asumir costos	La dificultad de incursionar en trabajos no pesqueros, produciría un colapso en la capacidad de ocupación de la actividad
<b>Formas de asentamientos, ocupación de las tierras, ordenamiento territorial</b>	Fortaleza en la posesión de los asentamientos, gran unión en el tema ocupación de tierras	Si esa unión se utiliza para negociar en bloque posiciones con respecto a lugares de residencia, existen altas posibilidades de regularización	Dificultad para negociar en bloque y plantear una salida en común. Conflictos por falta de cuidado en higiene ambiental	Crecimiento descontrolado de los asentamientos que lleve a las autoridades a tomar medidas extremas como la demolición de construcciones en franja costera
<b>Administración pesquera y co-manejo</b>	La disposición de los pescadores, y el pasaje del total de la captura por 2 o 3 acopiadores, facilita enormemente la administración	En caso de acordar el apoyo de los acopiadores y pescadores, facilitaría la posibilidad de realizar la gestión de los recursos mediante co-manejo	La falta de unión intra e inter comunidad, y la falta de confianza en organismos del Estado, dificultan estos procesos	La forma de abordaje de los terrenos, la actual incompatibilidad con el turismo y la convivencia con lugareños, ponen en riesgo cualquier iniciativa

- b) Procesos de desculturización agravados, con índices de exclusión y pobreza cada vez mayores;
- c) Conflictos intracomunidades debido a competencia por espacios. Aumento de robos de artes pesca, de capturas y de herramientas de trabajo;
- d) Conflictos extracomunidad con la pesca industrial, la pesca deportiva y la sociedad local en continuo crecimiento;
- e) Conflictos con organismos reguladores o administradores (DINARA, DINOT, DINAMA, PNN e intendencias municipales) y suministradores de servicios (UTE, OSE, MSP);
- f) Comunidades pesqueras cada vez más individualistas;
- g) Alta dependencia de intermediarios o acopiadores y bajo poder de negociación;
- h) Disminución de capturas por agotamiento de recursos, fundamentalmente por capturas de buques industriales; y
- i) Aumento de accidentes en el mar por imposibilidad de cumplir con la normativa vigente.

#### *Escenario "de ruptura"*

Este es un escenario a construir para el que se necesitan recursos. Es un escenario deseado, para lo cual deberán producirse una serie de cambios estructurales, rupturas y además llevar adelante políticas reales de apoyo a la pesca artesanal. Las características de este escenario serían:

- a) Comunidades integradas intra e inter aldeas de pescadores;
- b) Asentamientos controlados, con relocalización de las construcciones que alteran la dinámica costera;
- c) Procesos de culturización en marcha, con capacitación ajustada a las necesidades de cada lugar y con el objetivo de inserción dentro de actividades pesqueras y no pesqueras;
- d) Disminución importante de conflictos intra y extra comunidad, fundamentalmente por una importante regulación, resultado de una cogestión entre los usuarios y administradores. Manejo de salidas consensuadas o negociadas;
- e) Máximo aprovechamiento de las capturas con importante diversificación y mejora en ingresos familiares por incremento de valor agregado a las capturas;
- f) Caída de tensión en conflictos con organismos reguladores y suministradores de servicios por acuerdos básicos claros y normas de comportamiento consensuadas;
- g) Capturas estables con recursos explotados racionalmente;
- h) Disminución de la dependencia con intermediarios, mediante un buen relacionamiento y establecimiento negociado de precios y formas de pago;
- i) Flota pesquero artesanal reconvertida, con embarcaciones más grandes (hasta 6 TRB), de mayor autonomía y tecnificación. Disminución de accidentes; y

j) Integración de aldeas de pescadores artesanales con el entorno y las sociedades locales. Atractivo turístico y polo gastronómico.

#### **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

La pesca en el Uruguay y en especial la pesca artesanal presentó y presenta para su análisis y estudio, una tremenda complejidad. Desde todos los aspectos existen temas a resolver.

Desde el punto de vista de la administración de pesquerías, se desconoce con que criterio se otorgan o se dejan de otorgar permisos de pesca; cómo se fijan los volúmenes de captura, a quienes se les conceden y cómo se controlan.

Desde lo económico, por que razón se han dado facilidades a determinados grupos como la pesca industrial (combustibles a menor costo; importación de herramientas de trabajo sin impuestos; facilidades para la reconversión de embarcaciones mediante el mecanismo de sustituciones, líneas de crédito), y no a otros como la pesca artesanal.

En lo que respecta a lo territorial, no se entiende por que motivo se permitió el asentamiento de pescadores en algunos lugares de la costa y en otros no.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad de las pesquerías, hay que resolver el problema de incumplimiento de normas establecidas como los arrastres a determinada distancia de la costa. Es importante determinar áreas sensibles que ameriten un manejo diferencial como las zonas de desove y cría de las principales especies costeras.

Los resultados registrados en el presente trabajo no permiten conocer con certeza cual es la situación actual de la pesca artesanal en la zona de interés. Las grandes diferencias en las estimaciones realizadas por los distintos autores en la mayoría de las variables, y la falta de credibilidad de los datos oficiales hace imposible poder efectuar una caracterización real de la pesca artesanal en el Río de la Plata. A pesar de esto, hay algunos aspectos que desde una visión general es interesante resaltar.

El número de puertos registrado por los diferentes trabajos muestra un aumento sostenido. La cantidad de barcas, si bien presenta un crecimiento sostenido hasta el 2000, exhibe una disminución para el 2003, lo cual parecería ser más un error en el relevamiento que una realidad.

Los departamentos más importantes son Montevideo, Canelones y Maldonado, los cuales cuentan con el mayor volumen de captura, número de embarcaciones, esfuerzo pesquero y mano de obra involucrada.

Las especies más capturadas son: corvina y brótola de Montevideo al E, y de San José hacia el W sábalo y boga. En las dos zonas se observa una alta movilidad de los pescadores siguiendo los movimientos migratorios de los recursos (Norbis & Verocai 2001b; Spinetti *et al.* 2001). Hasta hace 4 o 5 años, esta movilidad se daba por ambiente, donde los pescadores de San José y Colonia



migraban de un lado a otro dentro de su área, mientras que los de Montevideo, Canelones y Maldonado hacían lo propio. En los últimos años se han comenzado a dar movimientos de la zona E hacia el W, pero no a la inversa. Posiblemente esto se deba a una combinación entre bajas capturas de corvina y brótola, sumado a buenos rendimientos y a una aceptable comercialización del sábalo y la boga, así como otras especies de agua dulce.

Con respecto a las "chalanas", embarcaciones utilizadas tradicionalmente por la flota artesanal en la zona de estudio, parecerían ser inadecuadas para mantener la actividad en forma rentable. Esto se debería a: capturas cada vez más irregulares, limitaciones en la autonomía, altos costos en la operativa (motores fuera de borda a nafta, mantenimiento caro y con elevado índice de roturas por alta exigencia) y poca capacidad de carga para aprovechar los días de buena captura.

En los trabajos de Hernández & Rossi (2001) y Spinetti *et al.* (2001) se establece una cobertura médica alta (97% y 94% respectivamente) por parte del MSP. Es importante analizar esta afirmación, ya que cuando estos autores se refieren a cobertura médica no se está considerando una atención médica regular y preventiva, sino simplemente de asistencia por temas puntuales (e.g. apendicitis, accidentes de trabajo, partos). Otra realidad que hay que considerar es la distancia entre el asentamiento y la policlínica u hospital del MSP más cercana. A esto se suma el horario limitado a unas horas por semana de los centros de atención, así como el hecho de que en la mayoría de los casos las ambulancias no acceden a la vivienda del pescador.

Con respecto al tema educación, más allá de las diferencias a veces importantes entre los trabajos publicados, hay un aspecto concluyente: la existencia de un elevado grado de deserción en todos los niveles educativos. Aunque no se tiene certeza de las causas, se podría inferir que es el resultado de la suma de las siguientes: lejanía de los centros de estudio, participación de los niños y adolescentes en las tareas de la pesca, y por último, y a nuestro modo de ver la más importante, es la falta de conciencia por parte de los padres y adolescentes. La educación tradicional, la no-tradicional (formación en oficios puntuales) y la transmisión de valores concordantes con la sociedad en general, permitirán la inclusión de cambios y la permanencia de los mismos.

En lo que respecta al área social, jamás se debió permitir que la pesca artesanal llegara al punto de abandono, exclusión, pobreza y descontrol en el que hoy se encuentra. El panorama en algunos lugares es realmente desolador (viviendas insalubres, sin baños, sin agua potable, alto grado de hacinamiento, trabajo infantil). El poder revertir la situación actual, y siempre y cuando las cosas se hagan bien, probablemente lleve varias generaciones de pescadores.

Contribuir a la reflexión sobre los futuros probables, posibles y deseables, promoviendo la discusión prospectiva de la sociedad uruguaya en la construcción

de una visión común y un proyecto territorial compartido en el largo plazo, es de vital importancia y una cuenta pendiente.

### Prioridades y perspectivas de investigación

A la hora de definir prioridades de investigación en y para la pesca artesanal, se debe tener en cuenta dos grandes áreas: económico-productiva y socio-cultural.

En el aspecto económico-productivo, se debería incrementar la producción de la pesca artesanal para consumo humano, buscando un máximo aprovechamiento que satisfaga las necesidades internas y genere excedentes para el consumo local. Para esto es necesario la utilización racional de los recursos, mejorar las técnicas de pesca artesanal, otorgar estímulos crediticios, desarrollar programas de promoción pesquera y apoyar los trabajos de investigación que se realizan sobre el potencial pesquero.

En el aspecto socio-cultural, se debería aumentar la participación de los pescadores y sus comunidades en los beneficios del desarrollo de la actividad, a través de programas de capacitación, educación y asistencia técnica. Asimismo, sería importante mejorar la infraestructura existente y desarrollar programas de capacitación para el manejo de la pesca artesanal.

La investigación pesquera se orienta a dos aspectos fundamentales. El primero es aquel donde se produce información básica sobre alguno de los componentes del sistema (e.g. aspectos sobre la dinámica poblacional de un recurso en particular). El otro aspecto es orientado hacia la resolución de problemas y la toma de decisiones; es necesario impulsar investigaciones encaminadas a la resolución de problemas de administración de recursos de interés para la pesca artesanal. En este sentido, es necesario formular nuevas normas para la mejor regulación de especies de interés pesquero, rever zonas y épocas exclusivas para pesca artesanal, industrial y deportiva o profundizar más sobre estudios de especies de interés potencial. Todo ello impulsando el desarrollo de trabajos científicos.

En la actualidad, los usuarios del recurso, los manejadores, los políticos y los administradores públicos manifiestan la necesidad de contar con instrumentos que sirvan de guía para la planeación del aprovechamiento pesquero. Estos instrumentos, denominados Planes de Manejo Pesquero, involucran un diagnóstico de la pesquería y establece Planes de Acción sobre el manejo de un recurso pesquero en particular. La mejor forma de concebir dichos documentos es a través de la investigación científica pesquera.

Los Planes de Manejo Pesqueros (PMP) son instrumentos prácticos que buscan establecer puntos de referencia para el manejo de los recursos explotados y la promoción de otros que no lo están, no solo ofreciendo la mejor información científica disponible, sino la acción de las partes involucradas para regular, aplicando principios de co-manejo, las actividades del sector. Los PMP

en su planeación involucran elementos de la realidad social, económica y ambiental que brindan a su vez bases para el proceso de ordenación pesquera, cuyo enfoque se integra al marco de la protección y ordenación de los recursos, el medio ambiente y las actividades de la zona costera.

### **Implicancias para la conservación y el manejo**

Todo parecería indicar que llegó el momento de realizar una planificación para la reconversión de la pesca artesanal. Ésta debería pasar por una gradual sustitución de las "chalanas" actuales hacia embarcaciones más grandes (hasta 6 TRB), con motor interno, combustible barato y que puedan desarrollar velocidades de entre 9 y 12 nudos. También es importante el acceso a herramientas de trabajo sin impuestos, la habilitación de créditos blandos y de fácil acceso, y un apoyo institucional firme. Las embarcaciones que salen de baja por sustituciones podrían ser llevadas a otras pesquerías, fundamentalmente continentales.

Medidas de estas características permitirían una reactivación de la actividad, lo que redundaría en un mejor ingreso de las familias vinculadas a la pesca. Por otro lado, estaríamos en condiciones de aumentar el grado de compromiso de las comunidades pesqueras, en algunos aspectos como: cuidado de los asentamientos y del ambiente, la relocalización de algunas construcciones, la responsabilidad en educación y salud de las familias, la normalización de acceso a servicios básicos, la exigencia en la regularización de aportes como microempresa, y lo que es más importante, iniciar un proceso con el objetivo de co-administrar las pesquerías y realizar un manejo participativo de los actuales asentamientos de acuerdo a normas consensuadas.

Una reconversión de la flota artesanal como la planteada, llevaría a un leve aumento del esfuerzo pesquero, aspecto que hay que considerar a la hora de realizar este tipo de propuesta. La sustitución deberá ser gradual y a medida que se vaya dando de baja a embarcaciones que hoy están operando, sean estas artesanales o industriales. El cambio del cupo capturado por una embarcación al arrastre habilitaría el acceso a la reconversión planteada de por lo menos 10 a 14 barcas artesanales.

Con esta forma de manejo, se logrará un aumento muy significativo de las fuentes de trabajo, además de mejorar las formas de captura de las especies costeras. La utilización de artes de pesca de alta selectividad disminuiría significativamente la incidencia sobre juveniles y especies no deseadas, obteniendo productos de calidad superior.

Desde el aspecto biológico, el área de operaciones de la flota artesanal es de alta sensibilidad, debido a la presencia de juveniles de varias especies costeras (Puig & Fontenla 1993). Por este motivo es importante limitar en dicha zona el tipo de arte de pesca utilizado, sobre todo la pesca al arrastre que prácticamente carece de

selectividad y tiene un alto impacto sobre las comunidades bentónicas y el fondo marino.

Dicha reconversión sería el campo fértil para los cambios estructurales y rupturas necesarias para evitar el escenario "tendencial" que en el análisis prospectivo habíamos detallamos. En el análisis FODA, se puede observar que si bien no sería sencilla una reconversión de la pesca artesanal (en todos sus aspectos), si se aprovecha al máximo las fortalezas y oportunidades, se puede ser optimista al respecto. Para esto es imprescindible la intervención de la sociedad involucrada y del Estado en aspectos como educación, salud, infraestructura básica, planificación y ejecución de un plan participativo de reconversión de la pesquería.

De los escenarios construidos con horizonte 2025, el "tendencial" y de "ruptura", probablemente ninguno de los dos se de en forma pura. Lo que sí se debe comprender es que, de la planificación y de las acciones que se tomen hoy, dependerá estar más cerca de un escenario o del otro. Para acercarse lo más posible al escenario de "ruptura" se deberá implementar una buena política pesquera donde no solo se contemple el tema de recursos pesqueros y embarcaciones, si no que se considere el aspecto sociocultural y económico. En esta política, la pesca artesanal debe ser valorada como una actividad de alto impacto social. Esto implica promoverla mediante programas de desarrollo a cambio de una legalización del sector informal, y de una serie de normas que aseguren la sustentabilidad biológica, social, económica y cultural.

Todos los resultados del presente trabajo indican que si no se enfrenta esta situación y no se buscan soluciones participativas a los problemas descriptos, se entrará en una última etapa, posiblemente sin retorno, que será la exclusión de las comunidades pesquero-artesanal en forma definitiva. Un proyecto de este tipo no puede ser planteado a corto plazo. Debemos pensar en un trabajo de muchos años, en el que pasarán generaciones, antes de lograr una verdadera y estable transformación de la pesca artesanal.

### **REFERENCIAS**

- Arena G Malán C & J Josa** 1999 Estructura y actividad pesquera de la flota artesanal uruguaya que opera en el Río de la Plata (Desde Nueva Palmira hasta Punta del Este), EcoPlata "Apoyo a la gestión integrada de la zona costera uruguaya del Río de la Plata". Diagnóstico Ambiental y Socio Económico-Pesca Artesanal. A IV | 42
- Bértola L Bermúdez L & M Camou** 1996 Pesca, Sinsabores y Esperanzas: Síntesis de las acciones del CCU en el área de la pesca artesanal en los últimos 25 años. Ediciones del Centro Cooperativista Uruguayo. 142p
- Corboz A** 1992 El territorio como palimpsesto. Versión publicada en OLCEDA, Teoría I, Montevideo, Uruguay. pp125-146
- Crossa M** 1989 Contribución para la caracterización de la situación del sector pesquero artesanal en Uruguay. II Seminario Latinoamericano de Pesca Artesanal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Red Latinoamericana de Pesca Artesanal (CIID/FUNCAP). Talcahuano, Chile.

- 
- Fernández S [Friss C Pollak A Varela E Campot J & A Perretta]** 2003 La pesca artesanal costera en Uruguay, Aspectos productivos, tecnológicos y ambientales. Infopesca Internacional (16):34-39. Montevideo
- Fernández S [Friss C Pollak A Varela E Campot J & A Perretta]** 2004 La pesca artesanal costera en Uruguay, 2ª parte: Aspectos socioeconómicos. Infopesca Internacional (19):26-32. Montevideo
- Godet M Monti R Meunier F & F Roubelat** 2000 La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Cuaderno de Gerpa (5) 4ª edición. 114 pp
- Hernández JM & P Rossi** 2001 Caracterización de los asentamientos de pescadores artesanales en la zona frontal del Río de la Plata. Pp 217-234 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino.* Programa Ecoplata, Montevideo
- INAPE-MGAP** 1997 Decreto N° 149/997. Instituto Nacional de Pesca, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Uruguay.
- MTSS Ministerio de Trabajo y Seguridad Social** 1988 Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales. MTSS-Dirección Nacional de Fomento Cooperativo, Uruguay 40 pp
- Norbis W & J Verocai** 2001a Análisis de la estructura de la población de la corvina capturada por la pesquería artesanal de Pajas Blancas. Pp 177-189 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino.* Programa Ecoplata, Montevideo
- Norbis W & J Verocai** 2001b Características de la actividad de la pesca y evolución de las capturas realizadas por la flota artesanal. Pp 199-215 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino.* Programa Ecoplata, Montevideo
- Puig P & F Fontenla** 1993 Análisis de rendimientos y distribución por longitudes de corvina (*Micropogonias furnieri*) y la pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*) en la zona costera uruguaya entre Punta Tigre y Punta Piedras de Afilar. Resúmenes del X Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Montevideo):5
- Spinetti M Riestra G Foti R & A Fernández** 2001 La actividad pesquera artesanal en el Río de la Plata: estructura y situación socioeconómica. Pp 235-271 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy (eds) El Río de la Plata. Investigación para la gestión del ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino.* Programa Ecoplata, Montevideo
- Varela C** 2003 Informe interno: Censo comunidad San Luis. Ecoplata, Montevideo

## Paleolimnología: desarrollo de las lagunas costeras del sudeste de Uruguay durante el Holoceno

FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ\*, PETER SPRECHMANN, HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, ROBERTO BRACCO, ADRIANA RODRÍGUEZ, PETER ESTOL & VIRGINIA ACEVEDO

\*fellepegr@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Se presentan datos sobre el desarrollo trófico de las lagunas costeras del SE del Uruguay obtenidos de testigos de sedimentos que abarcan el Holoceno (i.e. últimos 10000 años). Análisis granulométricos, de materia orgánica, carbonato, carbono, nitrógeno y fósforo total, diatomeas y dataciones ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{14}\text{C}$  convencional y AMS  $^{14}\text{C}$ ) permitieron inferir la evolución trófica y la salinidad de los cuerpos de agua en relación a los cambios del nivel del mar durante el Holoceno. Los modelos de cambios del nivel del mar inferidos de las secuencias sedimentarias de lagunas del SE de Uruguay mostraron una buena correlación con los modelos regionales para Brasil y Argentina. Se observaron mayores estados de trofia durante las regresiones, debido a incrementos de los procesos de escorrentía y erosión causados por el retiro del mar, que coincidieron con disminuciones de salinidad. Las unidades litológicas correspondientes a períodos transgresivos estuvieron dominadas por sedimentos arenosos, bajos porcentajes de materia orgánica y nutrientes, mientras que aquellas unidades correspondientes a períodos regresivos mostraron aumentos de los porcentajes relativos de los sedimentos limo/arcillosos, materia orgánica y concentración de nutrientes. Las fases transgresivas exhibieron dominancia de diatomeas marino/salobres y las regresivas mostraron incrementos de diatomeas dulceacuícolas.

**Palabras clave:** paleolimnología, Cuaternario, diatomeas, nutrientes, estado trófico

### ABSTRACT

This paper presents data on Holocene (last 10000 yr BP) trophic development of coastal lagoons of SE Uruguay obtained from sediment cores are presented. Analysis on grain size, organic matter, carbonate, carbon, total phosphorus and nitrogen, diatoms and sediment age ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{14}\text{C}$  conventional and AMS  $^{14}\text{C}$ ) allowed to infer trophic evolution and changes in salinity levels in relation to sea level variation during the Holocene. Sea level change models derived from the sedimentary sequences of the coastal lagoons of SE Uruguay showed a close correlation with regional models of both Brazil and Argentina. Higher trophic states were observed during regression than transgression events, due to increased runoff and erosion caused by a sea level decrease, which corresponded to a drop in salinity levels. The lithological units corresponding to transgression events were dominated by sandy sediments, low organic matter percentages and low nutrient values, while those lithological units corresponding to regressive events showed increases in silt sediments, organic matter percentages and nutrient values. Transgression events were dominated by marine/brackish diatoms, while regressive events were dominated by brackish/freshwater species.

**Key words:** paleolimnology, Quaternary, diatoms, nutrients, trophic state

### PALEOLIMNOLOGÍA: DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y ALCANCES

La paleolimnología es la ciencia interdisciplinaria que utiliza la información química, física y biológica del registro sedimentario de cuerpos acuáticos para reconstruir sus condiciones paleoambientales (Smol 1992). El manejo de cuerpos acuáticos requiere conocer las condiciones de línea de base, lo que implica poseer series de datos de largo plazo. Es aquí donde los estudios paleolimnológicos adquieren importancia, puesto que pueden generar tales series de datos (observaciones indirectas o datos "proxy"), que de otra manera no serían obtenibles. Gracias al proceso de sedimentación, con el transcurso del tiempo se depositan cronológicamente capas sedimentarias en el fondo de los cuerpos de agua,

que contienen información de los eventos históricos ocurridos (Margalef 1983; Callender 2000). Por lo tanto, si se toman testigos de sedimento y se analiza la composición vertical de las variables físicas, químicas y biológicas, es posible reconstruir las condiciones paleolimnológicas de estos sistemas acuáticos y aspectos paleoambientales de sus cuencas de drenaje. Tal información permite responder a preguntas como: ¿Cuál es la edad del cuerpo de agua? ¿Cuándo comenzó a eutrofizarse u oligotrofizarse? ¿Cuáles fueron las posibles causas y magnitud de la eutrofización? ¿Qué condiciones existían antes del impacto humano? Para ello es necesario tener un modelo de evolución limnológica, y por lo tanto datar el sedimento. Existen muchas técnicas de datación. La elección radica en la escala de tiempo con que se pretenda trabajar. El

método de datación con  $^{14}\text{C}$  (vida media de desintegración 5730 años), lo hace apropiado para datar edades de miles de años. Los radioisótopos con vidas medias de desintegración menores (e.g.  $^{210}\text{Pb}$  22.26 años) son apropiados para dinámicas de sedimentación contemporáneas (Eakins 1983).

La reconstrucción del balance entre los aportes autóctono y alóctono posibilita inferir los posibles ambientes de depósito indicando las condiciones paleolimnológicas del sistema. El contenido de materia orgánica en un perfil sedimentario indica los episodios de enriquecimiento o empobrecimiento biótico de un sistema (Lami *et al.* 1994) y permite determinar su origen. Así, la proporción carbono/nitrógeno (C/N) puede ser utilizada para determinar los cambios históricos de la composición de la materia orgánica sedimentaria (Kaushal & Binford 1999; Itkonenn *et al.* 1999; Brenner *et al.* 1999). Las poblaciones acuáticas presentan proporciones C/N de entre 4 y 10 (Müller & Mathesius 1999), mientras que las comunidades terrestres exhiben valores mayores 15. Así, la variabilidad del cociente C/N en la columna de sedimento indica los cambios históricos en la composición de la materia orgánica.

La eutrofización es el enriquecimiento orgánico natural o cultural de un cuerpo de agua. Nitrógeno (N) y fósforo (P) son nutrientes importantes en el control de los productores primarios y por lo tanto del proceso de eutrofización (Margalef 1983). Conocer los niveles de estos nutrientes es entonces útil para explicar episodios de enriquecimiento o empobrecimiento, puesto que el desarrollo de los productores primarios depende de la disponibilidad de N y P, fijados durante la actividad fotosintética (Harper 1992). Los estados de trofia pueden también establecerse mediante el estudio de las diatomeas fósiles. Las diatomeas son organismos fotosintéticos unicelulares que presentan un esqueleto de sílice llamado frústulo. Este les permite conservarse como microfósiles en perfiles sedimentarios, por lo que pueden ser identificados hasta nivel de especie (Krammer & Lange-Bertalot 1986; Witkowski *et al.* 2000; Metzeltin & García-Rodríguez 2003). La diversidad y abundancia relativa de diatomeas a lo largo de un perfil sedimentario indican cambios en las condiciones ambientales de los sistemas acuáticos, tales como pH, temperatura, salinidad, conductividad, contaminación o estado trófico.

Las unidades litológicas son cuerpos sedimentarios con un mismo color, textura, granulometría y estado de conservación del material biogénico (Udding & Lunberg 1999) que reflejan cambios en los procesos físicos de los sistemas acuáticos (Isla 1989; Ramsay 1995; Oschmann *et al.* 1999; Lessa *et al.* 2000). Por ejemplo, los sedimentos donde el material biogénico fósil presenta alto grado de desarticulación y fragmentación reflejan ambientes de alta energía (i.e. con oleaje, corrientes, alta turbulencia). Por el contrario, los sedimentos con material biogénico en buen estado de conservación reflejan sistemas de baja energía donde la sedimentación es mayor a la resuspensión, baja turbulencia o ausencia de oleaje.

## Paleolimnología en Uruguay

Las investigaciones se enfocaron en reconstruir el desarrollo estado trófico de dos lagunas costeras del SE del país, en relación a las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno. En este artículo se presenta una síntesis de los resultados para las lagunas Blanca y de Rocha, basado en trabajos ya publicados (García-Rodríguez *et al.* 2001; 2002a; 2002b; 2002c; 2004a; 2004b; García-Rodríguez & Witkowski 2003; Metzeltin & García-Rodríguez 2003).

## ÁREA DE ESTUDIO

Las lagunas costeras del SE de Uruguay se originaron como consecuencia de la transgresión marina del 7000 AP (Martin & Suguio 1992; Isla 1998). Esta transgresión fue consecuencia de un proceso glacioeustático, no ocurriendo cambios tectónicos/sísmicos significativos para la costa E de América del Sur durante el Holoceno (Martin & Suguio 1992; Isla 1998; Espinosa *et al.* 2003). Estas lagunas se caracterizan por ser someras y presentar marcadas variaciones de salinidad, debido a su conexión periódica con el océano.

### Laguna Blanca

La Laguna Blanca ( $34^{\circ}53'S-54^{\circ}50'W$ ) es el recurso de agua potable de la zona de Manantiales (Maldonado). Tiene un área  $0.54\text{ km}^2$  y una profundidad máxima de 4 m. El sistema presenta una importante zona litoral (ca. 30% de su área total). La vegetación acuática se presenta como un mosaico de especies de diversos hábitos ecológicos. Entre las formaciones vegetales de mayor importancia se destacan la vegetación litoral emergente, las islas flotantes y los bancos de plantas sumergidas. Información exhaustiva sobre las características limnológicas actuales fue publicada por Mazzeo *et al.* (2003).

### Laguna de Rocha

La Laguna de Rocha ( $34^{\circ}15'S-54^{\circ}17'W$ ) tiene un área de  $72\text{ km}^2$ , la profundidad media es de 0.58 m, la profundidad máxima de 1.4 m y el área de la cuenca es  $1312\text{ km}^2$ . La salinidad varía entre 0.5 y 33. Los sedimentos son principalmente arenosos, aunque hacia el N de la laguna los sedimentos aumentan su contenido de limo y arcilla. La boca de la laguna se separa del océano Atlántico por una barra arenosa que se abre periódicamente durante el año (Conde *et al.* 1999).

## METODOLOGÍA

Se tomaron testigos de sedimento en los cuerpos de agua arriba mencionados utilizando un piston-corer de 5.7 cm de diámetro interno. Inmediatamente después de la extracción, las muestras fueron depositadas en tubos de plástico blanco ( $100 \times 5.7\text{ cm}$ ), envueltos en cinta pato y codificadas. Los testigos fueron cortados sagitalmente, fotografiados y descriptos litológicamente. Se tomaron submuestras de sedimento para dataciones, tipo de sedimento, geoquímica e identificación de diatomeas.

### Dataciones

Las muestras de sedimentos fueron datadas por  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{14}\text{C}$  convencional y  $^{14}\text{C}$  por medio de AMS (Espectrometría de Masa Acelerada). Para dataciones por  $^{210}\text{Pb}$  (solamente en la Laguna Blanca), la actividad de  $^{210}\text{Pb}$  fue medida con un espectrómetro gamma de alta pureza de germanio (HPGe) con un detector coaxial tipo-n. Las edades del sedimento calculadas a partir de  $^{210}\text{Pb}$  fueron comparadas con información histórica sobre impactos antrópicos en la cuenca de la laguna, para corroborar la confiabilidad de las medidas de actividad de  $^{210}\text{Pb}$ . Las dataciones de  $^{14}\text{C}$  se hicieron sobre la materia orgánica sedimentaria y material biogénico fueron hechas sobre valvas de *Erodona mactroides* (Daudin) habiéndose seleccionado los individuos que presentaban mayor estado de conservación. Las muestras fueron tratadas con ácido para eliminar carbonatos y el material resultante fue convertido a benceno. La actividad se determinó en un contador de centelleo líquido Packard 1600 TL.

### Geoquímica

La materia orgánica fue determinada mediante pérdida de peso ignición a 550 °C y a continuación se determinó el porcentaje de  $\text{CO}_2$  derivado del  $\text{CaCO}_3$  por ignición a 880 °C. El contenido de  $\text{CaCO}_3$  se determinó multiplicando el porcentaje de  $\text{CO}_2$  por 1.36 (Heiri *et al.* 2001). Carbono, nitrógeno y fósforo totales fueron analizados de acuerdo a los métodos del Instituto Alemán de Estándares (DIN: *Deutsches Institut fuer Normung*) y la Organización Internacional de Estándares (ISO).

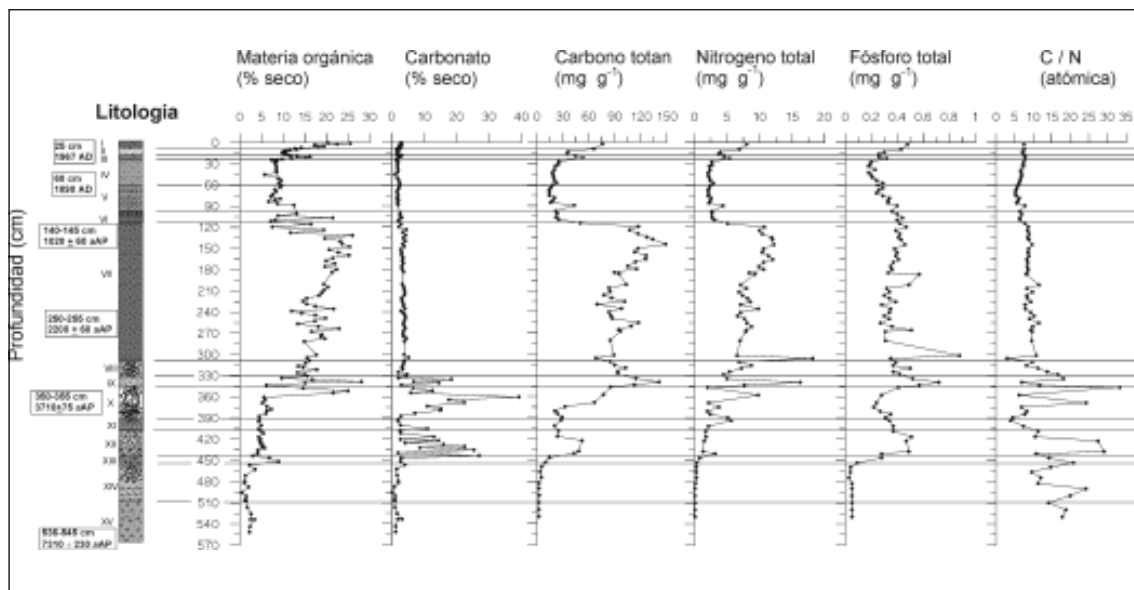
### Diatomeas

Las muestras fueron tratadas con  $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$  para deflocular el sedimento y se atacaron con  $\text{H}_2\text{O}_2$  y HCl concentrado para eliminar materia orgánica y  $\text{CO}_3$ . Se hicieron preparados permanentes con Naphrax (índice de refracción 1.7) para conteo e identificación a 1000x (Metzeltin & García-Rodríguez 2003; Metzeltin *et al.* 2005). Se contaron entre 250 y 400 valvas por preparado y se calculó la abundancia relativa de cada especie.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Geoquímica: caso Laguna Blanca

Las variables geoquímicas se muestran en la figura 1. La sección basal (545-460 cm, ~7300 AP) mostró valores relativamente bajos de materia orgánica, carbono total, nitrógeno total y fósforo total. Esto indica la ocurrencia de un sistema de bajo nivel trófico (rango oligo/mesotrófico) debido a la ocurrencia de características marinas consecuentes de la primera transgresión marina del Holoceno, la cual se expresa en la transición de las unidades litológicas XIV y XIII (Fig. 1; García-Rodríguez 2004a). Esto es, la unidad XIV estuvo dominada por sedimentos limo/arcillosos color verde oliva, mientras que en la unidad XIII se observaron incrementos de los sedimentos arenosos, típicos de sistemas acuáticos costeros. Los valores de la proporción C/N en la unidad XIV (>20, Fig. 1) y ausencia de diatomeas indican asimismo que la materia orgánica es de origen terrestre (Müller & Mathesius 1999). Por lo tanto, la transición entre las unidades XIV y XIII representa el pasaje de un sistema terrestre (anterior a la primera transgresión del Holoceno; García-Rodríguez *et al.* 2004a) a un sistema acuático con características marinas.



**Figura 1.** Distribución vertical de las variables geoquímicas del testigo tomado en la Laguna Blanca. Las edades  $^{14}\text{C}$  se indican en años antes del presente (AP) y las edades  $^{210}\text{Pb}$  en años *domini* (AD). Las unidades litológicas se indican a la izquierda de la figura en números romanos. Información detallada sobre la paleolimnología de este testigo puede consultarse en García-Rodríguez (2002a; 2004a).

La sección 460-360 cm (360 cm=2700 AP) exhibió un aumento de las variables químicas (Fig. 1), el cual estaría relacionado a la ocurrencia de una fase regresiva del mar que habría causado incremento de los procesos de escorrentía y erosión en el litoral y la cuenca del cuerpo de agua, con el consecuente aumento de aportes externos. Los valores C/N (ca. 10) indican que las macrófitas litorales habrían sido los principales contribuyentes a la materia orgánica sedimentaria. En esta sección del testigo, el sistema habría incrementado su estado trófico como consecuencia del aumento de nutrientes (N y P) que habrían propiciado el desarrollo de los productores primarios.

En las dos secciones del testigo de Laguna Blanca hasta ahora descriptas se observó alta variabilidad de la relación C/N (Fig. 1). Esto indica una alta variabilidad limnológica que estaría relacionada a los cambios del nivel del mar. Desde los 360 cm hacia la superficie, la baja variabilidad de C/N indicaría mayor estabilidad de las condiciones limnológicas debido a una menor influencia marina. En esta fase aumentó el estado trófico del cuerpo acuático, como lo indican los altos valores de materia orgánica, carbono, nitrógeno y fósforo totales (Fig. 1). Tales condiciones se habrían mantenido hasta los 140 cm (~ 1000 AP), donde el sistema habría experimentado un proceso de oligotrofización. Esto habría sido una consecuencia de la disminución de nitrógeno y fósforo total (Fig. 1), como consecuencia de la separación del cuerpo de agua del Océano Atlántico (García-Rodríguez *et al.* 2004a). Estas condiciones se mantuvieron hasta comienzo de la década de los 60, cuando fuertes impactos culturales (forestación, ganadería, turismo) ocasionaron una intensificación del proceso de eutrofización.

La forestación a mediados de la década del 60 provocó dos cambios mayores en las condiciones limnológicas. Primero, los bosques de *Pinus pinaster* al S de la laguna fijaron la duna costera, constituyendo una barrera que cambió los patrones de circulación del viento y movimiento dunar. Es posible que el sistema haya comenzado a exhibir condiciones de estratificación térmica. En segundo lugar, las plantaciones de *Eucalyptus* sp. en la sección N de la cuenca requirieron la fertilización con fosforita. El máximo de materia orgánica observado a los 22 cm es una consecuencia de la entrada de fosforita. Tal máximo de variables químicas a 20-22 cm fue seguido por disminuciones (unidad litológica II). Esto se debería a que una vez que los *Eucalyptus* ya habían crecido, y los suelos fueron fijados al ser colonizados por pastos, las entradas desde la cuenca disminuyeron. Desde la mitad de la unidad II hacia la superficie (después de ca. 1985) corresponde al período de desarrollo urbano y turístico. Durante los últimos 15 años, muchas fincas y centros vacacionales fueron construidos en las proximidades de la laguna. Es probable que hayan ocurrido impactos humanos tales como efluentes domésticos o vertidos clandestinos de basura, ya que la concentración de las variables químicas

incrementó, evidenciando una intensificación de la eutrofización (Fig. 1). Información exhaustiva sobre la influencia de los impactos humanos en la Laguna Blanca puede consultarse en García-Rodríguez *et al.* (2002a).

#### Diatomeas: caso Laguna de Rocha

La sección basal del testigo LRO10 se extiende hasta los 8860±310 AP. Por debajo de los 220 cm no se observaron diatomeas, y en la sección 220-290 cm se contaron unas pocas valvas, cuyas especies se representan con asteriscos en la figura 2.

Por lo tanto, los 190 cm representarían la primera transgresión del Holoceno (García-Rodríguez *et al.* 2004b). Las especies co-dominantes indican la ocurrencia de un sistema marino (Zona de Asociaciones de Diatomeas ZAD VIII, Fig. 2). En la ZAD VII se observaron especies dulceacuícolas/halófilas (*Epithemia adnata* y *Rhopalodia musculus*) que indicarían entradas de agua dulce, pero estas desaparecen en la ZAD VI, para ser reemplazadas por especies marino/salobres (*Paralia sulcata*, *Actinoptychus senarius* y *Terpsinoë americana*, Fig. 2).

En la ZAD V se observaron incrementos de especies epibentónicas que reemplazan a las planctónicas (*Amphitetras antediluviana*, *Diploneis smithii*, Fig. 2), lo que indica expansión litoral y disminución de la profundidad, ya que los sistemas someros son comúnmente dominados por dichas especies (Stoermer & Smol 1999). En la sección superior de la ZAD V, la ocurrencia de *Aulacoseira granulata* indica disminuciones de la salinidad y por ende el primer evento de sumersión/emersión del Holoceno. Esto se debería a que la sección 135-145 cm se dató en 4600 AP, y por ello la sección correspondiente a los 120 cm es probable que represente los 3900-4000 AP, cuando el nivel del mar estaba 0.7 m por debajo del actual (Martin & Suguio 1992).

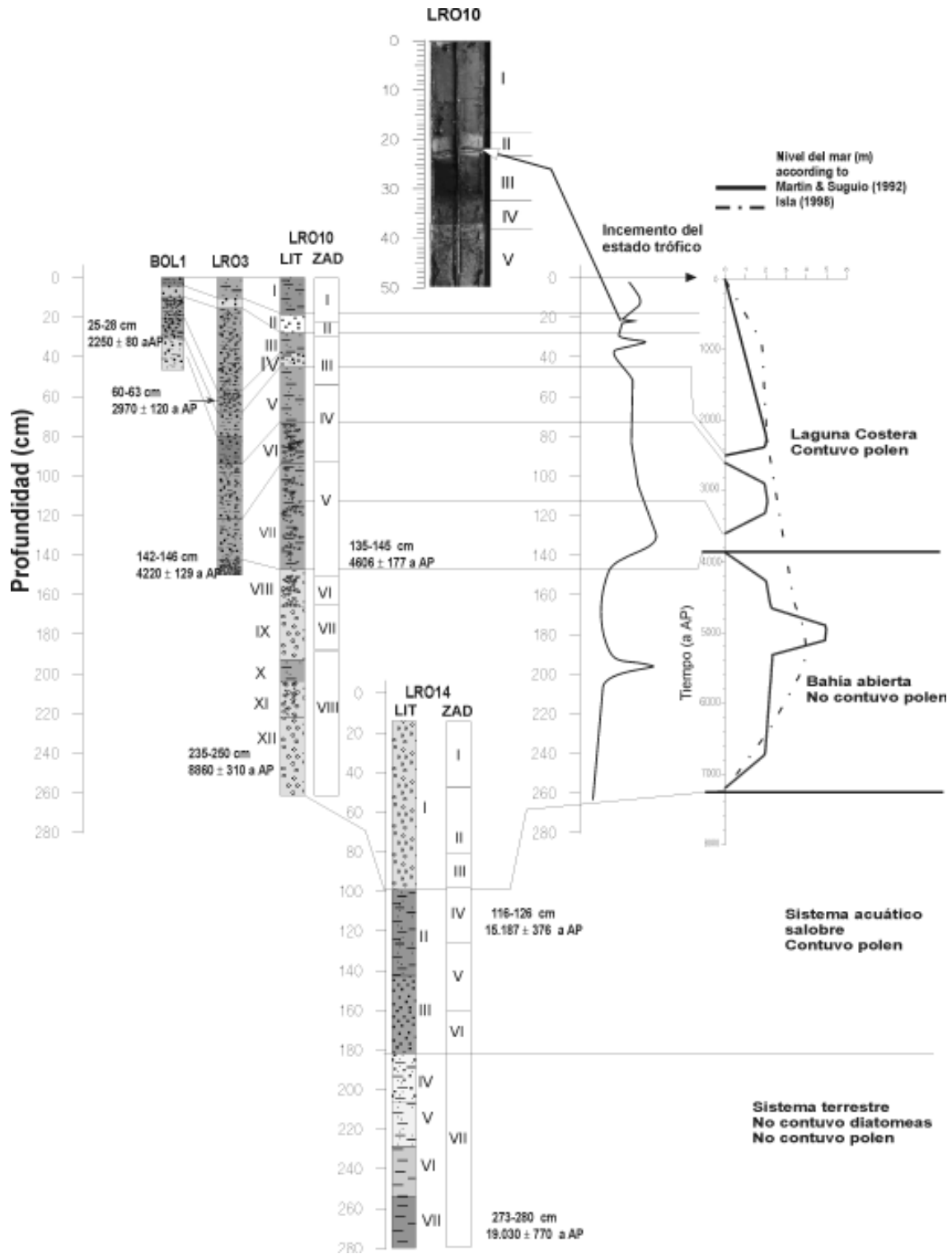
En la ZAD IV las especies dulceacuícolas redujeron sus porcentajes relativos, mientras que aquellas salobres los incrementaron (Fig. 2). Por lo tanto, los valores de salinidad habrían aumentado como consecuencia de la segunda transgresión del Holoceno datada en 3800 AP (Martin & Suguio 1992). Los incrementos de especies marinas en la ZAD III indican el progreso de dicha transgresión, la cual se habría visto interrumpida en el límite de las ZAD III y II por un evento regresivo (segunda sumersión/emersión del Holoceno, datada en 2700 AP; Martin & Suguio 1992). Sin embargo, en la ZAD II las especies marinas volvieron a incrementar los porcentajes relativos, indicando así la ocurrencia de la tercera transgresión del Holoceno, y posterior fase regresiva hasta nuestros días (Martin & Suguio 1992).

#### CONSIDERACIONES FINALES

Una vez que se obtiene la información biológica, química y física de los registros sedimentarios por separado es necesario integrarla para generar modelos de desarrollo paleoambiental. Aquí se presenta el modelo de la Laguna de Rocha (Fig. 3). Sin embargo, debe destacarse que también se hicieron modelos para la Laguna de Cas-







**Figura 3.** Relación entre los cambios del nivel del mar y el estado trófico, Zonas de Asociaciones de Diatomeas (ZAD), litología (LIT) de los registros sedimentarios y los modelos regionales de variaciones del nivel del mar (Martin & Suguio 1992; Isla 1998). Información paleolimnológica detallada de la Laguna de Rocha puede consultarse en García-Rodríguez *et al.* (2001; 2002b; 2004b), García-Rodríguez & Witkowski (2003) y Metzeltin & García-Rodríguez (2003).

tillos (García-Rodríguez *et al.* en prensa), la Laguna Blanca (García-Rodríguez *et al.* 2002a; 2004a) y la Laguna Negra (Bracco *et al.* 2005).

Los cambios paleolimnológicos de la Laguna de Rocha se compararon a los estudios sobre cambios del nivel del mar para Argentina y Brasil (Fig. 3). La sección basal del testigo LRO14 indica la ocurrencia de un clima semiárido durante Pleistoceno superior, ya que no se observaron ni palinóforos ni diatomeas. A pesar que la Laguna de Rocha se originó luego de la primera transgresión del Holoceno, las evidencias sedimentarias de las unidades litológicas III y II (ZAD VI, V y IV, testigo LRO14, Fig. 3), indican la existencia de un sistema acuático marino/salobre (antes de 15000 AP). Luego de la primera transgresión del Holoceno, el sistema exhibió muy probablemente características marinas como lo indica la ausencia de granos de polen y dominancia de diatomeas marinas. De la unidad litológica VII a V (posterior a ~4000 AP, testigo LRO10), se observaron incrementos del estado trófico como consecuencia de la fase regresiva del nivel del mar e incrementos de diatomeas de agua dulce. En la sección superior de la unidad litológica V se observó una disminución del estado trófico como consecuencia de un incremento del nivel del mar (Fig. 3). Los posteriores cambios (i.e. en las cuatro unidades litológicas superiores) fueron también causados por los cambios del nivel del mar, donde se observó una relación inversa entre éste y el estado trófico (García-Rodríguez *et al.* 2001; 2004a; 2004b; García-Rodríguez & Witkowski 2003). Los datos sobre cambios del nivel del mar de la costa SE del Uruguay concuerdan también con otros estudios regionales (Oschmann *et al.* 1999; Espinosa *et al.* 2003), donde se infirieron paleoambientes holocénicos similares.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

En Uruguay los estudios paleolimnológicos comenzaron en 1999. Las investigaciones se concentraron en las lagunas de la costa SE. Se generó información de línea de base y se hizo una evaluación de impactos humanos en la Laguna Blanca. Es importante entonces realizar estudios paleolimnológicos en otras regiones del país.

Se están realizando estudios sobre cambio climático para el Holoceno en el Uruguay con datos obtenidos de las secuencias de las lagunas presentadas en este trabajo y otras lagunas costeras del país.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACION Y EL MANEJO

La generación de información de línea de base es de gran importancia para los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) que serán evaluados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Esto se aplica porque la información ambiental de largo plazo permite establecer las condiciones imperantes antes y después el impacto humano. Asimismo, es la única herramienta que puede proveer información necesaria para la restau-

ración de sistemas acuáticos (Jeppensen 1998) cuando se carece de información limnológica histórica de largo plazo, como es el caso de la mayoría de los sistemas acuáticos de Uruguay.

#### REFERENCIAS

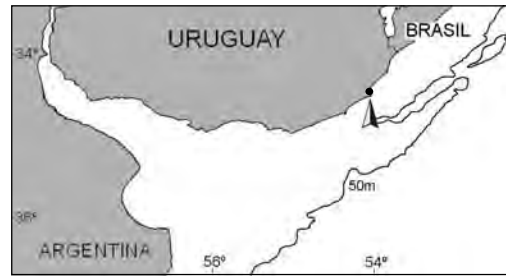
- Bracco R Inda H del Puerto L Castiñeira C Sprechmann P & F García-Rodríguez 2005 Relationships between Holocene sea level variation, trophic development and climate change in Negra Lagoon, southern Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 33:252-263
- Brenner MT Whitmore J Lasi MA Cable JE & PH Cable 1999 A multi-proxy trophic state reconstruction for shallow Orange Lake, Florida, USA: possible influence of macrophytes on limnetic nutrient concentrations. *Journal of Paleolimnology* 21:215-233
- Callender E 2000 Geochemical effects of rapid sedimentation in aquatic systems: minimal diagenesis and preservation of historical metal signatures. *Journal of Paleolimnology* 23:243-260
- Conde D Bonilla S Aubriot L & W Pintos 1999 Comparison of the areal amount of chlorophyll a of planktonic and attached microalgae in a shallow coastal lagoon. *Hydrobiologia* 408/409:285-291
- DIN 38414 T 12 1986 Bestimmung von Gesamt-Phosphor in Schlämmen und Sedimente. Deutsches Institut fuer Nourmung, Berlin
- Eakins JD 1983 The  $^{210}\text{Pb}$  technique for dating sediments: some applications. United Kingdom Atomic Energy Agency. AERE (R10821), Harwell, Oxfordshire. 22 pp
- Espinosa M De Francesco & F Isla 2003 Paleoenvironmental reconstruction of Holocene coastal deposits from the Southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Paleolimnology* 29:49-60
- García-Rodríguez F & A Witkowski 2003 Inferring sea level variation from relative percentages of *Pseudopodosira kosugii* in Rocha lagoon, SE Uruguay. *Diatom Research* 18:49-59
- García-Rodríguez F Castiñeira C Scharf B & P Sprechmann 2002b The relationship between sea level variation and trophic state in the Rocha lagoon, Uruguay. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 2002(1):27-47
- García-Rodríguez F Metzeltin D Sprechmann P & LF Beltrán-Morales en prensa Late Pleistocene and Holocene development of Castillos Lagoon in relation of sea level variation, SE Uruguay. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*
- García-Rodríguez F Metzeltin D Sprechmann P Trettin R Stams G & LF Beltrán-Morales 2004a Upper Pleistocene and Holocene paleosalinity and trophic state changes in relation to sea level variation in Rocha Lagoon, southern Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 32:117-135
- García-Rodríguez F Sprechmann P Mazzeo N Metzeltin D Lange-Bertalot H & M Ruppel 2002c Nueva especie de diatomea bentónica del Holoceno superior del Uruguay. *Revista Geológica Uruguay* 1(2):40-42
- García-Rodríguez F del Puerto L Inda H Castiñeira C Bracco R Sprechmann P & B Scharf 2001 Preliminary paleolimnological study of Rocha lagoon, SE Uruguay. *Limnologica* 31:221-228
- García-Rodríguez F Mazzeo N Sprechmann P Metzeltin D Sosa F Treutler HC Renom M Scharf B & C Gaucher 2002a Paleolimnological assessment of human impacts in Lake Blanca, SE Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 28:30-42
- García-Rodríguez F Sprechmann P Metzeltin D Scafati L Melendi DL Volkheimer W Mazzeo N Hiller A Tümping Jr

- W & F Scasso** 2004b Holocene trophic state changes in relation to sea level variation in Lake Blanca, SE Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 31:99-115
- Harper D** 1992 Eutrophication of freshwaters. Chapman & Hall, London. 327 pp
- Heiri O Lotter AF & G Lemcke** 2001 Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and compatibility of results. *Journal of Paleolimnology* 25:101-110
- ISO 25663** 1984 Bestimmung des Kohlenstoffs-Stickstoffs. International Standard Organization (Europäische Norm EN 25663). Brussels, 1993, 10S.
- Isla FI** 1989 Holocene sea-level fluctuations in the southern hemisphere. *Quaternary Science Reviews* 8:359-368
- Itkonen A Marttila V Meriläinen JJ & VP Salonen** 1999 8000-year history of palaeoproductivity in a large boreal lake. *Journal of Paleolimnology* 21:271-294
- Jeppesen E** 1998 The Ecology of shallow lakes. Technical Report (247):420 pp. Ministry of Environmental Energy, Silkeborg
- Kaushal S & MW Binford** 1999 Relationship between C:N ratios of lake sediments, organic matter sources and historical deforestation in lake Pleasant, Massachusetts, USA. *Journal of Paleolimnology* 22:439-442
- Krammer K & H Lange-Bertalot** 1986 Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *In*: Ettl Gerloff Heynig & Mollenhauer (eds) Süswasser flora von Mitteleuropa Band 2/1. 876 pp. Gustav Fischer Verlag, Jena
- Lami A Niessen F Guilizzoni P Masafferro J & CA Belis** 1994 Paleolimnological studies of the eutrophication of volcanic Lake Albano (Central Italy). *Journal of Paleolimnology* 10:181-197
- Lessa GC Angulo RJ Giannini PC & AD Araújo** 2000 Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. *Marine Geology* 165:87-108
- Margalef R** 1983 Limnología. Ediciones Omega, Barcelona. 1010 pp
- Martin L & K Suguio** 1992 Variation of coastal dynamics during the last 7000 years recorded in beachridge plains associated with river mouths: example from the Central Brazilian coast. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 99:119-140
- Mazzeo N Rodríguez-Gallego L Kruk C Meerhoff M Gorga J Lacerot G Quinatns F Lourerio M Larrea D & F García-Rodríguez** 2003 Effects of *Egeria densa* Planch. on a shallow lake without piscivorous fish. *Hydrobiologia* 506-509:591-602
- Metzeltin D & F García-Rodríguez** 2003 Las Diatomeas uruguayas. DIRAC Ediciones, Facultad de Ciencias Montevideo. 208 pp
- Metzeltin D H Lange-Bertalot F García-Rodríguez** 2005 Diatoms of Uruguay. *In*: Lange-Bertalot (ed) *Iconographia Diatomologica* 15:737 pp. Koeltz Scientific Books, Koenigstein
- Müller A & U Mathesius** 1999 The palaeoenvironments of coastal lagoons in the southern Baltic Sea, I. The application of sedimentary C<sub>org</sub>/N ratios as source indicators of organic matter. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 145:1-16
- Oschmann W Reichart K & S Dillenburg** 1999 Holozäne Ökosystementwicklung in der Küstenebene von Rio Grande do Sul (Südbrasilien) in Bereich der Lagoa de Tramandai. *Zeitschrift. Geologie Paläontologie* 1(7-9):1077-1091
- Ramsay PJ** 1995 9000 years of sea-level change along the Southern Africa coastline. *Quaternary International* 31:71-75
- Smol JP** 1992 Paleolimnology: an important tool for effective ecosystem management. *Journal of Aquatic Ecosystems Health* 1:49-58
- Stoermer EF & JP Smol** 1999 The diatoms: applications for the environmental and earth sciences. Chapter 1-6. 469 pp. Cambridge University Press, London
- Twiss PC** 1992 Predicted world distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grass phytoliths. Pp 113-127 *In*: Rapp & Mullholland (eds) *Phytoliths systematics*. Plenum Press, New York
- Udding A & N Lundberg** 1999 A paleo-Brahmaputra? Subsurface lithofacies analysis of Miocene deltaic sediments in the Himalayan-Bengal system, Bangladesh. *Sedimentary Geology* 123:271-292
- Witkowski A Lange-Bertalot H & D Metzeltin** 2000 Diatom Flora of Marine Coasts I. *In*: Lange-Bertalot (ed) *Iconographia Diatomologica* 7:925 pp. Koeltz Scientific Books, Koenigstein

## Fisonomía y composición florística de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)

SILVANA MASCIADRI\*, ELOÍSA FIGUEREDO & LILIANA DELFINO

\*chivi@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Se caracterizó la fisonomía y composición florística de Cabo Polonio. Se realizó un censo de especies de plantas vasculares, registrando la presencia de 156 especies herbáceas y arbustivas pertenecientes a 45 familias, siendo Asteraceae, Poaceae, Apiaceae y Cyperaceae las más ricas en especies. Con base en las características fisonómicas y geomorfológicas del área se reconocieron las siguientes zonas: rocas, campo elevado, bajíos, dunas móviles y cordón dunar. Se estableció la cantidad de especies nativas y asilvestradas para las diferentes zonas. El paisaje está caracterizado por el predominio de plantas herbáceas (148), y en menor medida arbustos y subarbustos (8), además de algunos árboles cultivados (4) como *Tamarix gallica*. La gramínea introducida *Cynodon dactylon* fue la especie más frecuente para toda el área y para campo elevado, rocas y bajíos. En dunas móviles y cordón dunar *Panicum racemosum*, gramínea nativa, tuvo la mayor ocurrencia. Se encontraron diferentes asociaciones de especies relacionadas a las zonas reconocidas, excepto dunas móviles y cordón dunar que comparten el mismo tipo de comunidad vegetal. Los fuertes vientos, la alta salinidad del medio, la presencia de afloramientos rocosos y las condiciones semi-áridas del sistema dunar en combinación con los aportes de agua dulce proveniente de la napa freática, aumentan la diversidad de ambientes y en consecuencia de especies. Cabo Polonio constituye un área de interés para la conservación por tratarse de un sistema de dunas costeras de dimensiones únicas en la actualidad, donde habitan importantes poblaciones de especies endémicas y comunidades vegetales asociadas a ambientes característicos de la costa atlántica de Uruguay.

**Palabras clave:** vegetación psamófila, vegetación halófila, dunas costeras, fitofisonomía

### ABSTRACT

The physiognomy and floristic composition of Cabo Polonio was characterized. A vascular plant species census was performed, recording the presence of 156 herbaceous and shrub species belonging to 45 families, of which Asteraceae, Poaceae, Apiaceae and Cyperaceae were the most species-rich families. Based on physiognomic and geomorphologic characteristics in the area, the following zones were recognized: rocky outcrops, high field, lowlands, mobile dunes and foredunes. The relative amount of native and naturalized species for the different zones was established. The landscape was characterized by the predominance of herbaceous vegetation (148) and to a lesser extent by woody herbs (8), in addition to some cultivated trees (4) like *Tamarix gallica*. The exotic grass *Cynodon dactylon* was the most frequent species in the whole area, as well as for high field, rocky outcrops and lowlands. For mobile dunes and foredunes, *Panicum racemosum*, a native dune grass was the most recurrent species. Different species associations were found related to the zones previously recognized, except for mobile dunes and foredunes which share the same type of vegetation community. The strong winds, high salinity, presence of emergent rocks and semi-arid conditions of the dune system, combined with fresh water from the phreatic surface, increases the diversity of environments and consequently of species. Cabo Polonio is an area of interest for conservation because it constitutes a coastal dune system of unique dimensions in the present, inhabited by relevant populations of endemic species and vegetation communities associated to environments characteristic of the Atlantic coast of Uruguay.

**Key words:** halophyllous vegetation, psammophyllous vegetation, coastal dunes, phytophysiognomy

### INTRODUCCIÓN

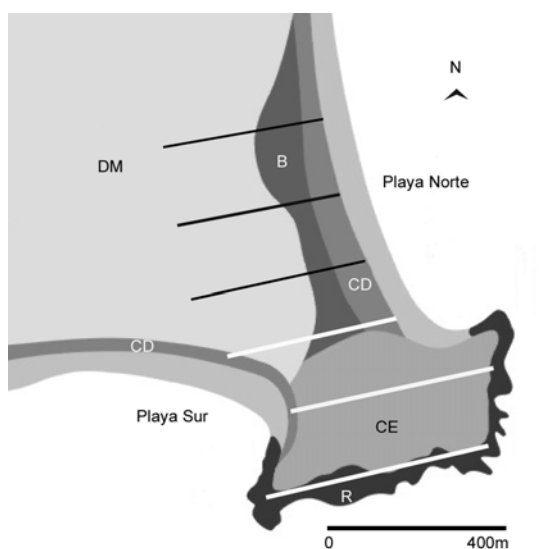
Hasta mediados del siglo XX la costa atlántica uruguaya incluía extensas franjas de médanos móviles. La fijación de arenas a través de la forestación con especies exóticas (*Pinus* spp. y *Acacia longifolia*) han hecho desaparecer gran parte de estas dunas. La urbanización y la sustitución por plantas utilizadas en jardinería, e.g. el encespedado con gramíneas exóticas de gran poder invasor como *Cynodon dactylon*, han modificado profundamente la flora nativa de la costa. Actualmente, las zonas de vegetación original se limitan a áreas relictuales (Carrere 1990).

Los estudios de vegetación realizados en estos sistemas costeros son escasos, entre los que se pueden mencionar Chebataroff (1952; 1973), Legrand (1959), Alonso & Bassagoda (1999), Campo *et al.* (1999), Delfino & Masciadri (2005), Delfino *et al.* (2005). Para el área donde se realizó el presente trabajo existe solamente una lista de plantas determinadas por el Prof. A. Lombardo, a partir de muestras colectadas en el marco de un estudio palinológico realizado por D'Antoni (1974), y el relevamiento realizado por Delfino & Masciadri (2005). El objetivo del estudio es determinar la composición florística en Cabo Polonio y explorar sus relaciones con la

heterogeneidad ambiental del lugar, a fin de contribuir con el desarrollo de planes de manejo y conservación.

### ÁREA DE ESTUDIO

El Cabo Polonio es una península rocosa ubicada en la costa atlántica del Dpto. de Rocha ( $34^{\circ}24'S-53^{\circ}46'W$ ). Esta zona constituye el relicto más importante de dunas móviles de la costa uruguaya, tanto por su extensión como por la altura que alcanzan. Un Decreto del año 1966 declaró Monumento Natural al sistema de dunas de Cabo Polonio y de Interés Nacional su conservación. Esto no impidió que se llevaran a cabo extensas plantaciones de pinos, que han tenido un efecto negativo sobre la dinámica dunar al funcionar como una trampa de sedimentos que impide el flujo de arena y la realimentación de los médanos y playas (Panario *et al.* 1993). El área de estudio comprende ca. 170 ha (Fig. 1).



**Figura 1.** Localización del área de estudio, esquema de las diferentes zonas reconocidas en Cabo Polonio y ubicación de los seis transectos. R: rocas; CE: campo elevado; B: bajíos; DM: dunas móviles; CD: cordón dunar.

### Aspectos históricos

El pueblo de Cabo Polonio, construido sobre la península y una zona de bajíos adyacente, comprende unas 300 casas y un número fluctuante de pobladores permanentes que ronda la centena. La población crece considerablemente durante el verano. A principios del siglo XX se construyó un faro de alerta marina, pero no fue hasta 1940 cuando se establecieron los primeros pobladores, inicialmente pescadores y loberos, y posteriormente aventureros y turistas. Siendo una urbanización no planificada, carece de amanzanamiento y trazado de calles, lo que ha permitido la relativa conservación de los ambientes naturales del lugar y su vegetación.

### Zonación

En base a características fisonómicas y geomorfológicas se reconocieron las siguientes zonas: rocas, campo elevado, bajíos, dunas móviles y cordón dunar (Fig. 1).

Rocas corresponde a la zona de afloramientos rocosos de composición granítica que rodea la península, donde el oleaje marino rompe continuamente, determinando un ambiente de alto stress osmótico por la gran concentración de sales.

Campo elevado corresponde al casco de la península que alcanza una altura máxima de 24 msnm. Este ambiente presenta un tapiz herbáceo con una fisonomía de pradera y barrancas donde afloran arcillas y limos pertenecientes a la Formación Barra del Chuy (Bossi *et al.* 1998), así como cursos y ojos de agua ocasionales o permanentes. Es también donde se encuentran la mayor concentración de viviendas, las instalaciones del faro y de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), y actividades de pastoreo por ovinos, bovinos, equinos y otros animales de granja.

Bajíos se extiende en forma de faja paralela a la Playa La Calavera entre las dunas móviles y el cordón dunar. La napa freática, muy superficial, determina especialmente en invierno un sustrato de arena húmeda que se inunda ocasionalmente con el aporte pluvial.

Dunas móviles son médanos que llegan a superar los 40 m de altura, y están constituidos por arenas que vuelan por acción del viento. En hondonadas entre dunas se desarrollan manchones de vegetación favorecidos por la presencia de agua dulce que aflora de la napa y por el aporte pluvial. Este ambiente constituye el paisaje dominante en Cabo Polonio.

Cordón dunar corresponde a la zona adyacente a la playa. Son médanos de pequeña o mediana altura que llegan a alcanzar los 2 m ocasionalmente y están siendo estabilizados por la vegetación.

### METODOLOGÍA

Para determinar la composición florística se realizó un censo de especies, recorriendo exhaustivamente el área en todas las estaciones, entre diciembre de 2000 y julio de 2004, abarcando casi todos los meses del año. Se colectaron muestras de plantas vasculares en flor.

La determinación de las especies se realizó a través de claves analíticas y consulta de bibliografía taxonómica (Cabrera 1953; Rosengurt *et al.* 1970; Cabrera & Klein 1975; Dimitri 1978; 1980; Marzocca *et al.* 1979; Sánchez-Monge & Parellada 1981; Lombardo 1982; 1983; 1984; Zuloaga & Morrone 1996; 1999a; 1999b; Izaguirre & Beyhaut 1998). Además, se consultaron especialistas y los Herbarios MVJB (Jardín Botánico de Montevideo) y MVFA (Facultad de Agronomía).

Las muestras fueron ingresadas al MVJB. Se discriminaron las muestras según los lugares donde fueron colectadas, a fin de establecer la composición florística en cada una de las zonas ambientales observadas.

Las plantas colectadas se clasificaron según las categorías nativa y asilvestrada y también por su hábito de crecimiento (hierbas anuales y bienales, hierbas perennes, subarborescentes y arbustos). Se utiliza aquí el término nativa para aquellas especies pertenecientes a la flora de Uruguay y asilvestrada para las introducidas que se reproducen espontáneamente. Se analizaron dichas categorías para toda el área y para los distintos ambientes.

Se obtuvieron las frecuencias de ocurrencia de especies para toda el área y para cada zona ambiental definida a través de transectos con estaciones cada 20 m, donde se tomó el registro de ocurrencia en cada cuadrante de la especie más cercana al punto central (Mateucci & Colma 1982) (Fig. 1).

Se realizó un análisis de agrupamiento para verificar si la composición de especies en los ambientes observados es diferente entre sí, o si la mayoría de las especies son compartidas entre éstos, para lo cual se utilizó el Índice de Jaccard (Crisci & López-Armengol 1983; Moreno 2001; Murguía & Rojas 2001). Este coeficiente es adecuado para aplicar a datos cualitativos como presencia y ausencia, relacionando las especies comunes y las exclusivas de cada zona, midiendo cuán parecidos son los ambientes en términos de la composición florística (Field *et al.* 1982; Kent & Coker 1994). En tal sentido, se puede evaluar si las especies exclusivas diferencian los ambientes y/o las comunes los agrupan. También se realizó un análisis en base a la matriz de frecuencias de ocurrencia de especies por ambientes, utilizando en este caso el Índice de Bray-Curtis. Este coeficiente, además de ser adecuado para aplicar a datos cuantitativos, tiene en cuenta la frecuencia relativa de las especies, ponderando a las más usuales (Wolda 1981; Field *et al.* 1982; Kent & Coker 1994). De esta manera se puede determinar si las especies más frecuentes son similares para dichos ambientes. Ambos se calcularon en base a agrupamientos por la distancia mínima promedio entre especies y ambientes (Crisci & López-Armengol 1983; Kent & Coker 1994).

Para explorar la existencia de asociaciones de especies y su relación con los ambientes, así como la ocurrencia de gradientes ambientales, se realizó un análisis de correspondencia reteniendo dos factores (González López-Valcárcel 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Relevamiento florístico

Se encontraron 156 especies pertenecientes a 45 familias. Las familias más representadas fueron: Asteraceae (40 especies), Poaceae (22), Apiaceae y Cyperaceae (9 cada una) (Fig. 2). Asteraceae y Poaceae coinciden con las familias más representadas en los ambientes de pradera de Uruguay (Chebataroff 1960).

De la clasificación según el origen de las especies presentes, se observó un claro predominio en el número de las nativas con 120 especies sobre 39 asilvestradas. Con respecto al hábito de crecimiento, 78% del total de las especies nativas correspondió a plantas perennes,

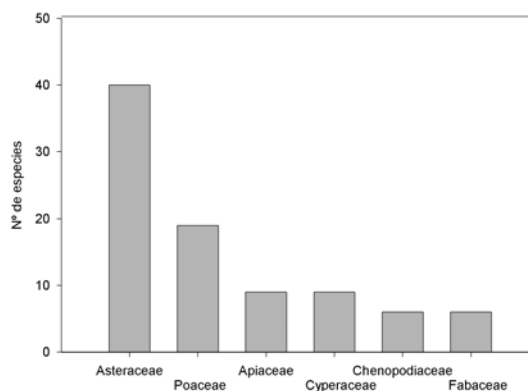


Figura 2. Familias con mayor cantidad de especies.

mientras que 22% fueron anuales o bienales. Una relación similar, aunque inversa, se observó con las especies asilvestradas. El número de anuales o bianuales representó 74%, mientras que 26% fueron perennes. No existen arbustos ni subarborescentes asilvestrados. La importancia de las especies anuales dentro de las plantas asilvestradas se debe a que muchas de ellas son plantas antropófilas, que se establecen en lugares modificados por el hombre. El ciclo de vida anual forma parte de una estrategia de tipo ruderal que incluye, además, un crecimiento rápido y gran producción de semillas. Esto les permite no solamente sobrevivir la estación desfavorable en forma de estructuras resistentes (semillas), sino también soportar el pastoreo, pisoteo y otros disturbios ligados a las actividades humanas.

La cantidad relativa de especies asilvestradas con respecto a las nativas fue mayor en campo elevado y bajos. Por el contrario, en rocas, dunas móviles y cordón dunar, la cantidad de especies nativas fue notoriamente mayor (Fig. 3). Campo elevado correspondió al ambiente más antropizado y fue donde se concentró el centro poblado y actividades de pastoreo por animales de granja. Además, el tipo de especies relevadas en esta zona revelaron dichos usos, ya que son leguminosas forrajeras asilvestradas como *Medicago sativa* y *M. polymorpha*.

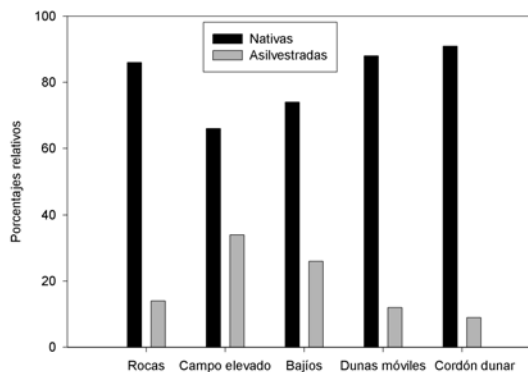


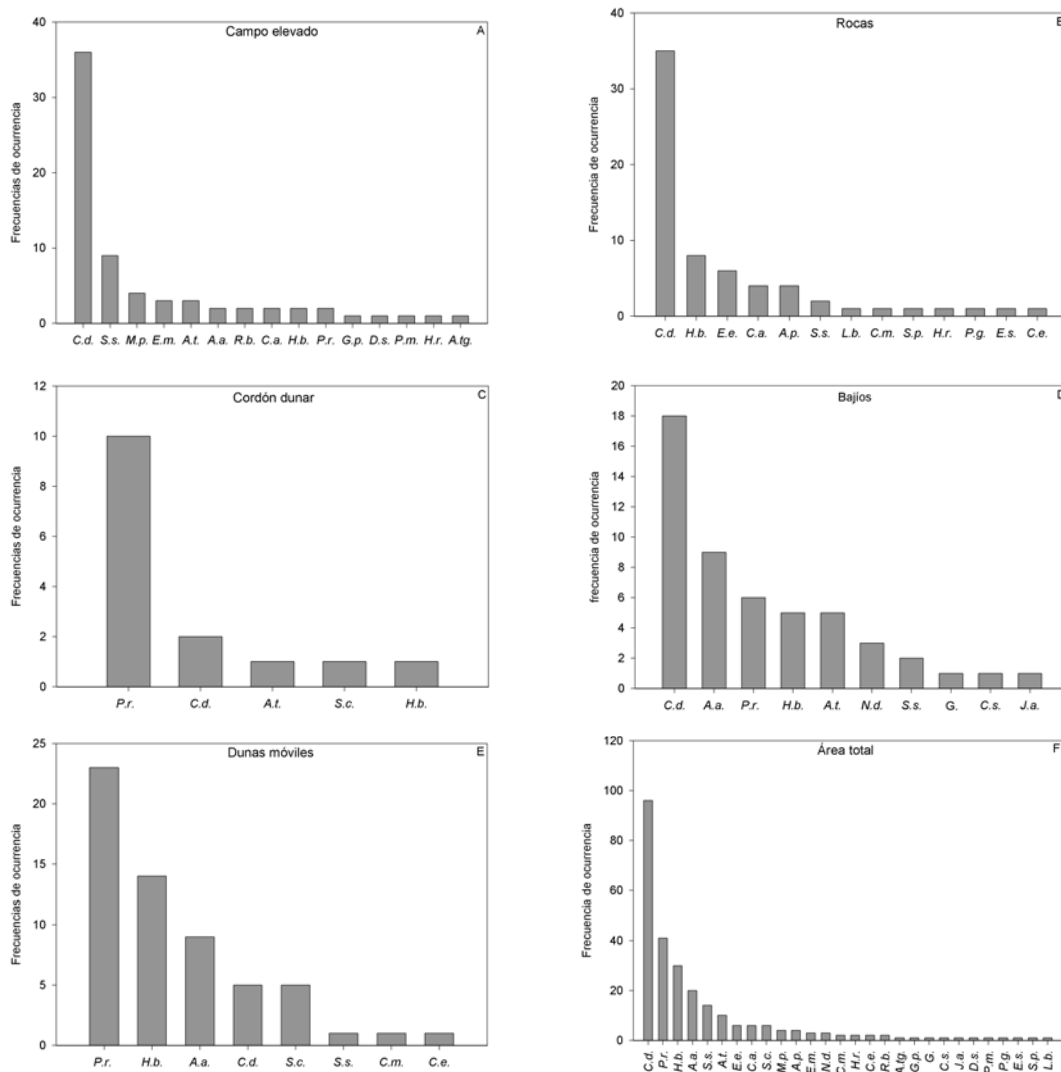
Figura 3. Gráfico de especies nativas y asilvestradas por ambientes.

Según el hábito de crecimiento, la presencia de 148 especies herbáceas, cinco arbustos y tres subarbustos, resultó en el predominio del tapiz herbáceo que caracterizó la fisonomía vegetal de la zona de estudio. Llama la atención la presencia de *Myrsine parvifolia* ("canelón") como único ejemplar arbóreo nativo en la zona de rocas.

### Frecuencia de las especies

La gramínea introducida *C. dactylon* resultó la especie más frecuente para campo elevado, rocas y bajíos, y también fue muy usual en dunas móviles y cordón dunar, lo que determinó la mayor ocurrencia para el área estudiada. Pero la especie que describió el paisaje de dunas móviles y cordón dunar fue el "pasto dibujante" (*Panicum racemosum*), una gramínea que conjuntamente con otras plantas de frecuencia intermedia (*Hydrocotyle bonariensis* y *Senecio crassiflorus*) conforman una asociación

de especies de características morfológicas y funcionales similares (Fig. 4). Estas especies se denominan formadoras de dunas ya que presentan varias adaptaciones que les permiten habitar este ambiente y adaptarse a su dinámica. Su hábito estolonífero o rizomatoso con crecimiento horizontal y vertical evita el enterramiento y acompaña el crecimiento con la formación de las dunas (Cordazzo & Davy 1997). Además, presentan mecanismos de regeneración vegetativa a través de los fragmentos rizomatosos (Cordazzo & Davy 1999). La vegetación costera es sumamente importante ya que al formar y crecer con las dunas, preserva así la integridad de la morfología de la costa, siendo por lo tanto fundamental para el control de la erosión y el efecto de las olas y tormentas (Chebataroff 1969; Seeliger 1992; Cordazzo & Seeliger 1995).



**Figura 4.** Frecuencia de las especies en los distintos ambientes y para el total del área. C.d.: *C. dactylon*, P.r.: *P. racemosum*, H.b.: *H. bonariensis*, A.a.: *A. arenarius*, S.s.: *S. secundatum*, A.t.: *A. tenuifolia*, E.e.: *E. elliptica*, C.a.: *C. asiatica*, S.c.: *S. crassiflorus*, M.p.: *M. polymorpha*, A.p.: *A. philoxeroides*, E.m.: *E. montevidensis*, N.d.: *N. diffusum*, C.m.: *C. megapotamicus*, H.r.: *H. radicata*, C.e.: *C. edulis*, R.b.: *R. brittoni*, A.tg.: *A. trigynum*, G.p.: *G. platensis*, G.: *Gamochaeta*, C.s.: *C. soldanella*, J.a.: *J. acutus*, D.s.: *D. sericea*, P.m.: *P. maritimus*, P.g.: *P. grandiflora*, E.s.: *E. serpens*, S.p.: *S. perennis*, L.b.: *L. brasiliense*.

Entre las especies de frecuencia intermedia y baja se encontraron otras que son habituales en la costa, asociadas a suelos arenosos (Fig. 4): *Ambrosia tenuifolia*, *Andropogon arenarius*, *Centella asiatica* y *Eclipta elliptica*. Otras de este tipo lo son para zonas inundables y cursos de agua ocasionales o permanentes: *Cyperus megapotamicus*, *Eleocharis montevidensis*, *Killinga vaginata*, *Noticastrum diffusum* y *Phyla reptans*.

Varias de las especies poco frecuentes fueron plantas halófilas que solo habitan en la punta rocosa: *Sarcocornia perennis*, *Limonium brasiliensis* y *Portulaca grandiflora* (Fig. 4). Éstas presentan adaptaciones morfológicas para regular y reducir altas concentraciones salinas, e.g. hojas suculentas, glándulas excretoras de sal y mecanismos de regulación osmótica (Chebataroff 1973).

En la zona estudiada existen también cañadas de agua dulce que surgen de afloramientos de la napa y desembocan en el mar. Aquí se registraron especies hidrófilas como *Azolla filiculoides*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Ludwigia peploides* ssp. *montevidensis*, además de otras plantas palustres y uliginosas. En sus alrededores aparecieron especies arbustivas y sufrutices tales como *Dodonaea viscosa*, *Cordia curassavica* y *Tessaria absinthioides*, además de algunos ejemplares cultivados de *Tamarix gallica*.

#### Asociaciones de especies

En el análisis de agrupamiento, el dendrograma del coeficiente de Jaccard reveló que todos los ambientes tienen especies que no son compartidas, mostrando diferencias en la composición con valores de similitud menores a 35%. Rocas, cordón dunar y dunas móviles se diferenciaron en 90%, mientras que campo elevado y bajíos compartieron más especies, quedando agrupados (Fig. 5). Cada ambiente presentó especies propias que no aparecieron en las otras zonas. *Blutaparon portulacoides*, *Salsola kali* y *Acicarpa obtusisepala* habitaron sólo en el cordón dunar, así como también las especies halófitas ya mencionadas para rocas, los tréboles forrajeros para campo elevado, y *Asclepias mellodora*, *Calycera crassifolia* y otras para dunas móviles.

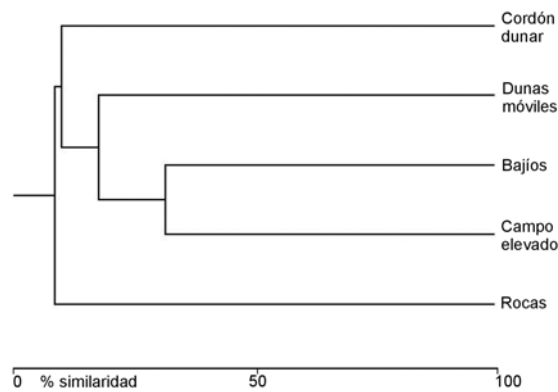


Figura 5. Dendrograma de agrupamiento (Índice de similitud de Jaccard).

El dendrograma que muestra el análisis de Bray-Curtis agrupó rocas y campo elevado en 62%, debido a la alta frecuencia de ocurrencia de *C. dactylon* (gramínea introducida) en ambas zonas (Fig. 6). Este resultado revela una consecuencia directa de la antropización, que junto al número relativo de especies nativas y asilvestradas mencionado anteriormente, evidencian para estas dos zonas el efecto de los usos y actividades humanas que se han realizado desde que comenzó a poblarse Cabo Polonio. Asimismo, el análisis agrupó a dunas móviles, bajíos y cordón dunar en otro cluster (24%), relacionando en mayor medida a los dos primeros (50%), y separando cordón dunar (35%). Sin embargo, estos resultados no concuerdan para las descripciones fisonómicas propuestas, donde bajíos constituye un humedal y dunas móviles presenta características distintivas. Sumado a esto, dunas móviles y cordón dunar constituyeron ambientes equivalentes donde el "pasto dibujante" (*P. racemosum*) predominó. Como ya se ha mencionado, el continuo movimiento del sustrato, las fluctuaciones de temperatura del suelo superficial, la baja retención de agua, la escasez de nutrientes y la abrasión producida por las arenas voladoras (Marchesi & Durán 1969; Durán 1985), crean un entorno en el cual se desarrollan las llamadas especies pioneras (Dillenburg *et al.* 1992). No obstante, las cuatro especies más frecuentes en los tres ambientes fueron compartidas, aunque con distintos valores en cada una de ellas. Como se pudo observar a través de las fotos aéreas disponibles (Servicio Geográfico Militar; vuelos de 1946, 1966, 1986 y 1998), bajíos se constituyó en una gran zona inundable (ocasional en verano y permanente en invierno), luego de la modificación que se produjo en el flujo de arenas voladoras, debido a las plantaciones forestales con pinos y acacias. Por tanto, la historia de esta zona proviene de un ambiente dunar que ha derivado en un humedal debido al descubrimiento superficial de la napa freática por falta de aportes arenosos y a la escorrentía.

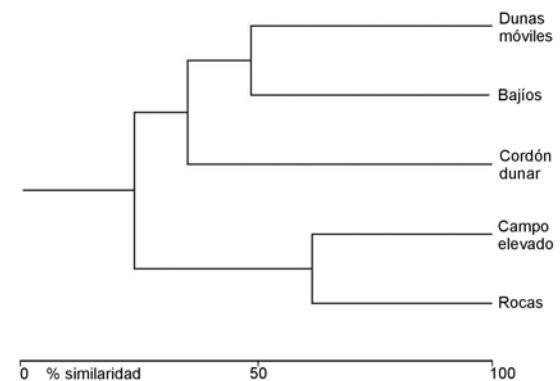


Figura 6. Dendrograma de agrupamiento (Índice de similitud de Bray-Curtis).



Por otra parte, la presencia de zonas bajas en los valles entre dunas con el mismo origen es parte del paisaje dunar, evidenciando la relación de similitud en la composición florística de ambas zonas.

El análisis de correspondencias reveló agrupaciones de especies asociadas a los ambientes (Fig. 7). Los dos primeros factores fueron de significancia, explicando 77.5% de la variabilidad, donde el factor 1 fue el que contribuyó mayormente con 51.5% y el factor 2 en menor medida con 26.1%. El factor 1 separó por un lado campo elevado y rocas, y por otro bajíos, dunas móviles y cordón dunar. Éstos dos últimos, estuvieron agrupados y asociados a especies pioneras psamófilas como *P. racemosum*, *S. crassiflorus* e *H. bonariensis*. También asociadas aparecieron *C. megapotaemicus* que suele habitar en arena húmeda y *Carpobrotus edulis*, una especie exótica que se utiliza popularmente para fijar las dunas, dada su rápida expansión y colonización. Bajíos se asoció con las especies *A. arenarius*, *Gamochoaeta* spp., *Calystegia soldanella*, *A. tenuifolia*, *N. diffusum* y *Juncus acutus*, siendo las tres primeras especies con afinidad al ambiente de dunas, mientras que las otras tres habitan suelos arenosos pero con permanencia de humedad, tal como se describe el ambiente de bajíos. Por otro lado, el factor 2 separó rocas de campo elevado, siendo estos ambientes los que explicaron la mayor variabilidad del factor. Rocas se asoció con las especies halófitas *L. brasiliense*, *S. perennis* y *B. portulacoides*, mientras que *Euphorbia serpens*, una especie ruderal, habitó clásicamente lugares pertur-

bados presentando una distribución más amplia. Asimismo, *C. asiatica* se asoció con rocas siendo ésta una especie común en la costa. Tanto *Hypochoeris radicata* como *C. dactylon* no contribuyeron en este eje a explicar la variabilidad de los datos. Especies como *Stenotaphrum secundatum*, *Androtrichum tryginum*, *Polypogon maritimus*, *Rynchospora brittoni*, *Gamochoaeta platensis* y *M. polymorpha* se asociaron con campo elevado. La gramínea *S. secundatum* y la leguminosa forrajera *M. polymorpha* fueron exclusivas de éste ambiente, mientras que las otras fueron registradas en otros ambientes como Bajíos, ya que suelen habitar sustratos con mayor humedad.

## CONCLUSIONES

El relevamiento florístico de Cabo Polonio mostró un sistema con una importante heterogeneidad espacial que determinó la presencia de 45 familias representadas a través de 156 especies. Los ambientes distinguidos presentaron una flora característica con excepción de dunas móviles y cordón dunar, los cuales se agruparon revelando similitudes en la composición y estructura de la vegetación con un grupo de especies asociadas típicamente psamófilas para ambos ambientes (*P. racemosum*, *S. crassiflorus* y otras). La zona de bajíos y otras áreas inundables se caracterizaron por comunidades palustres con presencia de cyperaceas y juncaceas. La zona de rocas, donde hay influencia directa del agua marina, estuvo caracterizada por especies halófilas (*S. perennis*, *L. brasiliense*), mientras que especies leguminosas

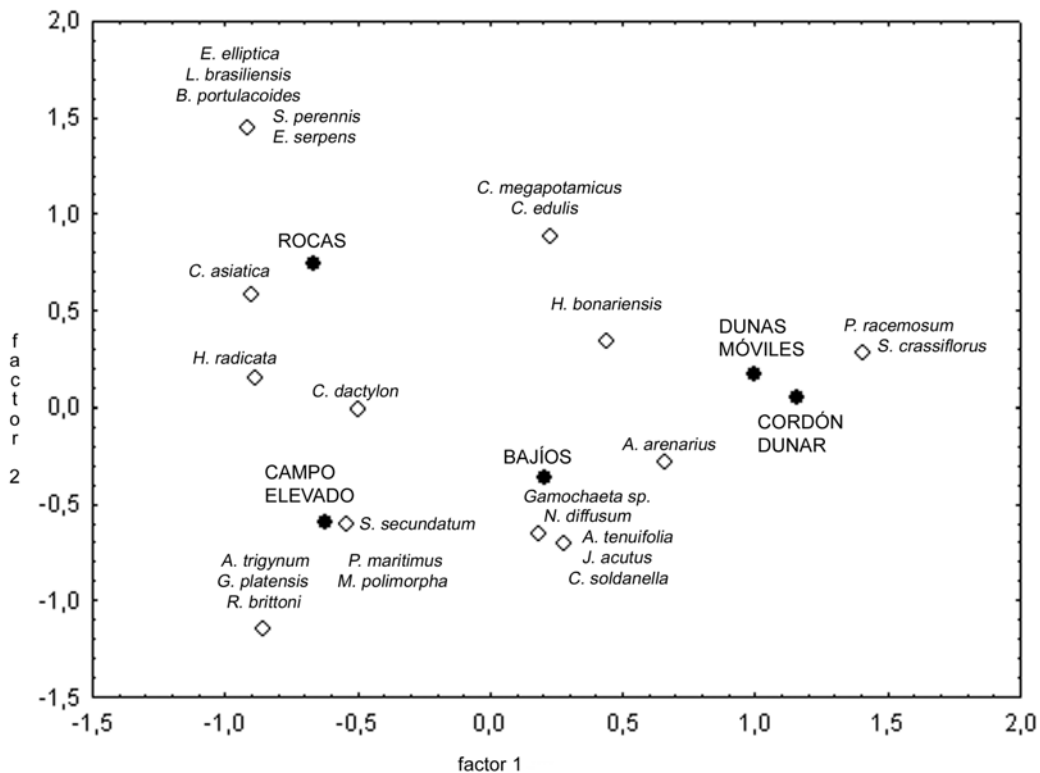


Figura 7. Gráfico del análisis de correspondencia para las especies y los ambientes.

forrajeras, gramíneas y también otras especies típicamente palustres se asociaron con campo elevado. Asociadas a cañadas permanentes que aparecen en el área también se encontraron especies hidrófilas (*R. nasturtium-aquaticum* y *L. peploides*).

La presencia de zonas con mayor disponibilidad de agua dulce en todos los ambientes crea condiciones para el establecimiento de especies palustres, aumentando la heterogeneidad ambiental y en consecuencia la riqueza específica del área. Además, estas zonas son importantes desde el punto de vista de la fauna asociada, ya que especies de anfibios y muchos invertebrados dependen directamente de ellas. Por otro lado, estas áreas cumplen una función ecosistémica importante, ya que constituyen sistemas naturales de purificación de las aguas residuales que se generan en el área por la comunidad habitante. El hecho de que estén presentes especies endémicas de la costa uruguaya (*A. obtusisepala*, *Senecio platensis*, *T. absinthioides*), de vegetación halófila característica de la zona de rocas, así como psamófilas e hidrófilas, deberá tenerse en cuenta para conservar y proteger los distintos elementos que conforman estas comunidades, tomando en cuenta la representatividad de las zonas ambientales reconocidas.

Entre las plantas con potencial invasor que están colonizando áreas importantes de Cabo Polonio se encuentran *C. edulis* "garra de león" y *C. dactylon* "pasto bermuda". Dado el gran poder colonizador de la especie introducida *C. edulis*, su presencia en el área de Cabo Polonio asociada a los ambientes dunas móviles y cordón dunar, constituye una amenaza para el ambiente natural de las dunas y su persistencia en el tiempo. Además, la manipulación por el hombre con fines específicos (para fijar el sedimento que rodea las construcciones) agrava la situación, ya que acelera su dispersión. Es recomendable explotar el valioso potencial de la flora psamófila nativa como estabilizador de dunas evitando la erosión.

Existen otras plantas que, siendo aún escasas, representan una amenaza importante por el probado comportamiento invasor que presentan en otras zonas de nuestra costa. Entre éstas últimas cabe mencionar las especies *A. longifolia*, *Canna* sp. y *Ricinus communis*. Otras plantas exóticas típicamente ruderales también se encuentran bastante extendidas, por ejemplo las leguminosas *M. polymorpha* ("trébol carretilla"), *M. lupulina* y *Melilotus indicus*.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Aspectos de la dinámica poblacional de las especies, como las tasas de colonización sobre sustratos removidos o perturbados entre especies nativas y asilvestradas, así como el estudio de aspectos reproductivos, serán importantes también a la hora de establecer prioridades de manejo y conservación. Asimismo, son aspectos muy importantes para implementar políticas de restauración, aplicables en otros lugares de la costa.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

A la hora de diseñar un plan de manejo y conservación para el área, será necesario tener en cuenta las diferencias fisonómicas a fin de contemplar la diversidad y heterogeneidad de ambientes. Campo elevado y la zona adyacente de rocas constituyeron la zonas más antropizadas, por lo que realizar el manejo y control de exóticas utilizadas en jardinería es muy importante para detener el deterioro del área. Dunas móviles y cordón dunar son las zonas más frágiles por dos motivos: su importante dinámica, donde las modificaciones pueden ser irreversibles, como en algunos casos observados en otros balnearios costeros, y por la presencia de especies con gran poder colonizador, donde su rápida expansión fija las dunas y modifica directamente la dinámica del sistema, hasta su desaparición. Si bien las características del uso de la tierra en Cabo Polonio han permitido una relativa conservación de la vegetación natural del lugar, especialmente si se lo compara con otros pueblos balnearios loteados de la costa uruguaya, ésta se encuentra amenazada, entre otros factores por la proliferación de plantas exóticas asilvestradas y otras utilizadas en jardines personales de características invasoras. No obstante, la gran mayoría de especies asilvestradas de hábito anual permiten un manejo con ciertos beneficios a la hora de controlarlas.

La pérdida de biodiversidad, conjuntamente con la erosión de la faja costera, trae como consecuencia una disminución progresiva de la calidad del ambiente, acompañada de un deterioro de las posibilidades turísticas. Éste y otros aspectos de conservación deberán ser tratados para llevar a cabo una propuesta de gestión costera, ya que el turismo ha sido la actividad con mayor desarrollo para la zona en los últimos 30 años. Panario *et al.* (1992) realizaron una propuesta de manejo para la zona, donde se tratan estos temas (capacidad de carga de personas y vehículos, extracción de cultivo forestal alóctono, conservación de la biota, etc.).

El respeto de las especies nativas que habitan la costa, conjuntamente con el control del uso y expansión de las especies exóticas, son de suma importancia para la conservación de la biodiversidad y la protección de la erosión de la faja costera, ya que aseguran la preservación de la calidad ambiental y los recursos naturales que ella ofrece, entre los que cuentan sus playas, los afloramientos y reservorios de agua dulce y el propio paisaje.

#### REFERENCIAS

- Alonso Paz E & MJ Bassagoda 1999 Los bosques y los matorrales psamófilos en el litoral platense y atlántico del Uruguay. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 113:1-12
- Bossi J Ferrando L Montaña J Campal N Morales H Gancio F Schipilov A Piñeyro D & P Sprechmann 1998 Carta geológica del Uruguay a escala 1/500.000 versión 1.0. Geoeditores S.R.L., Montevideo
- Cabrera AL 1953 Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires. Acme, Buenos Aires. 589 pp

- Cabrera AL & RM Klein** 1975 Compostas. Tribo: Senecioneae. Pp 125-222 *In*: Reitz (ed) Flora Ilustrada Catarinense. Imprenta Oficial Do Estado de Santa Catarina S.A., Itajaí
- Campo J Bacigalupe A Costa B & G Pistone** 1999 Conservación y restauración del matorral psamófilo. Documentos de Trabajo. PROBIDES 20: 27 pp. Rocha
- Carrere R** 1990 Desarrollo forestal y medio ambiente en el Uruguay. 2. El bosque natural uruguayo: caracterización general y estudios de caso. Pp 33-38. CIEDUR, Montevideo
- Chebataroff J** 1952 Vegetación de los suelos salinos. Revista Uruguaya de Geografía 6:71-100
- Chebataroff J** 1960 Algunos aspectos evolutivos de la vegetación de la provincia fitogeográfica Uruguayense. Apartado de Revista Nacional 201:1-18
- Chebataroff J** 1969 Rasgos fitogeográficos del Uruguay. Geografía de la vida. Nuestra Tierra 40:27-28. Montevideo
- Chebataroff J** 1973 Ambientes salinos y su vegetación. Facultad de Humanidades y Ciencias 5:1-36. Montevideo
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1997 Effects of temperature and light on seed germination in the dune-building grass *Panicum racemosum* Spreng. Atlántica 19:87-97. Rio Grande
- Cordazzo CV & AJ Davy** 1999 Vegetative regeneration of *Panicum racemosum* from rhizome fragments on southern Brazilian coastal dunes. Journal of Coastal Research (2)15: 520-525
- Cordazzo CV & U Seeliger** 1995 Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil. FURG, Rio Grande. 275 pp
- Crisci JV & MF López Armengol** 1983 Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA, Washington D.C. 132 pp
- D'Antoni HL** 1974 Espectro polínico de un paleosuelo del Cabo Polonio (R.O.U.). Pp 93-113 *In*: Anales del III Congreso Nacional de Arqueología (Montevideo, 31 de octubre-3 de noviembre de 1974)
- Delfino L & S Masciadri** 2005 Relevamiento florístico en el Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. Iheringia (Série Botánica) 60(2):119-128. Porto Alegre
- Delfino L Masciadri S & E Figueredo** 2005 Registro de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) en bosques psamófilos de la costa atlántica de Rocha, Uruguay. Iheringia (Série Botánica) 60(2):129-133. Porto Alegre
- Dillenburg LR Waechter JL & ML Porto** 1992 Species composition and structure of a sandy coastal plain forest in northern Rio Grande do Sul, Brasil. Pp 349-366 *In*: Seeliger (ed) Coastal plants communities of Latin America. Academic Press, San Diego
- Dimitri MJ** 1978 Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería v.1. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. 651 pp
- Dimitri MJ** 1980 Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería v.2. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. 1100 pp
- Durán A** 1985 Los suelos del Uruguay. Hemisferio Sur, Montevideo. 398 pp
- Field JG Clarke KR & RM Warwick** 1982 A practical strategy to analyze multispecific distributional patterns. Marine Ecology Progress Series 8:37-52
- González López-Valcárcel B** 1991 Análisis multivariante. Aplicación al ámbito sanitario. SG, Barcelona. 247 pp
- Izquierre P & R Beyhaut** 1998 Las Leguminosas en Uruguay y regiones vecinas. Parte 1, Papilionoideae. Hemisferio Sur, Montevideo. 549 pp
- Kent M & P Coker** 1994 Vegetation description and analysis. A practical approach. John Wiley & Sons, England. 363 pp
- Legrand CD** 1959 Comunidades psamófilas de la región de Carrasco (Uruguay). Anales del Museo de Historia Natural 7:1-75
- Lombardo A** 1982 Flora Montevidensis. Servicio Publicaciones y Prensa IMM, Montevideo. 316 pp
- Lombardo A** 1983 Flora Montevidensis. Servicio Publicaciones y Prensa IMM, Montevideo. 347 pp
- Lombardo A** 1984 Flora Montevidensis, Monocotiledóneas. Servicio Publicaciones y Prensa IMM, Montevideo. 465 pp
- Marchesi E & A Durán** 1969 Suelos del Uruguay. Nuestra Tierra 18:24-28. Montevideo
- Marzocca A Marisco OJ & O Del Puerto** 1979 Manual de Malezas. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 564 pp
- Mateucci S & A Colma** 1982 Metodología para el estudio de la vegetación, OEA, Washington D.C. 167 pp
- Moreno C** 2001 Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Gorfi SA, Zaragoza. 84 pp
- Murguía M & F Rojas** 2001 Biogeografía cuantitativa. Pp 39-47 *In*: Bousquets & Morrone (eds) Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones. UNAM, México
- Panario D de Álava D Fernández G Gutiérrez O & C Céspedes** 1992 Propuesta de manejo para área protegida Cabo Polonio - Monumento de costa oceánica- Cat. III UICN (Incluida en la Comisión de Ramsar). UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo. 66 pp
- Panario D Pineiro G de Álava D Fernández G Gutiérrez O & C Céspedes** 1993 Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. UNCIEP-Facultad de Ciencias, Montevideo (Inédito)
- Rosengurt B Arrillaga De Maffei B & P Izquierre de Artucio** 1970 Gramíneas Uruguayas. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo
- Sánchez-Monge E & E Parellada** 1981 Diccionario de Plantas Agrícolas. Publicaciones Agronómicas del Ministerio de Agricultura, Montevideo. 467 pp
- Seeliger U** 1992 Coastal foredunes of southern Brazil: Physiography, habitats and vegetation. Pp 367-381 *In*: Seeliger (ed) Coastal plants communities of Latin America. Academic Press, San Diego
- Wolda H** 1981 Similarity Indices, Sample Size and Diversity. Oecologia 30:296-302
- Zuloaga FO & O Morrone (eds)** 1996 Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledoneae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. 323 pp
- Zuloaga FO & O Morrone (eds)** 1999a Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. Dicotyledoneae: Acanthaceae - Euphorbiaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. 621 pp
- Zuloaga FO & O Morrone (eds)** 1999b Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. Dicotyledoneae: Fabaceae-Zygophyllaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Pp. 621-1269

## Estructura y regeneración del Bosque de Ombúes (*Phytolacca dioica*) de la Laguna de Castillos (Rocha, Uruguay)

MARÍA GABRIELA RODRÍGUEZ-GALLEGO

gabrieladeaguasdulces@hotmail.com



### RESUMEN

El Bosque de Ombúes es una formación en galería de 22 km de largo que rodea la Laguna de Castillos, del cual 240 m pertenecen al "Refugio de Fauna Laguna de Castillos". Como parte de las medidas de protección tomadas al iniciarse la gestión de dicha área protegida, en 1991 se retiró el ganado para intentar así la regeneración natural del bosque. El presente estudio es una comparación cuali-cuantitativa de la composición florística del bosque antes y nueve años después del retiro del ganado y busca comprender la dinámica de esta comunidad a través del estudio de su estructura y sus posibles modelos de regeneración. Se realizó un censo de la comunidad arbórea de los individuos mayores de 5 cm de diámetro de dicho predio. Luego de la exclusión ganadera, la comunidad arbórea aumentó su riqueza específica. La estructura estuvo constituida por las especies co-dominantes ombú (*Phytolacca dioica*) y coronilla (*Scutia buxifolia*) las cuales no presentaron regeneración y por especies tolerantes a la sombra que sí la presentaron. El ombú podría ser la especie colonizadora de dicha comunidad y la que condiciona la distribución de los renovales de las especies tolerantes a la sombra. Su modelo de regeneración dependería de disturbios exógenos en el bosque. Los individuos de esta especie podrían considerarse organismos ingenieros autogénicos del ecosistema, los que iniciarían procesos endógenos para la formación y continuación de esta comunidad vegetal. La dinámica natural de este bosque habría sido modificada principalmente por disturbios antrópicos.

**Palabras clave:** bosque nativo, regeneración, exclusión ganadera, *Scutia buxifolia*

### ABSTRACT

The "Bosque de Ombúes" (Ombu forest) is a formation in gallery of 22 km in length that surrounds Laguna de Castillos, of which 240 m belong to the Fauna Refuge of Laguna de Castillos. As part of the measures of protection taken at the beginning of the management of this protected area, in 1991 the cattle were removed in order to attempt the natural regeneration of the forest. The present study is a quali-quantitative comparison of the floristic composition of the forest before and nine years after cattle exclusion and attempts to understand the dynamics of this community by studying its structure and its possible models of regeneration. A census was carried out of the individuals, from the arboreal community, greater than 5 cm in diameter. After cattle exclusion, the arboreal community increased its specific richness. The structure was constituted by the co-dominant species ombu (*Phytolacca dioica*) and coronilla (*Scutia buxifolia*), which did not display regeneration, and by species tolerant to shade that did display regeneration. The ombu could be the colonizing species of this community and the one that sets the conditions for the distribution of the seedlings of species tolerant to the shade. Its model of regeneration could depend on exogenous disturbances in the forest. The individuals of this species could be considered the autogenic engineer organisms of the ecosystem, those that would initiate endogenous processes for the formation and continuation of this plant community. The natural dynamics of this forest has been modified mainly by anthropogenic disturbances.

**Key words:** native forest, regeneration, cattle exclusion, *Scutia buxifolia*

### INTRODUCCIÓN

"Los ombúes han dado que hablar a los historiadores, poetas y científicos...han constituido un gran valor estético por siglos, siendo considerados casi sinónimos de la región Pampeana. ...Muchos rioplatenses se han planteado interrogantes sobre el ombú, incluso llegó a ponerse en duda que fuera perteneciente a la flora nativa, ya que en los siglos XVIII y XIX fueron llevados para ser plantados en plazas de España (siendo conocidos allí con el nombre de "bella sombra") y otros países..." (Aníbal Barrios, Especial para el diario "El Día", año desconocido). En 1843 se escribió el poema "Martín Fierro" en el cual se habla del ombú. El mencionado poema

ha influido a tal punto, que la gente considera a esta especie (*Phytolacca dioica*) como un habitante propio de las praderas y solitario, lo que no parece cumplirse para el caso de los ejemplares de crecimiento espontáneo, tales como los de este estudio.

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) es propietario de una porción de 240 m de largo de bosque de ombúes en la orilla S de la Laguna de Castillos. Oficialmente, dicho predio es parte del "Refugio de Fauna Laguna de Castillos", el cual abarca la totalidad de la Laguna (Decreto 266/966). Como parte de las medidas de protección tomadas al iniciarse la gestión de dicha área protegida, en 1991 se retiró el gana-

do para intentar así la regeneración espontánea del bosque natural. Al comienzo de la gestión, el monte se encontraba muy deteriorado ya que el ganado lo utilizaba como abrigo, hecho que se observa actualmente en el monte aledaño sin exclusión ganadera. El deterioro se ve acentuado por la gran extensión de los potreros respecto a la pequeña superficie de bosque.

Pese a su reducido tamaño, el área de estudio ha demostrado tener gran valor turístico y es conocido popularmente como el Bosque de Ombúes. Casi desconocido hace 10 años, ha pasado a ser uno de los íconos turísticos del Dpto. de Rocha. La urgente necesidad de generar información ecológica para fundamentar científicamente las medidas de manejo, así como el interés que presenta el público visitante sobre dicha comunidad destacan la relevancia del presente estudio. El objetivo del trabajo es una comparación cuali-cuantitativa de la composición florística del monte antes y nueve años después del retiro del ganado y busca comprender la dinámica de esta comunidad. Para esto se realizó un censo de toda la comunidad arbórea del predio antes y nueve años después de la exclusión del ganado ya que la superficie así lo permitía. La hipótesis general fue que la comunidad vegetal del Bosque de Ombúes no se encontraba en estado estacionario debido a la falta de regeneración causada por la actividad ganadera, y que luego de la exclusión la regeneración conduciría a un cambio en estructura y dinámica del monte, dependiendo esto del modelo de regeneración que presenten la o las especies dominantes del dosel.

#### Estudios de estructura y regeneración de bosques

En este tipo de estudios es necesario conocer la estructura de la comunidad vegetal a lo largo de un tiempo específico (Veblen *et al.* 1980) y los modelos espaciales que pueden elucidar el pasado y la presente regeneración (Lusk & Ogden 1992). El concepto de estructura de una comunidad vegetal es relativamente vago debido a que adquiere diversos significados según los objetivos de investigación. A pesar de éste contexto el concepto de estructura es utilizado cuando un fenómeno se presenta de manera no errática, o sea cuando permite su predicción y extrapolación (Méndez *et al.* 1988). En la presente investigación se determinó la estructura a partir de la distribución numérica de las clases diamétricas de las especies arbóreas dominantes (estructura horizontal), haciendo énfasis en la regeneración y su distribución, tal como lo hicieron Veblen *et al.* (1980), Veblen & Stewart (1982) y Lusk & Ogden (1992). Las especies dominantes son las emergentes pertenecientes al dosel (Veblen *et al.* 1980).

La estabilidad de la composición de especies y de la estructura de un bosque depende del balance entre los nuevos individuos y la pérdida de individuos por muerte, y es conocida como estado estacionario. Esto sucede en bosques donde no existen actividades humanas o grandes disturbios naturales (Veblen *et al.* 1980). En otros casos existe un estado relativamente estable en el cual el cambio de composición de la especie dominante es rela-

tivamente rápido y direccional (Veblen *et al.* 1980). Un examen detallado de la estructura por tamaños de los troncos y su distribución permitirían conocer la evolución de la regeneración del bosque (Lusk & Odgen 1992). En cuanto a la regeneración se pueden identificar tres tipos de modelos (Veblen & Stewart 1980; Lusk & Odgen 1992):

a) Regeneración catastrófica: cuando se establece una población rápidamente luego de un disturbio masivo (e.g. incendios, erupciones, aludes, inundaciones). En este caso se verá reflejado por una discontinuidad en la estructura por edad (en el presente caso será discontinuidad en el tamaño), quedando un extenso espacio con árboles de igual tamaño;

b) Regeneración gap-phase: cuando se abre un espacio en el bosque por la caída de grandes árboles dejando un pequeño parche con árboles de igual tamaño y generando una estructura discontinua a pequeña escala; y

c) Regeneración continua: se refiere al crecimiento de especies bajo la sombra de los grandes árboles, donde ocurre un reemplazo continuo de los viejos árboles y existe un continuo de tamaños desde los renuevos hasta los adultos.

El estudio de la regeneración de las especies de una comunidad afronta dos importantes problemas. Uno es que el tamaño del área de estudio suele ser menor del 0.1% del área del bosque, mientras que el segundo se presenta cuando se investiga la regeneración a través del muestreo de sitios diferentes. Este último se debe a que: 1) la composición y estructura deriva de un pool de datos que difieren en atributos (e.g. densidad y edad) de los distintos sitios; 2) la historia de los disturbios afecta a cada sitio muestreado de manera diferente; y 3) se asume que existe una relación entre el tamaño del tronco y la edad, aunque las diferencias de suelo, altitudes y otros factores invalidan esta relación (Stewart & Veblen 1982).

#### ÁREA DE ESTUDIO

El Bosque de Ombúes se ubica en la costa de la Laguna de Castillos (34°15'S, 54°45'W) al W de la naciente del Arroyo Valizas, en el Dpto. de Rocha y se extiende por casi 22 km de los 49 km de costa que tiene la laguna (Fig. 1). La superficie estudiada estuvo exenta de pastoreo durante el período 1991-2000.

La precipitación media anual del área entre 1961 y 1990 fue de 1000.7 mm y la temperatura media anual de 16 °C, con una mínima mensual en julio de 10.9 °C y una máxima en enero de 21.7 °C. La Laguna de Castillos se formó a partir de una fosa en un zócalo cristalino que experimentó un hundimiento de unas decenas de metros durante el período Cuaternario. El espesor de sedimentos aumenta hacia el SW, donde se desarrollan los principales bañados, rodeados por depósitos cuaternarios de la Formación Dolores y coluviones limno-gravillosos anteriores. Geomorfológicamente, el Bosque de Ombúes se ubica en un cordón litoral arenoso del Holoceno (PROBIDES 1996).

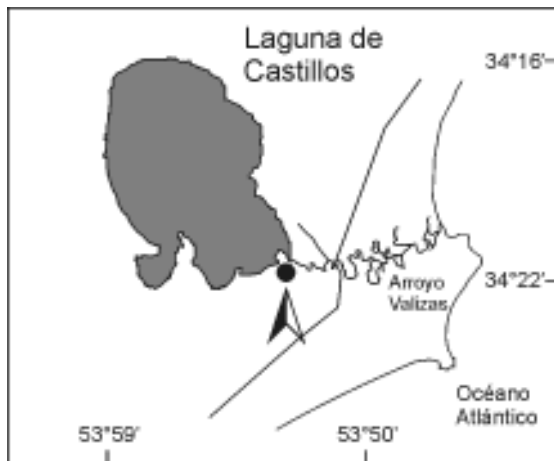


Figura 1. Mapa señalando la ubicación del área de estudio.

Dicho bosque se ha deteriorado considerablemente debido al disturbio generado por el ganado que lo utiliza como abrigo. El ombú constituye la especie más conspicua debido a su diámetro basal y al amplio dosel que desarrolla, dando así el nombre de Bosque de Ombúes. Esta es una especie decidua que forma un dosel muy abundante y homogéneo durante la primavera y el verano, mientras que en las estaciones de otoño e invierno la pérdida de las hojas permite que el sol incida directamente sobre las restantes especies arbóreas.

#### METODOLOGÍA

En 1991 fue mapeada la totalidad de la comunidad arbórea del predio del MGAP, el cual presenta una superficie de 17840 m<sup>2</sup> (ancho variable entre 50 y 80 m y 240 m de largo). Para facilitar el mapeo el área fue dividida en seis cuadrículas de 40 m de largo, mientras que el ancho coincidió con el límite natural del bosque. Todos los individuos fueron ubicados siguiendo la referencia de las coordenadas X e Y, donde X constituye la dirección del alambrado limítrofe e Y la orientación del bosque. Para el seguimiento de los rumbos se utilizó una brújula.

En el año 2000, nueve años después de haberse retirado el ganado, la comunidad arbórea fue nuevamente mapeada, registrándose la ubicación espacial de los individuos y su área basal. El área basal expresa el espacio real ocupado por el vástago o tronco (Matteucci & Colma 1982). Todos los árboles con un área basal mayor a 5 cm de diámetro y 1 m de altura fueron cartografiados. Estas medidas fueron elegidas como cota mínima debido a que las especies se caracterizan por presentar ramificaciones próximas al suelo y suelen no tener un fuste principal. En los adultos el diámetro fue medido a la altura de 1.30 m y en los árboles que tenían más de un fuste principal se seleccionó el de mayor área basal (DAP). En el caso del ombú el área basal fue medida en forma arbitraria a la altura de la rodilla (40 cm) debido a la irregularidad del tronco. Para las mediciones se utilizó una cinta diamétrica.

También se registró la altura de los estratos del bosque. Estas fueron estimadas en forma visual y solo se tomaron en cuenta las especies arbóreas más abundantes, siguiendo la metodología de Méndez *et al.* (1988). Los resultados de esta información fueron plasmados en un diagrama de perfil fisionómico-estructural para el año 2000 (Matteucci & Colma 1982).

Con los datos registrados se calcularon los siguientes parámetros estructurales: riqueza específica, abundancia o número de individuos en el total del área. El reclutamiento después de la exclusión de la ganadería se determinó clasificando a los individuos muestreados en dos categorías de tamaño (á y β). De acuerdo a su área basal, la clase á incluye a los individuos con diámetro entre 5 y 10 cm, mientras que la clase β a los mayores a 10 cm. La distribución de las especies en un gradiente ambiental se determinó realizando una subdivisión longitudinal del predio en tres zonas de igual ancho y largo, desde el borde del monte con la pradera hasta el borde del bosque con la laguna (P, pradera; C, centro y L, laguna): las zonas P y L son más bajas y sus suelos están saturados de agua varios meses al año.

Para determinar los modelos de regeneración de *P. dioica* y *Scutia buxifolia* (coronilla) y determinar si existen asociaciones o interrelaciones para su distribución según tamaño y ordenamiento en el espacio, la clase β fue subdividida en cuatro subclases diamétricas.

Para *S. buxifolia* las subclases diamétricas fueron: I=10<DAP=25; II=25<DAP=40; III= 40< DAP=55 y IV= 55<DAP. Para *P. dioica* fueron: I=10<DAP=100; II=100< DAP=200; III=200<DAP=300 y IV=300<DAP.

Dado el carácter dioico de *P. dioica* se consideró interesante analizar si el sexo de los árboles incidía de alguna manera en su distribución en la comunidad y en su tamaño. El período de floración-fructificación se aprovechó para determinar el sexo de los ejemplares. Los datos recogidos en 1991 y 2000 se compararon gráficamente en función de las abundancias según las clases diamétricas. Además, se relacionaron la magnitud del área basal y la cantidad de individuos para determinar crecimientos para las clases diamétricas de las diferentes especies.

Para determinar el posible rol que cumplen estas dos especies en la regeneración del bosque se compararon las cinco especies más abundantes según sus tamaños diamétricos y sus abundancias para las tres zonas. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante la prueba de  $\chi^2$ .

#### RESULTADOS

Previo a la exclusión ganadera la cobertura del suelo era muy escasa. Existían parches monoespecíficos de *Cynodon dactylon* (pasto bermuda, exótico) muy raleado por el ganado y donde el ganado no tenía acceso debido a la densidad de las enredaderas. Se observaban parches principalmente de *Oplismenus hirtellus* y *Carex* sp. El sotobosque estaba representado por unos pocos individuos raleados, casi todos ellos *Daphnopsis racemosa*

(envira). Las especies arbóreas estaban únicamente representadas por individuos maduros ya que los rebrotes eran rápidamente comidos o quebrados por el ganado.

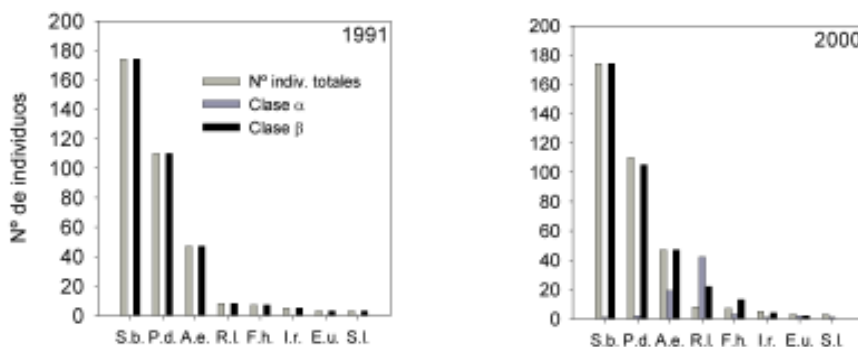
La clausura ganadera en 2000 permitió la regeneración de todas las especies de arbustos y árboles que se habían identificado en el año 1991, con excepción del arbusto *D. racemosa* que se halla en retroceso. Además, *C. dactylon* disminuyó su cobertura, cediendo espacio a otras especies de hierbas, excepto en los sitios donde el sol incide directamente. Es importante resaltar que el suelo, salvo en lugares muy sombríos, se cubrió totalmente de vegetación, resaltando el aumento de arbustos que junto a las enredaderas y los renuevos de las especies arbóreas generaron un espeso sotobosque que en muchos lugares forman un continuo hasta el estrato superior del bosque.

La comunidad arbórea del Bosque de Ombúes presentó a lo largo de nueve años de exclusión de ganado un aumento en la riqueza específica arbórea (de ocho especies a 10) (Tabla 1) y un aumento notorio en el número de renuevos, principalmente para tres de las cinco especies más abundantes (Fig. 2). Dicha comunidad se caracteriza por tener un estrato superior compuesto únicamente por *P. dioica*, seguido de un estrato medio dominado por *Scutia buxifolia* (Fig. 3).

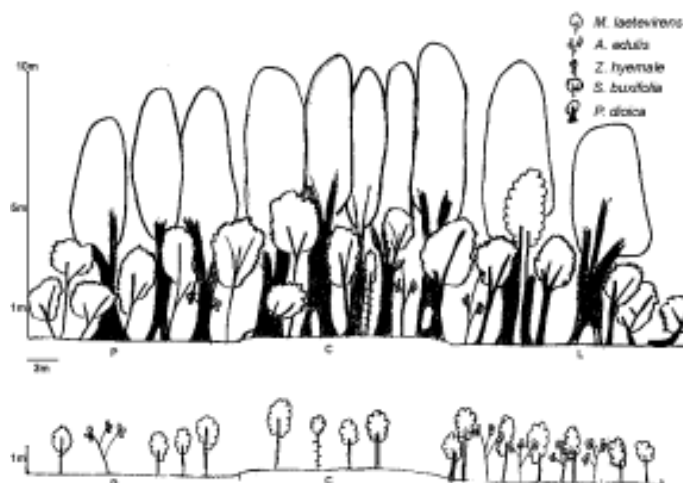
*Phytolacca dioica* presenta la mayor área basal de todas las especies presentes (Fig. 4), es la segunda especie en abundancia y en regeneración, luego de retirado el ganado, estuvo determinada por únicamente dos individuos (Fig. 2).

**Tabla 1.** Riqueza específica de las especies arbóreas en 1991, en negrita se marcan las especies nuevas registradas en el estudio del año 2000.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Ombú	<i>Phytolacca dioica</i>	Phytolaccaceae
2	Coronilla	<i>Scutia buxifolia</i>	Ramnaceae
3	Canelón	<i>Myrsine laetevirens</i>	Myrsinaceae
4	Tembetari	<i>Zanthoxylum hyemale</i>	Rutaceae
5	Guayabo blanco	<i>Eugenia uruguayensis</i>	Myrtaceae
6	Sombra de toro	<i>Iodina rhombifolia</i>	Santalaceae
7	<b>Arrayán</b>	<b><i>Blepharocalyx salicifolius</i></b>	<b>Myrtaceae</b>
8	Molle	<i>Schinus longifolius</i>	Ancardiaceae
9	Chalchal	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae
10	<b>Butiá</b>	<b><i>Butia capitata</i></b>	<b>Palmae</b>



**Figura 2.** Abundancia específica total y para las clases diamétricas α y β en 1991 y 2000. A. e. *Allophylus edulis*; E.u. *Eugenia uruguayensis*; Z.h. *Zanthoxylum hyemale*; I.r. *Iodina rhombifolia*; P.d.: *Phytolacca dioica*; M.l. *Myrsine laetevirens*; S.l. *Schinus longifolius*; S.b. *Scutia buxifolia*



**Figura 3.** Diagrama de perfil para la clase diamétrica α (abajo) y β (arriba).

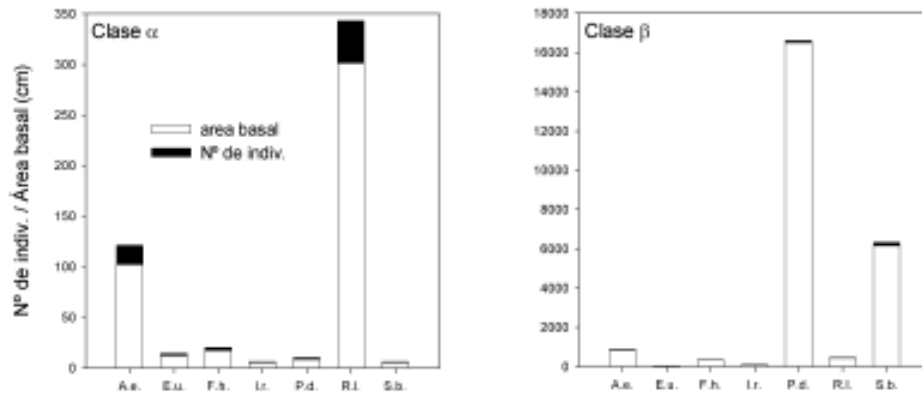


Figura 4. Área basal y número de individuos por especie para las clases diamétricas α y β.

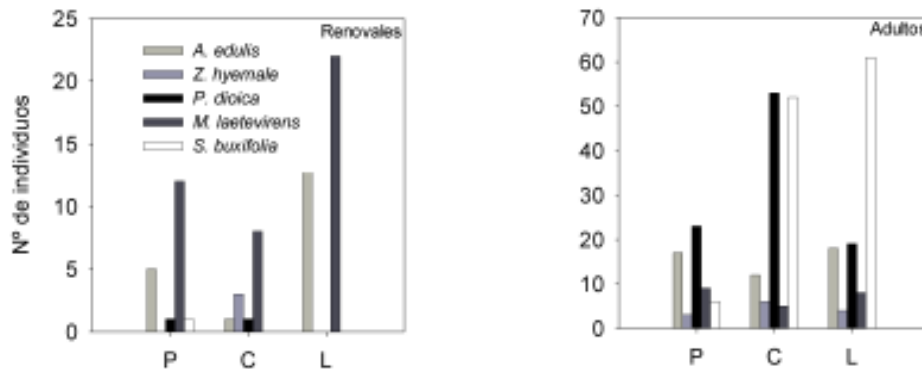


Figura 5. Distribución de los individuos de cada especie por clase diamétrica en las tres parcelas P, C y L.

Esta especie presentó un patrón de distribución espacial agregado (Tabla 3). La distribución por zonas de los individuos de la clase β sugiere que *P. dioica* está condicionada por algún factor ambiental ( $\chi^2=16.4$   $p<0.01$ ), dado que el 21.9% se encuentra en la zona P, el 50.4% en la zona C y el 18% en la zona L. Dicho patrón no fue observado para las restantes especies (Fig. 5).

La relación entre las subclases diamétricas y la cantidad de individuos para ambos sexos indicó que la distribución no es al azar (Fig. 6) para individuos femeninos ( $\chi^2=6.8$   $p<0.05$ ) ni masculinos ( $\chi^2=9.43$   $p<0.01$ ), siendo los machos más abundantes para las clases diamétricas mayores. La subclase I no se tomó en cuenta por falta de individuos. La distribución de los individuos tanto femeninos como masculinos para las tres zonas no es al azar ( $\chi^2=10.98$   $p<0.02$  y  $\chi^2=12.43$   $p<0.01$ , respectivamente), siendo más abundantes ambos sexos en la zona central (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los individuos de *P. dioica* en tres zonas y por sexo.

Sexo	Zonas		
	P	C	L
macho	10	25	9
hembra	14	30	10

*Scutia buxifolia* presentó la abundancia más alta del bosque (casi el doble de individuos que *P. dioica*), siendo la segunda especie en área basal (Figs. 2 y 4). La regeneración luego de la exclusión ganadera estuvo representada solamente por un individuo. El patrón espacial fue aleatorio (Tabla 3).

La distribución de las subclases diamétricas de *P. dioica* y *S. buxifolia* en las tres zonas del bosque indica que para la primera existe una discontinuidad con respecto a los tamaños de los troncos ya que para la subclase I solo presenta dos individuos que se hallan en la zona L. La situación de *S. buxifolia* es diferente; la subclase I registró la mayor cantidad de individuos y la mayoría se hallan en la zona P. Para ambas especies, el número de individuos disminuye a medida que aumenta el diámetro de los troncos a partir de la subclase diamétrica II. La mayor cantidad de individuos de las subclases II y III de *P. dioica* se ubican en la zona L. Contrariamente, para *S. buxifolia* los individuos de la subclase II se distribuyen homogéneamente en las tres zonas y en la subclase III aumentan de la zona P a la L. Para la subclase IV, ambas especies presentan individuos en las zonas C y L, siendo *P. dioica* más abundante en C y *S. buxifolia* en L (Fig. 7).

Las especies tolerantes de la sombra ubicadas en orden decreciente con respecto a la abundancia y área basal (Fig. 2 y 4) para ambos períodos de estudio fueron:



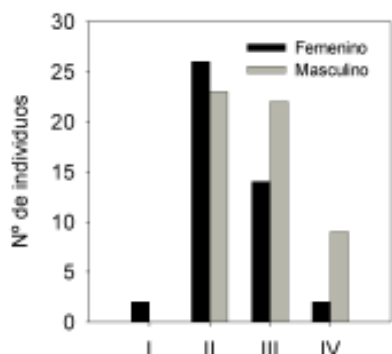


Figura 6. Distribución de los individuos en las subclases diamétricas según el sexo de *P. dioica*.

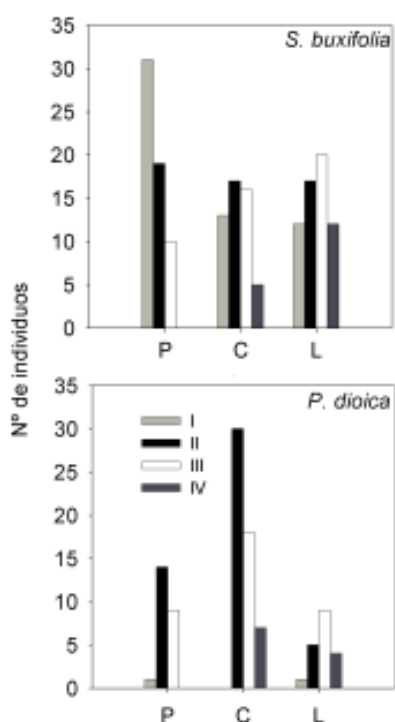


Figura 7. Gráfica de distribución de los individuos de *S. buxifolia* y de *P. dioica* según sus clases diamétricas para las tres zonas del bosque.

*A. edulis*, *M. laetevirens*, *Z. hyemale*, *I. rhombifolia*, *E. uruguayensis* y *S. longifolius*, siendo las tres primeras las más importantes. Ninguna de ellas presentó individuos para la clase  $\alpha$  en el censo de 1991, pero para el año 2000 presentaron regeneración. *Zanthoxylum hyemale* fue la especie que presentó menor cantidad de renuevos, pasando de siete individuos a 16. De las tres especies tolerantes a la sombra más importantes ésta es la de crecimiento más rápido, ya que de los nueve renuevos seis clasificaron para la clase diamétrica  $\beta$  y tres para la clase  $\alpha$ . A diferencia de las dos otras especies, *Z. hyemale* tiene 100% de los individuos que pertenecen a la clase  $\alpha$  y 47% de la clase  $\beta$  en la zona C (Fig.5 y Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de la prueba de  $\chi^2$  comparando el patrón de distribución espacial con uno al azar, para los individuos de las clases diamétricas  $\alpha$  y  $\beta$ . NS: no significativo.

	$\chi^2$	P	$\chi^2$	P
<i>A. edulis</i>	11.56	0.01	1.3	NS
<i>Z. hyemale</i>	----	----	1.06	NS
<i>P. dioica</i>	----	----	16.4	0.01
<i>M. laetevirens</i>	7.32	0.05	1.15	NS
<i>S. buxifolia</i>	----	----	0.83	NS
<b>Total</b>	11.5	0.01	2.35	NS

Para *A. edulis* el patrón de distribución espacial de los renuevos no fue al azar, ya que 26% de los individuos se registraron en la zona P, 5% en la zona C y 68% en la zona L (Fig. 5). Para *M. laetevirens* la distribución de los individuos de la clase  $\alpha$  tampoco fue al azar, 28.5% del total de los renuevos se encontró en la zona P, 19% en la zona C y 52% en la zona L (Fig. 5 y Tabla 3).

Debido al aumento de la regeneración de las especies tolerantes a la sombra y por la muerte de cinco individuos adultos de ombú, *P. dioica* y *S. buxifolia* disminuyeron sus abundancias relativas de 30.8% a 24.4% y 48.7% a 39.8%, respectivamente entre los años 1991 y 2000. Sin embargo, aumentaron su abundancia relativa las tres especies tolerantes a la sombra más importantes: *A. edulis* de 13.1% a 15.1%, *M. laetevirens* de 2.2% a 14.6% y *Z. hyemale* de 1.9% a 2.6%.

## DISCUSIÓN

La estructura que presentaba el bosque de ombúes en el año 1991 indica que durante un largo período no hubo regeneración de las especies arbóreas, sino sólo mortandad de individuos. Esto indicaría que previo a la exclusión la estructura del bosque no era ni estacionaria ni relativamente estable. La comparación de ambos censos muestra que la falta de regeneración se debía a un disturbio exógeno, el ganado, y que la capacidad de respuesta de las especies de árboles a la eliminación del disturbio fue muy notoria para las especies tolerantes de la sombra, no así para *P. dioica* y *S. buxifolia*.

Dependiendo del autor, habría diferentes caracteres para determinar la dominancia de especies en una comunidad arbórea. La especie dominante es la que ocupa el estrato superior o emergente (Stewart & Veblen 1982; Veblen & Stewart 1982; Lusk & Odgen 1992). En este estudio, dicha categoría estaría ocupada por *P. dioica*. También ésta es la especie dominante por presentar la mayor área basal, desde el punto de vista de la productividad forestal, y por ser la especie más notable de la comunidad (Matteucci & Collma 1982). Sin embargo, si se toma en cuenta la abundancia según Magurram (1988) y Matteucci & Collma (1982), la especie dominante es *S. buxifolia* debido al mayor número de individuos. De esta manera ambas especies podrían ser consideradas como co-dominantes.

Las especies tolerantes de la sombra ubicadas en orden decreciente respecto a la abundancia y área basal fueron *A. edulis*, *M. laetevirens* y *Z. hyemale*. La primera es una especie con gran capacidad de regeneración y crecimiento lento (Muñoz *et al.* 1993) y fue la que presentó mayor cantidad de renuevos. Esto podría deberse a que en 1991 presentaba 47 árboles maduros, beneficiando la producción de semillas. Debido a su lento crecimiento y a su temprana ramificación del tallo ningún renuevo alcanzó la clase diamétrica  $\beta$ , y solamente 19 ejemplares clasificaron para la clase diamétrica  $\alpha$ . *Myrsine laetevirens* es una especie con gran capacidad de regeneración y crecimiento medio (Muñoz *et al.* 1993), lo cual se confirma al comparar ambos censos, ya que registró el mayor número de reclutamientos para ambas clases, pasando de ocho individuos maduros a 22.

La distribución de las cinco especies más abundantes en las tres zonas del bosque de la clase  $\alpha$  sugiere que *P. dioica* es determinante en la distribución de los renuevos de las especies tolerantes a la sombra. De los individuos de dicha clase, 52.2% se encuentran en la zona L, que es donde se ubica la menor cantidad de ejemplares de *P. dioica* (18%). Por el contrario, *S. buxifolia* parece no determinar la distribución de los renuevos de las especies tolerantes a la sombra ya que su distribución es al azar, aunque sí parece ser fundamental para el crecimiento y desarrollo de dichas especies, ya que crecen bajo su dosel. Esto podría deberse a que *S. buxifolia* es perenne, manteniendo la sombra todo el año y protegiéndolas de las heladas, mientras que *P. dioica* durante los meses de otoño e invierno pierde sus hojas.

A nueve años de la exclusión del ganado, la estructura del bosque para los dos estratos del dosel no varió sustancialmente. Por el contrario, existió variación a nivel de la cobertura del suelo y en el sotobosque. Salvo excepciones, los renuevos siguen en el estrato del sotobosque ya que no han superado los 2 m de altura, donde numerosas plántulas de *A. edulis*, *M. laetevirens* y *Z. hyemale* cubren parte del suelo más sombrío. Si se considera la gran regeneración que tuvieron los arbustos y hierbas, este bosque estaría cambiando su estructura.

Los modos de regeneración para este bosque no son fácilmente reconocibles para ambos grupos de especies (co-dominantes y tolerantes a la sombra). Una de las limitantes del estudio es que no se determinó la edad para ningún individuo maduro. Por este motivo, no se pudo relacionar el tamaño del tronco con la edad. Es importante destacar que en el caso del ombú las características de la especie impiden dicha determinación. Esta especie no genera leña lo cual hace inviable el cálculo de su edad. Sus tejidos no son muy resistentes, quebrándose con frecuencia grandes ramas, inclusive el tronco principal, los que fácilmente vuelve a regenerar, cicatrizando rápidamente la zona afectada y uniéndose con otras ramas. Además, luego de alcanzado cierto diámetro los troncos se vuelven huecos, y troncos de 1 m de altura y de más de 50 cm de diámetro pueden vivir más de 10 años sin dar hojas ni tener crecimiento aparente.

Las especies tolerantes a la sombra tuvieron pocos individuos maduros, pero una vez restablecida la capacidad regenerativa del bosque presentaron gran cantidad de renovales los cuales crecen bajo *S. buxifolia*, pudiendo afirmarse que el modelo sería de regeneración continua. Para las especies dominantes la situación es diferente; al ser casi nula la regeneración; dudando acerca de la viabilidad de las semillas. En un experimento posterior a este estudio se realizaron almacigos de las dos especies con tierra del mismo bosque, de las cuales germinaron la mayoría. También se observó que a 100 m de distancia, en un bosque de *Eucalyptus* sp. existe regeneración de *S. buxifolia* bajo su sombra. Esto indica que las semillas son viables y que no habría problema de germinabilidad (datos sin publicar).

La subdivisión de las especies co-dominantes de la clase  $\beta$  en cuatro subclases permitió extraer algunas hipótesis. Para *S. buxifolia*, el modo de regeneración *gap-phase* no correspondería, dado que hasta agosto del 2003 murieron varios individuos de *P. dioica* (inclusive el de mayor tamaño) y en los espacios generados no aparecieron renuevos de *S. buxifolia* (tampoco registrados hasta el momento de realizar esta publicación). El modo de regeneración catastrófica tampoco correspondería, ya que hubieron dos grandes inundaciones y una sequía importante, a pesar de lo cual no ocurrió regeneración (la incógnita sobre lo que ocurriría en caso de incendios se mantiene). Por tanto, el modelo de regeneración para el coronilla debería ser continuo, ya que presenta gran cantidad de individuos para las subclases I y II, disminuyendo el número de individuos a medida que aumentan los tamaños de los troncos y crece a la sombra de otras especies donde no hay presión ganadera (e.g. *Eucalyptus* sp.).

Posiblemente requiera un nivel importante de nutrientes y por tanto podría existir competencia intraespecífica en las condiciones actuales, indicando que hasta que no exista mortandad de adultos no se generarían las condiciones necesarias para su regeneración. Esta última situación podría ser factible porque en el bosque de ombúes, en las zonas donde se encuentran la mayoría de los individuos de la subclase I, no hay individuos de la subclase IV, y en las zonas donde hay individuos de la subclase IV hay muy pocos de la subclase I.

Para *P. dioica*, la subdivisión de la clase  $\beta$  en subclases indicaría que su modelo de regeneración es discontinuo, ya que la subclase I solo presenta dos individuos. Sin embargo, el modelo de regeneración en espacios (*gap-phase*) por caída de grandes árboles no se aplicaría completamente, debido a que desde 1991 al 2000 murieron cinco individuos y en esos espacios colonizaron arbustos. Su capacidad de regeneración apareció luego de disturbios exógenos al bosque como la inundación que ocurrió en 2002 y se mantuvo desde finales del otoño hasta mediados de la primavera. Esto implica que el modo de regeneración de catástrofe podría ser el modelo para *P. dioica*. Además, el verano del 2003 fue extraordinariamente caluroso y la regeneración de *P. dioica* fue excepcional, sobrepasando los 100 renuevos, habiendo al final

del otoño dos individuos que alcanzaban 1.5 m de altura. Desde que se realizó el censo del 2000 hasta la inundación del 2002 murieron alrededor 15 individuos, la mayoría en la zona P, algunos en la zona C y dos en la zona L. Coincidentemente, la mayoría de los renuevos se encontraron en la zona P, en los límites con la pradera. También se encontraron renuevos en algunos de los espacios dejados por los individuos que murieron en la zona C y uno en la zona L. Estos espacios generados por los individuos muertos tienen la particularidad de ser más bajos que sus alrededores, quedando el suelo saturado de agua y con una mayor incidencia de luz solar, condiciones similares al límite de la zona P con la pradera.

Otro factor que pudo incidir en la regeneración es la disponibilidad de nutrientes, ya que se permitió la entrada de equinos al bosque en 1999. Dicho manejo se realizó para compensar la falta de herbivoría en ausencia de ganado y de la fauna autóctona extinta que cumpliera dichas funciones. Es de resaltar que no se han hecho estudios de disponibilidad de agua y de nutrientes para las tres zonas; sin embargo, por simple observación se constata que las zonas P y L son más bajas que C, ya que en años muy lluviosos quedan saturadas de agua.

Por lo tanto *P. dioica* podría comportarse como especie colonizadora en momentos en que el albardón de la laguna tenía mayor disponibilidad de nutrientes, luz y humedad. Esto explicaría la discontinuidad de los tamaños de los troncos, los renuevos en zonas de borde del monte, del lado de la pradera principalmente, y en los hundimientos bien iluminados donde se acumula agua. Esta especie podría haber generado las condiciones para que crecieran individuos de *S. buxifolia*, la cual proporcionaría sombra durante todo el año, permitiendo el establecimiento de otras especies tolerantes a la sombra.

La literatura enfatiza que la dinámica de los bosques es determinada principalmente por disturbios exógenos, pero para algunos autores (Lusk & Odgen 1992) no siempre la formación y vida de los bosques se debe a esta situación, sino que puede deberse también a procesos endógenos. Tal vez para este bosque se necesiten disturbios exógenos para la continuidad de la población de *P. dioica*. Los individuos de esta especie podrían considerarse organismos ingenieros autógenos del ecosistema (Jones *et al.* 1994), que son aquellos que iniciarían procesos endógenos para la formación y continuación de una comunidad. Por lo tanto, la dinámica de este bosque necesitaría de la interacción de ambos procesos; exógenos para la continuación de *P. dioica*, y endógenos para *S. buxifolia* y las especies tolerantes a la sombra. Este bosque modificó su dinámica principalmente por un disturbio antrópico, y no estaría en condiciones de estabilidad estacionaria ni de estabilidad relativa, pudiendo encontrarse en una fase de recuperación.

Hasta el momento no se ha reconocido de forma generalizada que los bosques que cuentan con abundancia de ombúes constituyan una comunidad particular. Sin embargo, algunos autores sí reconocen que este tipo de formaciones boscosas amerita una denominación especí-

fica y lo caracterizan como "comunidad de parque de ombúes" (Sganga 1994) o "formación de parque y pradera arbolada de ombúes" (Panario 1994). Este último autor indica que dicha formación vegetal se limita a suelos profundos calcimórficos de alta fertilidad y compete con la agricultura por las mismas tierras, lo que ha impedido su regeneración y ha motivado su remoción. Esta última definición no parece apegarse al presente caso, pues el Bosque de Ombúes se sitúa en un suelo pobre, de casi nulo valor para la agricultura y sólo es utilizado como abrigo para el ganado.

Como respuesta al retiro del ganado, el suelo del área de estudio se cubrió de vegetación principalmente arbustiva y en renuevos de las especies arbóreas, formando un espeso sotobosque que en los bordes forma un continuo de vegetación desde el dosel hasta el suelo. En función de los resultados obtenidos se propone que el Bosque de Ombúes de la Laguna de Castillos se incluya en la categoría de bosque galería ya que presenta características similares según Muñoz *et al.* (1993): "... se desarrolla en torno a las costas de ríos y arroyos (en este caso laguna) siendo su vegetación primordialmente arbórea acompañada de arbustos y tapiz herbáceo más o menos denso ... acompaña la costa de ríos y arroyos (laguna) en forma paralela extendiéndose de unos pocos metros, cientos de metros y hasta veces más de un kilómetro...".

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es necesario confirmar la tendencia que se observa en *P. dioica* a una supervivencia diferencial entre los individuos de diferente sexo, a medida que aumenta el área basal de los individuos y también la distribución diferencial en el espacio, prefiriendo la zona central en otras zonas del anillo de bosque de la Laguna de Castillos. Es también relevante determinar la importancia que tiene la disponibilidad de nutrientes, principalmente los de origen animal en la regeneración y crecimiento de las especies. Es necesario conocer qué grado de relación tienen *P. dioica* y *S. buxifolia* entre sí, ya que un estudio exploratorio de cultivos mixtos en macetas dio como resultado un aumento de las raíces de los individuos de *P. dioica* y presencia de nódulos, en contraste con los individuos solitarios que fueron más pequeños y no presentaron nódulos. Por otra parte, sería necesario profundizar el análisis del grado de importancia de *P. dioica* en el funcionamiento y origen del ecosistema del Bosque de Ombúes.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

A medida que se genera experiencia en el manejo de áreas protegidas resalta que en regiones donde no quedan muestras de ecosistemas vírgenes, debe practicarse manejo activo. Sin embargo, el área estudiada carece actualmente de los herbívoros nativos que han incidido en la formación de la comunidad vegetal del Bosque de Ombúes. ¿Cómo debemos actuar en el caso de la conser-

vación del Bosque de Ombúes? ¿Debemos manejar el bosque para que continúe siendo co-dominado por ombúes y coronillas, o debemos dejarlo librado a los cambios que ocurran?

De elegir la segunda opción podría suceder que en cuestión de unas décadas la muestra que se conserva deje de tener ombúes y coronillas y se convierta en un bosque dominado por las especies que hoy aparecen como tolerantes a la sombra. Tampoco hay que olvidar que las abejas polinizadoras influyen significativamente en la composición de los bosques y es necesario evaluar el efecto de las abejas nativas y las introducidas con fines productivos. Entonces ¿Por qué se han beneficiado las especies que no son dominantes? La continuidad de estudios es fundamental para generar información útil para permitir elegir el manejo más adecuado para el bosque de ombúes.

#### AGRADECIMIENTOS

A Cris Lusk; porque sin su ayuda me hubiese sido imposible comenzar la tesis, me proporcionó el "punta pie inicial", el material y cuando le escribía por alguna duda enseguida respondía. A Juca, mi esposo (Juan Carlos Gambarotta), por su apoyo moral y por el aporte de información fruto de la observación de 13 años de vivir en el monte. A Lorena, mi hermana; sin su crítica corrección, su ayuda para realizar las gráficas y aportes de algunos trabajos científicos me hubiese sido imposible escribir el artículo. A Ignacio, uno de mis hijos; sin su ayuda y paciencia me hubiese sido imposible utilizar la computadora. También quiero agradecer a la Facultad de Ciencias ya que pasaron 20 años desde que terminé los cursos e igualmente me permitieron terminar la Licenciatura.

#### REFERENCIAS

- Barrios Pintos A** (Año desconocido) La patria del ombú. Diario El Día, artículo especial. Montevideo
- Herrera RA Méndez L Rodríguez ME & EE García (eds)** 1988 Ecología de los bosques siempre verdes de la Sierra del Rosario, Cuba, Proyecto MAB N° 1 1974-1987. Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba. Rostlac, Montevideo. 760 pp
- Jones CG Lawton JH & M Shack** 1994 Organisms as ecosystems engineers. *Oikos* 69:373-386
- Lusk C & J Odgen** 1992 Age structure and dynamics of a podocarp-broadleaf forest in Tongariro National Park, New Zealand. *Journal of Ecology* 80:379-393
- Magurran AE** 1988 Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp
- Matteucci S & A Collma** 1982 Metodología para el estudio de la vegetación. Serie Biología, Monografía N° 22. OEA, Washington DC. 168 pp
- Méndez L et al.** 1988 Estructura y productividad del bosque siempreverde medio de la Sierra del Rosario. Pp 151-213 *In*: Herrera Méndez Rodríguez & García (eds) Ecología de los bosques siempre verdes de la Sierra del Rosario, Cuba, Proyecto MAB N° 1 1974-1987. Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba. Rostlac, Montevideo

- Muñoz J Ross P & P Cracco** 1993 Flora indígena del Uruguay. Hemisferio Sur, Montevideo. 284 pp
- Panario D** 1994 Evolución y tendencia de la vegetación nativa uruguaya II. Boletín técnico MGAP Dirección General de Suelos y Aguas 13:49-53. Montevideo
- PROBIDES** 1996 Descripción y evaluación biológica del área protegida Laguna Castillos, Rocha-Uruguay, primera aproximación. Informe Técnico. Espinola Rodríguez-Mazzini R & Rilla. Rocha, 61 pp más anexos.
- Sganga J** 1994 Caracterización de la vegetación de la República Oriental del Uruguay. Boletín técnico MGAP Dirección General de Suelos y Aguas 13:5-13. Montevideo
- Stewart G & T Veblen** 1982 Regeneration patterns in southern rata (*Metrosideros umbellata*)-Kamahi (*Weimannia racemosa*) forest in central Westland. *New Zealand Journal of Botany* 20:55-72
- Veblen T & G Stewart** 1980 Comparison of forest structure and regeneration in Bench and Stewart Islands, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 3:50-68
- Veblen T & G Stewart** 1982 On the conifer regeneration gap in New Zealand. The dynamics of *Libocedrus bidwillii* stands on south island. *Journal of Ecology* 70:413-436
- Veblen T Schlegel FM & B Escobar** 1980 Structure and dynamics of old-growth nothofagus forests in the Valdivian andes, Chile. *Journal of Ecology* 68:1-31

## Estructura poblacional y reproducción del tatucito *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Hippidae) en playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)

ENRIQUE PELUFFO

quiue@montevideo.com.uy



### RESUMEN

*Emerita brasiliensis* es un decápodo anomuro que habita la zona de lavado de la ola de playas arenosas oceánicas sudamericanas, desde Venezuela hasta Uruguay. Se estudió la estructura poblacional y la reproducción de esta especie en las playas arenosas adyacentes a Cabo Polonio (Rocha): Playa Sur hacia el W y Playa La Calavera hacia el NE, ambas expuestas y disipativas en el sector estudiado. Los muestreos fueron mensuales desde febrero de 1994 hasta marzo de 1995. El reclutamiento de megalopas en la zona de lavado de la ola ocurrió en verano y otoño. La reproducción fue claramente estacional ocurriendo los mayores picos en verano y otoño. El número de hembras con huevos se correlacionó positivamente con la temperatura del agua. El número de huevos, que varió entre 957 y 9411, mostró correlación positiva con la temperatura del agua y con el largo y el ancho del cefalotórax y abdomen respectivamente. Los análisis de tallas indicaron distribución bimodal de forma clara así como marcado dimorfismo sexual. El estado progenético de los machos se determinó por la presencia de megalopas con características de machos maduros. Se describe el ciclo de vida y se insiste en la necesidad de investigar sobre el rol de esta especie en las redes tróficas de las playas uruguayas.

**Palabras clave:** Crustacea, fecundidad, estructura poblacional, progénesis, playas arenosas

### ABSTRACT

*Emerita brasiliensis* is an anomuran decapod that inhabits the swash zone of Southamerican marine sandy beaches from Venezuela to Uruguay. The population structure and reproduction of this species was studied in the sandy beaches adjacent to Cabo Polonio (Rocha): "Playa Sur" to the W and "Playa La Calavera" to the NE, both exposed and dissipative at the study sites. Field samples were obtained at monthly intervals during the period extending from February 1994 to March 1995. Megalopae recruitment to the swash zone mainly occurred in summer and autumn. Reproduction proved to be clearly seasonal, showing highest activity in summer and autumn. The number of females carrying egg masses was positively correlated with water temperature. Egg numbers, varying between 957 and 9411, showed positive correlation with the water temperature and with the length and width of the cephalothorax and abdomen. Size class analysis clearly indicated bimodal distributions and notorious sexual dimorphism. The progenetic state of males was determined by the presence of megalopas showing characteristics of mature males. The life cycle is described and the need to study the rol of this species in the trophic webs of Uruguayan beaches is stressed.

**Key words:** Crustacea, fecundity, population structure, progenesis, sandy beaches

### INTRODUCCIÓN

Entre las fuerzas que dominan la mayoría de los procesos físicos que intervienen en las playas arenosas abiertas, las olas superficiales aparecen como unas de las más importantes. Las mismas se originan por el estrés producido por las fuerzas del viento en la superficie del agua. A su vez la energía de la ola se disipa en la zona de rompiente. Después de romper, la ola avanza hacia la playa y una vez que la arena es alcanzada por el agua, se forma el área de lavado o "swash", el cual avanza hacia la superficie de la playa (Brown & McLachlan 1990). El "swash" puede ser considerado uno de los hábitat más rigurosos debido los constantes movimientos de agua y sustrato, la exposición originada por mareas y el impacto de las olas (e.g. Efford 1966; Díaz 1980; Shepherd *et al.* 1988). En este contexto, las comunidades son controladas principalmente por los procesos físicos (e.g. Smith

1977; McArdle & McLachlan 1992; Defeo *et al.* 2002). Defeo (1996) sugiere que algunas poblaciones presentan fluctuaciones más o menos predecibles, asociadas con la heterogeneidad espacial y estocástica del medio.

La mayoría de los grandes grupos de invertebrados están representados en las playas arenosas, de las cuales las formas macrofaunales son las mejor estudiadas. La salinidad, el tamaño de grano del sedimento, la temperatura, la materia orgánica y la disponibilidad de alimento se destacan entre los factores que estructuran las comunidades macrofaunales de playas arenosas (e.g. Shelton & Robertson 1981; Swinbanks 1982; McLachlan 1988; McArdle & McLachlan 1992; Defeo 1996; Brazeiro 2005).

En los crustáceos, la caracterización de la estructura poblacional ha sido estudiada basándose en la distribución de los individuos en clases de tamaño. El número de observaciones que ocurre en cada clase es denominado

distribución de frecuencias. Los gráficos de distribución de frecuencias y su interpretación a lo largo del tiempo son utilizados para estimar crecimiento, edad y reclutamiento (Díaz & Conde 1989; Pinheiro 1991). La disparidad en las proporciones de sexos entre los crustáceos podría ser el resultado de la reversión de sexo, o diferencias en los ciclos de vida, mortalidad y tasas de crecimiento, o a que sufren migraciones (Díaz 1980; Díaz & Conde 1989).

El período reproductivo en crustáceos decápodos puede ser definido en función de la proporción de hembras ovígeras en el total de hembras de la población (Subramoniam 1977; Dugan *et al.* 1991; Tomikawa & Watanabe 1992). Este porcentaje comúnmente varía durante el año y eventualmente podría variar con la localidad, de acuerdo al tamaño al cual las hembras comienzan la producción de huevos, el porcentaje de hembras que están maduras y el porcentaje de hembras maduras portando huevos (Fusaro 1980; Wenner *et al.* 1985; Dugan *et al.* 1991).

Para Sastry (1983) la condición reproductiva en crustáceos se encuentra entre las respuestas de una población frente a la variación de factores ambientales. De esta forma, la temperatura, la duración del día, la disponibilidad de alimento y la salinidad, aparecen como algunos de los factores ambientales que producen variaciones en los patrones reproductivos. Estas variaciones ocurren como respuestas adaptativas a los cambios del medio a través de complejas coordinaciones entre factores endógenos y exógenos. Mientras Wenner *et al.* (1974) las supeditan al aporte de alimento disponible en el ambiente, Negreiros-Franzoso & Franzoso (1992) indican a la temperatura como el principal factor de influencia en los procesos reproductivos, por promover un aumento en la tasa metabólica.

La fecundidad ha sido largamente reconocida como un aspecto ecológicamente importante para los estudios poblacionales de cualquier especie (Corey & Reid 1991). El estimativo más común de fecundidad en crustáceos es el número de huevos por hembra (Haynes *et al.* 1976; Díaz 1980; Wenner *et al.* 1987; Dugan *et al.* 1991; Tomikawa & Watanabe 1992) el cual cambia según la especie, la época del año y el tamaño de la hembra (Adiyodi & Subramoniam 1983; Leme 1995). Según Sastry (1983) el número de huevos y la tasa a la cual los huevos son producidos por las hembras podrían ser características propias de una especie, lo cual tiene significancia para la estrategia del ciclo de vida y la ecología de la misma. Generalmente, el número de huevos producidos por los crustáceos está relacionado con alguna medida corporal (e.g. largo o ancho de cefalotórax) y a una mayor clase de edad corresponde un mayor número de huevos (Wenner *et al.* 1987). Además, existe variación interespecífica en el número de huevos (Sastry 1983).

Dentro de los crustáceos intermareales de playas del mundo se destacan los cangrejos de la Familia Hippidae. En ésta, los géneros *Emerita*, *Hippa* y *Albunea* son habitantes del bentos cavador de la zona de "swash" de playas

de regiones tropicales y subtropicales. En climas templados solamente ocurren pocas especies (Shepherd *et al.* 1988).

Los cangrejos del género *Emerita* son conocidos indistintamente como tatucitos de playa, taturas, cangrejos topo ("mole crabs") o cangrejos de arena ("sand crabs"). Después de una vida larvaria enteramente planctónica, estos crustáceos cumplen su ciclo de adulto alimentándose y reproduciéndose en el sedimento de la franja intermareal de la playa afectada directamente por el área de lavado de la ola, donde realizan constantes migraciones verticales. El "swash" también cumple un importante rol en la alimentación de estos organismos ya que es el medio de transporte del alimento de *Emerita*: el plancton. Los tatucitos, enterrados y orientados frontalmente hacia la ola entrante, prolongan sus antenas filtradoras solamente cuando el agua los ha cubierto por completo.

Estructuralmente las poblaciones de *Emerita* establecidas en el bentos intermareal se caracterizan por la presencia de megalopas o último estadio larval, machos pequeños, hembras notoriamente mayores y hembras ovígeras (Wenner *et al.* 1987; Sastre 1990; 1991). Sastre (1991) no encontró diferencias significativas en la distribución de frecuencias de tamaños de *Emerita portoricencis* para cuatro sitios de estudio diferentes. Los pequeños tamaños fueron más abundantes en primavera que en invierno. En las proporciones sexuales se destaca la dominancia de machos para las pequeñas clases de edad mientras que las tallas entre 12 y 19 mm fueron dominadas por las hembras. Desde el punto de vista reproductivo, la madurez sexual a temprana edad de los machos es una de las características más resaltables del género *Emerita*. Por otro lado, el hermafroditismo protándrico es usual entre los malacostráceos. Subramoniam (1981) lo reportó para *Emerita asiatica* y sugirió la alta probabilidad de que ocurra reversión de sexo en aquellas especies de *Emerita* cuyos machos alcanzan precozmente la madurez sexual.

Debido a que la fecundidad puede variar a través de las estaciones anuales y en las diferentes playas, Fusaro (1980) encontró grandes diferencias en la producción de huevos de *Emerita analoga* en función de la temperatura en condiciones de laboratorio. Wenner *et al.* (1987) encontraron diferencias espacio-temporales en el número de huevos de *E. analoga*. Estos autores destacan como esencial la inclusión de análisis de clases de edad para la determinación de producción de huevos, además de los análisis de clases de tamaño comúnmente utilizados.

*Emerita brasiliensis* ocurre en la costa atlántica sudamericana, desde Venezuela hasta Uruguay, solapando su hábitat con *E. portoricencis* en playas venezolanas y del NE brasileño (Efford 1976). Es la única especie citada para Uruguay (Efford 1976; Escofet *et al.* 1979; Defeo *et al.* 1992; Giménez & Yannicelli 1997). Si bien hay reportes de su presencia en aguas estuariales (Peluffo 1998), *E. brasiliensis* cumple su ciclo de vida en aguas oceánicas. Dias (1987) y Veloso & Calazans (1993) describieron el desarrollo larval en condiciones de laboratorio y en el

campo respectivamente. Giménez & Yannicelli (1997) y Defeo *et al.* (2001), compararon poblaciones de playas reflectivas y disipativas. Defeo & Cardoso (2002; 2004) trabajando a macroescala, estudiaron patrones latitudinales de abundancia e historia de vida de la especie. Lercari & Defeo (1999) estudiaron los efectos de la descarga de agua dulce, por parte de un canal artificial, sobre la fecundidad de *E. brasiliensis*.

En este trabajo se presentan datos obtenidos durante 1994 y 1995 (Peluffo 1998) enfocados hacia la determinación del período de reclutamiento, proporciones sexuales, época de reproducción, fecundidad y su relación con ciertos parámetros físico-químicos, longitud alcanzada en la madurez para cada sexo y ciclo de vida. Cabe destacar que son los primeros datos logrados a nivel poblacional y a una escala temporal de por lo menos un año para *E. brasiliensis* en la costa uruguaya. Si bien existen investigaciones posteriores en las actividades reproductivas de esta especie (e.g. Delgado & Defeo 2006) se considera que estos datos y sus conclusiones no han perdido vigencia dado que la información es muy escasa para la fauna en general a nivel local (Cabo Polonio) y que la información obtenida en esta investigación es la primera a nivel nacional enfocada únicamente en aspectos de la biología de *E. brasiliensis*.

## METODOLOGÍA

Cabo Polonio, ubicado en el Dpto. de Rocha, Uruguay, es una punta pedregosa formada por bloques graníticos y con playas disipativas inmediatamente adyacentes: Playa La Calavera y Playa Sur.

Las colectas fueron mensuales (febrero de 1994 hasta marzo de 1995). Las estaciones de muestreo fueron dos: una en la Playa Sur y otra en la Playa La Calavera. En cada una de las estaciones se fijaron ocho transectos perpendiculares a la línea de costa, separados entre sí por 2 m. Los transectos estuvieron ubicados exactamente en el mismo lugar a lo largo del año de muestreo, tomando como referencia características de las playas.

Con un corer de 16 cm de diámetro, se tomaron dos muestras de arena en cada uno de los puntos fijados (6) por transecto. El corer se introdujo en la arena 20 cm. Cada muestra fue tamizada con un cernidor de 0.5 mm de abertura de malla.

Se registró mensualmente la temperatura del aire, del agua (superficial) y del sedimento, la salinidad y el ancho del "swash". En febrero de 1994 se tomaron muestras de sedimento en cada estación de colecta, para su análisis granulométrico.

Cada ejemplar fue reconocido, medido (LC=largo del cefalotórax, desde el rostro hasta el comienzo del abdomen) y sexado. Las medidas fueron realizadas con un calibre de 0.1 mm de precisión. El sexaje se realizó tomando en cuenta los caracteres sexuales secundarios propios del género: las hembras se reconocieron por la presencia de pleópodos, mientras que los machos fueron identificados no solamente por la ausencia de los mismos sino también por la presencia de papilas genitales en

el quinto par de pereiópodos. Las hembras ovígeras fueron reconocidas por la presencia de masa ovígera en la zona abdominal. Las megalopas o último estadio larval fueron identificadas por la presencia de patas abdominales larvianas, así como por el largo del pedúnculo ocular (sin desarrollar totalmente) y el color blancuzco, casi transparente del caparazón. La determinación de la madurez sexual de las hembras se realizó en base a la talla mínima de hembras. Se procedió a separar las hembras en A: con pleópodos apenas notorios, B: con pleópodos más largos pero que no alcanzan la línea media del abdomen, C: con pleópodos que apenas traspasan la línea media abdominal, D: con pleópodos que traspasan notoriamente la línea media abdominal (pleópodos largos y no setosos) y E: con pleópodos largos y setosos.

Sobre esta base se realizaron análisis de tallas para cada una de las categorías de hembras. Si bien se consideraron maduras únicamente aquellas hembras portadoras de huevos, con este análisis se pretendió determinar las tallas más inmediatas a las de las hembras ovígeras.

Los machos fueron observados bajo la lupa bionocular a modo de encontrar rastros de espermatozoides, indicativos de su madurez sexual. Por otra parte, se consideraron maduros aquellos individuos con las papilas genitales visiblemente desarrolladas.

A su vez, se midió la cantidad de huevos por hembra y se determinó la correlación entre el número de huevos y el tamaño, y entre el número de huevos y la temperatura del agua y la salinidad. Un tercio de la masa ovígera fue sometida a conteo. El número de huevos obtenido fue extrapolado determinándose de esta manera el número total de huevos por hembra.

## Análisis de datos

Las abundancias están expresadas en número total de individuos capturados. La correlación de abundancia con parámetros físico-químicos se realizó mediante el uso del coeficiente de correlación de Pearson  $r$  (Zar 1984).

Para determinar el período de reclutamiento y la madurez sexual, se realizó un análisis de composición de tallas. Se consideraron 12 clases de tamaño, cada una de 2 mm de amplitud, excepto la primera que abarcó todos aquellos individuos menores o iguales a 4 mm.

Se compararon las tallas de machos y hembras a lo largo del año y en cada clase de tamaño, y las frecuencias de tallas para cada categoría de madurez de hembras. Todas las comparaciones entre tallas fueron realizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) (Leme 1995). En aquellos casos en los cuales no se cumplieron los supuestos de homocedasticidad, se utilizó el test de  $t$  para varianzas diferentes (Sokal & Rohlf 1979).

## RESULTADOS

### Estructura poblacional

Se sexaron 2253 individuos, de los cuales 836 fueron machos, 676 hembras de las cuales 35 fueron ovígeras y 741 megalopas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Frecuencias totales de hembras, hembras ovígeras, machos y megalopas a lo largo del período de muestreo y proporción machos/hembras.

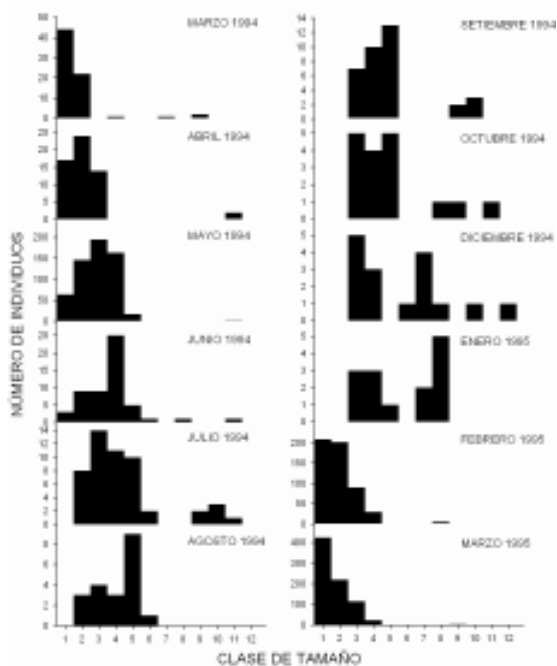
Mes	Machos	Hembras	Ovígeras	Razón	N	Megalopas
feb 1994	0	0	0	x	0	0
mar	5	0	3	1.6:1	8	62
abr	52	0	2	26.0:1	54	3
may	277	212	4	1.3:1	493	97
jun	26	24	2	1.0:1	52	2
jul	30	20	1	1.4:1	51	0
ago	10	10	0	1.0:1	20	0
set	14	21	0	1:1.5	35	0
oct	7	10	0	1:1.4	17	0
dic	8	7	1	1.0:1	16	0
ene 1995	7	1	6	1.0:1	14	0
feb	131	199	9	1:1.6	339	200
mar	269	137	7	1.9:1	413	377
<b>TOTALES</b>	<b>836</b>	<b>641</b>	<b>35</b>	<b>1.2:1</b>	<b>1512</b>	<b>741</b>

En cuanto a las proporciones sexuales a lo largo del año y por clase de tamaño, el mes de abril se destaca por la elevada razón sexual de 26 machos y una hembra. Las primeras clases de tamaño están dominadas por los machos mientras que en los tamaños 4 y 5 la superioridad numérica corresponde a las hembras (Tablas 1 y 2). A partir de la sexta clase de tamaño desaparecen los machos. Cabe destacar que en un número no registrado de casos, se encontraron ejemplares con características sexuales de macho, i.e. con papilas genitales notoriamente desarrolladas pero también con patas larvianas abdominales. Estos ejemplares en todos los casos fueron catalogados como megalopas.

**Tabla 2.** Proporciones de machos y hembras en cada clase de tamaño.

Clase de tamaño	Machos	Hembras	Razón	N
1	71	1	71.0:1	72
2	413	169	2.4:1	582
3	278	183	1.5:1	461
4	68	207	1:3.0	275
5	6	55	1:9.2	61
6	0	5	x	5
7	0	9	x	9
8	0	14	x	14
9	0	13	x	13
10	0	11	x	11
11	0	8	x	8
12	0	1	x	1
<b>Total</b>	<b>836</b>	<b>676</b>	<b>1.2:1</b>	<b>1512</b>

De modo general puede considerarse que la distribución de frecuencias de tallas a lo largo del año presenta un patrón bimodal (Fig. 1). Machos, hembras, hembras ovígeras y megalopas denotaron diferencias significativas entre sí con respecto a sus tallas. Las megalopas presentes únicamente en marzo, abril, mayo y junio de 1994 y febrero y marzo de 1995, no alcanzaron tamaños mayores a 6 mm en 1994 y a 4 mm en 1995.



**Figura 1.** Distribución de frecuencias de *E. brasiliensis* por clases de tamaño, desde marzo de 1994 (A) hasta marzo de 1995 (L).

Los machos nunca sobrepasaron los 12 mm. Las hembras estuvieron presentes en todas las clases de tamaño, excepto las hembras ovígeras que nunca fueron menores a 16 mm. Los resultados de los ANOVA realizados para la comparación de tallas entre machos y hembras en cada clase de tamaño arrojan diferencias significativas entre las tallas de ambos sexos en todos los meses del año. Con respecto a las frecuencias de tallas de las categorías de hembras según el estado de madurez de sus caracteres sexuales secundarios (Tabla 3), la mayor cantidad de individuos se presentó en la categoría A con 231 ejemplares. Las hembras ovígeras fueron las menos frecuentes, con 34 ejemplares. La talla media de cada categoría fue significativamente diferente a la anterior.

### Reproducción y fecundidad

Las mayores proporciones de hembras con huevos se registraron en marzo y abril de 1994 y en enero de 1995. Agosto, setiembre y octubre de 1994 se destacaron por la ausencia total de ovígeras (Fig. 2).

El número de hembras con huevos se correlacionó positivamente con la temperatura del agua ( $\alpha=0.05$ ,  $n=1$ ,  $r=0.637$ ;  $r$  crítico=0.553) (Fig. 3).

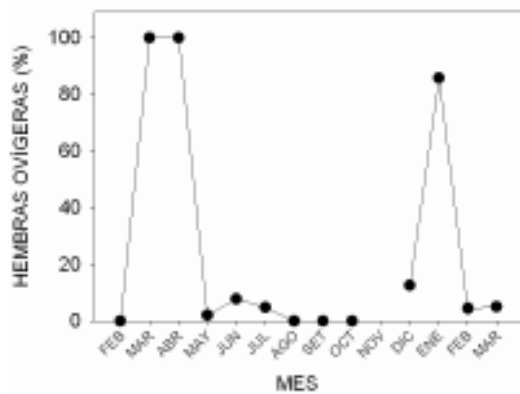
No existió correlación significativa entre el número de ovígeras y la salinidad ( $\alpha=0.05$ ,  $n=11$ ,  $r=0.109$ ;  $r$  crítico=0.553) (Fig. 4).

La hembra con mayor cantidad de huevos (9411) tuvo una longitud de 20 mm (marzo de 1995), mientras que la menor cantidad de huevos correspondió a una hembra de 21 mm de longitud cefalotorácica con 957 huevos (julio de 1994).

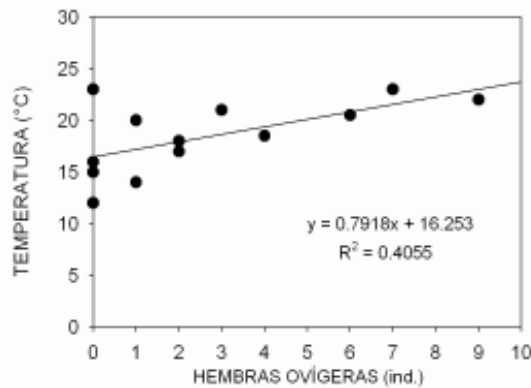


**Tabla 3.** Distribución de frecuencia de tallas de cada categoría de hembra. Las columnas representan las clases de tamaño (1 a 12). Las filas indican las categorías de hembras donde A corresponde a las menos desarrolladas, D a las más maduras sin huevos y OVIG las hembras con huevos. Las frecuencias están expresadas en número total de individuos capturados.

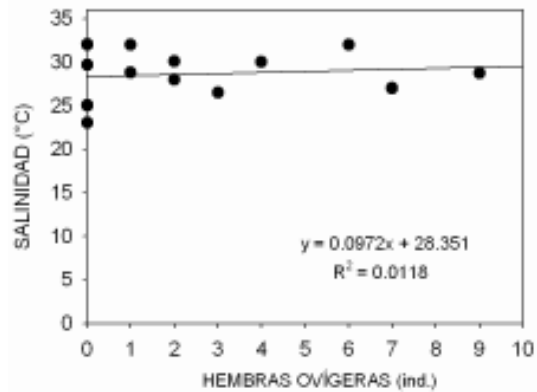
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1	125	102	3	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	40	91	70	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	1	7	82	35	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	4	30	1	0	0	1	1	0	0
E	0	0	0	0	3	4	4	3	2	4	2	0
OVIG	0	0	0	0	0	0	3	10	10	9	1	1



**Figura 2.** Porcentaje de hembras ovígeras en el total de hembras capturadas en cada mes de muestreo, desde febrero de 1994 hasta marzo de 1995.



**Figura 3.** Correlación entre número total de hembras ovígeras capturadas y temperatura del agua desde febrero de 1994 hasta marzo de 1995 (°C). El  $r$  obtenido en la correlación fue  $=0.37$ ; el  $r$  crítico  $(0.05)(2)(11)=0.553$ . En el área de trazado del gráfico se presentan los datos correspondientes a la recta de linealización de los datos.



**Figura 4.** Correlación entre número total de hembras ovígeras capturadas y salinidad del agua desde febrero de 1994 hasta marzo de 1995. El  $r$  obtenido en la correlación fue  $=0.109$ ; el  $r$  crítico  $(0.05)(2)(11)=0.553$ .

El ejemplar ovígero con menor tamaño fue de 15 mm (enero de 1995), mientras que el tamaño más grande fue 23 mm (febrero de 1995). Las clases de tamaño más frecuentes fueron 8, 9 y 10.

El número de huevos se correlacionó positivamente con la temperatura del agua, el largo y ancho cefalotorácico y el largo y ancho abdominal (Tabla 4).

Los machos con cinta espermática ocuparon las cuatro primeras clases de tamaños, siendo los más frecuentes los comprendidos entre 6 y 8 mm de longitud. El mayor midió 9.8 mm y el menor 3.2 mm. Comparando las frecuencias de machos reproductores y hembras ovígeras se destaca la presencia de los primeros en los meses de agosto, setiembre y octubre, meses en los cuales están totalmente ausentes las hembras ovígeras. En verano de 1995 existió un aumento en la ocurrencia de ambos. También es de destacar la presencia de ejempla-

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación entre número de huevos, parámetros ambientales y medidas corporales. Los valores de  $r$  fueron calculados para 95% de confiabilidad.

Correlación	$r$	$n$	$r$ crítico (95%)
Número de huevos/temperatura	0.606	36	0.320
Número de huevos/salinidad	-0.165	36	0.320
Número de huevos/largo de cefalotórax	0.572	32	0.339
Número de huevos/ancho de cefalotórax	0.564	32	0.339
Número de huevos/largo del abdomen	0.591	32	0.339
Número de huevos/ancho del abdomen	0.566	29	0.355

res con características larvianas pero con papilas genitales rodeadas de cinta espermática. Estos ejemplares no fueron contados como pertenecientes a ninguna categoría.

Los machos con cinta espermática ocuparon las cuatro primeras clases de tamaños, siendo los más frecuentes los comprendidos entre 6 y 8 mm de longitud. El mayor midió 9.8 mm y el menor 3.2 mm. Comparando las frecuencias de machos reproductores y hembras ovígeras se destaca la presencia de los primeros en los meses de agosto, setiembre y octubre, meses en los cuales están totalmente ausentes las hembras ovígeras. En verano de 1995 existió un aumento en la ocurrencia de ambos. También es de destacar la presencia de ejemplares con características larvianas pero con papilas genitales rodeadas de cinta espermática. Estos ejemplares no fueron contados como pertenecientes a ninguna categoría.

## DISCUSIÓN

### Estructura poblacional y reproducción

#### Categorías por clase de tamaño

De acuerdo a los resultados obtenidos, existió una tendencia a la bimodalidad en la distribución de frecuencias de tallas en el período estudiado. La misma puede ser producto de más de un pulso de reclutamiento, de mortalidades catastróficas, de tasas de crecimiento diferencial o de diferencias comportamentales (Díaz & Conde 1989) o aún de errores de muestreo producto de alguna de las causas anteriores (Hartnoll & Bryant 1990). También es posible que las dos modas sean reflejo de estacionalidad en la reproducción. Esto es una característica de las poblaciones de latitudes altas y medias mientras que aquellas de climas tropicales deberían reflejar curvas unimodales, ya que por lo general poseen reproducción continua (ver Sastry 1983; Leme 1995). Según los datos obtenidos, el máximo en la actividad reproductiva de la especie ocurre en un período determinado del año provocando de esta forma un único pulso de reclutamiento anual y por tanto la primera moda de las distribuciones de frecuencias. Esta generación de reclutas va creciendo a medida que avanza el año pero continúa siendo la primera moda hasta incorporarse completamente a la segunda moda formada por hembras de gran tamaño. La mayor actividad reproductiva de los tatucitos indicada por el porcentaje de hembras ovígeras ocurrió primero en el período de verano-otoño de 1994 y posteriormente en el verano de 1995. Esto indica una preferencia por las épocas cálidas para la reproducción.

De hecho, el número de huevos por hembra se correlaciona positivamente con la temperatura del agua, lo que indica que las aguas más cálidas constituyen el ambiente más favorable para la producción de huevos en *E. brasiliensis*. Asimismo, el máximo en el número de machos con cinta espermática se situó en el verano de 1995. Si bien existieron machos en este estado en invierno, no fue posible encontrar hembras ovígeras en las muestras de agosto, setiembre y octubre. Gianuca (1983b) sugiere que el período reproductivo de esta especie ocurre entre primavera y verano en Rio Grande do Sul (Brasil).

### Proporciones sexuales

La proporción machos/hembras (1.24:1.00) resultado de la comparación total de individuos a lo largo del período de estudio, no es diferente significativamente de la proporción mendeliana 1:1, pero sí en algunos meses del año entre los cuales se destaca abril de 1994. Por otra parte, si se observan las clases de tamaño con sus respectivas frecuencias se destaca la dominancia de machos en las tallas menores y de hembras en las mayores. Efford (1967) encontró que *E. analoga*, *E. asiatica*, *E. portoricensis*, *Emerita rathbunae* y *Emerita talpoida* presentan marcado dimorfismo sexual de tallas.

Tal dimorfismo, según este autor, es producto de procesos adaptativos. Los machos de menor talla tienen mayor oportunidad de copular ya que son capaces de introducirse dentro del abdomen de la hembra y asegurar la forma que los machos de estas especies desarrollaron toda su potencialidad reproductiva a muy temprana edad. Efford (1967) consideró este suceso pedogenético como neotenia, sin distinguir entre madurez sexual precoz o retardo en las tasas de desarrollo corporal. Sin embargo, Ridley (1996) restringió el término neotenia para el retardo del crecimiento somático y denomina progénesis a la adquisición de desarrollo gonadal a temprana edad.

Las megalopas con papilas genitales bien desarrolladas observadas en *E. brasiliensis* indican que esta especie es progenética. Esto, sumado al hecho de las diferencias de proporciones mencionadas entre machos y hembras, permite asegurar que los tatucitos tienen marcado dimorfismo sexual en cuanto a tallas se refiere.

Ahora bien ¿es posible que dentro de los mecanismos evolutivos mencionados por Efford (1967) puedan incluirse reversión sexual y crecimiento diferencial para cada sexo? Díaz & Conde (1989) mencionan ambos hechos como algunos de los posibles responsables de la disparidad de proporciones sexuales entre los crustáceos. Ambas posibilidades deben ser testadas mediante estudios específicos para *E. brasiliensis*. Por ejemplo, sería interesante realizar análisis gonadales para compararlos con los resultados obtenidos por Subramoniam (1977; 1981). Este autor descartó primariamente la reversión de sexo para *E. asiatica* de acuerdo a datos de tallas, ya que a pesar de la dominancia de machos en las clases menores, también había hembras. En investigaciones realizadas en histología de gónadas se pudo observar que la población de *E. asiatica* constaba de machos que a través de hermafroditismo protándrico se transformaban en hembras, de hembras originadas por estos machos pero también de hembras originadas por megalopas. Es posible que esto ocurra también en *E. brasiliensis*.

Comportamiento y mortalidad diferenciales entre machos y hembras de crustáceos son otros de los mecanismos que Díaz & Conde (1989) indican como responsables de la disparidad sexual. Particularmente, se considera aquí que ambos ocurren en *E. brasiliensis*. En los trabajos de campo se observó en varias oportunidades que las hembras de gran tamaño son capaces de enterrar-

se más allá del alcance del corer (20 cm de profundidad). Los pequeños machos y las hembras de menor tamaño prueba este comportamiento con estudios experimentales en campo y laboratorio, ya que de corroborarse se obtendría una base más contundente para justificar la disparidad sexual en algunos meses del año. Por otra parte, las hembras de gran tamaño y principalmente las ovígeras parecen ser las preferidas por las aves que predan sobre la especie. Pero este efecto de predación sobre la población de hembras podría contrarrestarse con el mayor número de muertes en los tamaños menores en aquellas épocas del año donde las condiciones ambientales someten al hábitat a un mayor estrés (invierno y primavera). También este punto merece investigaciones específicas a modo de determinar qué procesos intervienen en la mortalidad de los tatucitos.

#### *Madurez de las hembras a través de caracteres sexuales secundarios*

De acuerdo a los análisis de varianza realizados sobre las categorías asignadas a las hembras se puede afirmar que cada carácter sexual secundario adjudicado a cada categoría fue el correcto. El largo de los pleópodos de las hembras, conjuntamente con la presencia de pelos en los mismos son criterios útiles para estudiar aspectos reproductivos de la especie. Asimismo se puede decir que las hembras parecen desarrollarse gradualmente hacia la madurez con signos externos claramente visibles de acuerdo a sus tallas y a la complejidad morfológica de sus pleópodos.

#### *Número de huevos*

El número de huevos y la tasa a la cual los huevos son producidos por las hembras podría ser característica de la especie y podría tener significancia para la estrategia del ciclo de vida. Generalmente el número de huevos producido por cada hembra está relacionado linealmente con el largo de su cuerpo (Sastry 1983). La correlación positiva hallada para *E. brasiliensis* entre número de huevos y largo y ancho del cefalotórax, ancho y largo del abdomen, indicaron que la especie no es excepcional.

#### *Ciclo de vida*

De acuerdo a todo lo expuesto se puede describir el ciclo de vida *E. brasiliensis*. Las megalopas arriban a las playas cuando las condiciones ambientales se tornan más propicias para el crecimiento y la alimentación gracias a la mayor influencia de aguas más cálidas. Las primeras en llegar son producto de: a) hembras que fueron fecundadas durante el invierno y que liberaron sus larvas en primavera por un lado y b) de larvas provenientes de otras poblaciones (probablemente desde otras playas de Uruguay y Brasil) que se dispersan con las corrientes costeras. Los machos reproductores originados en esta generación copularán con aquellas hembras provenientes de años anteriores, al menos de ocho meses de edad, y que de acuerdo a su tamaño son las que poseen máxima capacidad reproductiva. En este punto es de importan-

cia destacar que la edad hipotética de ocho meses como mínimo surge del hecho que la especie no recluta más cuando comienza mayor influencia de agua fría en la costa. Así, esas hembras fecundadas en pleno período de arribo de larvas a las playas son las que darán origen a aquellas larvas con las que se empezó a describir el ciclo. Se requiere de todas formas un análisis de tallas que cubran una escala temporal mayor que la que se presenta aquí.

#### **PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

Son muchos y muy variados los aspectos a desarrollar más profundamente en *E. brasiliensis*, en particular referente a su ecología trófica. Datos precisos sobre las mismas pueden incidir sobre el esclarecimiento, por ejemplo, de la preferencia de aguas cálidas para su reproducción. Gianuca (1983a) menciona que a veces es posible hallar a la diatomea *Asterionella glacialis* en el contenido estomacal de *E. brasiliensis*, representando ésta la única referencia sobre la alimentación de esta especie.

De la misma forma serían necesarios más estudios sobre la distribución a macro, mediana y pequeña escala, así como a lo largo del tiempo. Peluffo (1998) trabajó localmente a pequeña escala. Defeo & Cardoso (2002; 2004) hicieron lo propio a macroescala comparando distintos datos a nivel regional. Sin embargo, todavía se está muy lejos de determinar integralmente cómo funciona la compleja interrelación de parámetros ambientales que pueden llegar a influir en la distribución de la especie, y por tanto de sus comportamientos reproductivos. Estudios histológicos del desarrollo gonadal de la especie son imprescindibles y deberían estar aislados de los datos que se puedan obtener del ambiente. Las hipótesis sobre reversión de sexo, tantas veces planteadas para los hípidos, pueden encontrar más puntos para su discusión con análisis precisos en la biología y comportamiento de machos y megalopas. Serían de particular relevancia investigaciones sobre los procesos progenéticos en *E. brasiliensis*. De hecho, Delgado & Defeo (2006) corroboran la diferencia de tallas entre sexos para *E. brasiliensis* planteada aquí, e indican que los procesos involucrados pueden ser tanto progenéticos como neotéticos. Describen ejemplares en condiciones de intersexo y describen el ciclo de vida para poblaciones de tatucitos de la Barra del Chuy.

Es importante la carencia de conocimiento sobre la predación de la especie en las playas uruguayas. Este punto es especialmente importante al momento de considerar tanto el manejo como la conservación de la fauna local. Es muy posible que *E. brasiliensis* sea una fuente de alimento relevante para muchas especies de aves (e.g. *Larus dominicanus*, *Larus maculipennis*, *Arenaria interpres*, *Sterna* spp., *Charadrius* spp., *Haematopus palliatus*, *Vanellus chilensis*), así como para invertebrados intermareales (e.g. *Arenaeus cribarius*, *Olivancillaria vesica*) y aún peces. Sin embargo, la mortalidad de la especie debe también ser estudiada teniendo en cuenta los

parámetros físicos. Las tormentas sobre las playas de estas latitudes, así como las grandes bajantes, ocasionan gran número de decesos en las poblaciones de los cangrejos de arena.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La determinación del período reproductivo de una especie es información básica para la conservación y el manejo de cualquier fauna local. En el caso de *E. brasiliensis*, sería de suma relevancia debido a que la especie ocuparía un hipotético importante lugar en la cadena trófica de muchas de las especies de aves e invertebrados costeros de esta región. Por tanto, los resultados presentados en esta publicación se constituyen en el primer paso de un estudio exhaustivo a nivel local en la reproducción de *E. brasiliensis* en Uruguay.

Pero no menos importantes son otros datos obtenidos. ¿Qué plan de manejo y/o conservación puede ser exitoso sin información básica?. A esta pregunta retórica se deben agregar los demás resultados obtenidos. La bimodalidad de la estructura poblacional, la correlación positiva entre fecundidad y tamaño corporal de las hembras así como la reafirmación del dimorfismo sexual o aun de la confección de un ciclo de vida hipotético para *E. brasiliensis* necesariamente aportan al conocimiento global de los complejos procesos bióticos que ocurren en la costa uruguaya.

En lo que a Cabo Polonio respecta, es una localidad donde la carga turística se constituye en uno de los principales factores de riesgo para la conservación. Tan es así que pobladores han puesto en vigencia un plan de ordenamiento territorial y ambiental que apunta hacia la obtención de la categoría de Área Protegida para el lugar. El mismo tiene como objetivo primario el conocimiento integral de la biota local así como su conservación. Al igual que lo que ocurre en muchos lugares de la costa uruguaya, es escasísimo el trabajo científico exhaustivo llevado a cabo en invertebrados. Se considera aquí que esta publicación es una de las tantas necesarias para lograr una mejor comprensión y por tanto un mejor cuidado y manejo de la biota que enriquece a Cabo Polonio y a la costa uruguaya en general.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer una vez más a los colegas que de alguna forma ayudaron en la obtención de datos, tanto en laboratorio como en los fríos días de salidas de campo. A Fabrizio Scarabino por la oportunidad que me brindó y por su dedicación a la zoología, a los Dres. Luis Giménez y Bea Yannicelli (mi inolvidable primer equipo de playas), a Paula, a Joaquín y Juan Peluffo.

## REFERENCIAS

**Adiyodi RG & T Subramoniam** 1983 Arthropoda Crustacea. Pp 443-495 *In*: Adiyodi & Adiyodi (eds) Reproductive biology of invertebrates 1(18):Oogenesis, oviposition and oosorption. Wiley & Sons Ltd, New York

**Brazeiro A** 2005 Geomorphology induces life history changes in invertebrates of sandy beaches: the case of the mole crab *Emerita analoga* in Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85:113-120

**Brown AC & A McLachlan** 1990 Ecology of sandy shores. Elsevier, Amsterdam. 328 pp

**Corey S & DM Reid** 1991 Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana* 60(3):270-294

**Defeo O** 1996 Recruitment variability in sandy beach macrofauna: much to learn yet. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:615-630

**Defeo O & R Cardoso** 2002 Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. *Marine Ecology Progress Series* 239:169-179

**Defeo O & R Cardoso** 2004 Latitudinal patterns in abundance and life-history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* on South America sandy beaches. *Diversity & Distributions* 10:89-98

**Defeo O Gómez J & D Lercari** 2001 Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 212:159-170

**Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of macrofauna on the Atlantic Coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8(4):830-839

**Delgado E & O Defeo** 2006 A complex sexual cycle in sandy beaches: the reproductive strategy of *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Anomura). *Journal of the Biological Association of the United Kingdom* 86:361-368

**Dias L** 1987 Desenvolvimento pos-embrionario de *Emerita brasiliensis* obtido em condições artificiais (Crustacea, Decapoda, Hippidae). Tesis de Maestría, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo. 125 pp. (Inédita)

**Díaz H** 1980 The mole crab *Emerita talpoida*: a case of changing life history pattern. *Ecology Monographs* 50(4):437-456

**Díaz H & JE Conde** 1989 Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science* 45(1):148-163

**Dugan J Wenner A & D Hubbard** 1991 Geographic variation in the reproductive biology of the sand crab *Emerita analoga* on the California coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 150:63-81

**Efford I** 1966 Feeding in the sand crab *Emerita analoga*. *Crustaceana* 10:167-182

**Efford I** 1967 Neoteny in sand crabs of genus *Emerita* (Anomura, Hippidae). *Crustaceana* 13:81-93

**Efford I** 1976 Distribution of the sand crabs in the genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana* 30(2):169-183

**Escofet A Gianuca N Maytía S & V Scarabino** 1979 Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29° y 43° S: Consideraciones generales y esquema biocenológico. Pp 245-258 *Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur* (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO-ORCYT

**Fusaro C** 1980 Temperature and egg production by the sand crab, *Emerita analoga* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana* 38(1):55-60

**Gianuca NM** 1983a A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. Pp 413-419 *In*: McLachlan & Erasmus (eds) *Sandy Beaches as Ecosystems*. W. Junk, The Hague

**Gianuca NM** 1983b Ciclo de vida de *Emerita brasiliensis* (Decapoda, Hippidae), en las playas arenosas del extremo sur del Brasil.

- VIII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica (Montevideo, 28 de noviembre-2 de diciembre de 1983):134
- Giménez L & B Yannicelli** 1997 Variability of zonation patterns in temperate microtidal uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Marine Ecology Progress Series* 160:197-207
- Hartnoll RG & AD Bryant** 1990 Size-frequency distributions in decapod Crustacea: the quick, the dead and the cast-offs. *Journal of Crustacean Biology* 10(1):14-19
- Haynes E Karinen JF Watson J & D Hopson** 1976 Relations of number of eggs and egg length to carapace width in the brachyuran crabs *Chionectes bairdi* and *C. opilio* from the southeastern Bering Sea and *C. opilio* from the Gulf of St. Lawrence. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33(11):2592-2595
- Leme MH** 1995 Ecología populacional de *Aratus pisonii* (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) em uma área estuarina do litoral norte paulista. Tesis de Maestría, Universidad Estadual Paulista. 74 pp. (Inédita)
- Lercari D & O Defeo** 1999 Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49:457-468
- McArdle S & A McLachlan** 1992 Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. *Journal of Coastal Research* 8(2):398-407
- McLachlan A** 1988 Behavioural adaptations of sandy beach organisms: an ecological perspective. Pp 449-475 *In: Chelazzi & Vannini* (eds) Behavioral adaptation to intertidal life. Plenum Publishing Corporation
- Negreiros-Franzoso ML & A Franzoso** 1992 Estrutura populacional e relação com a concha em *Pagurites tortugae* (Decapoda, Diogenidae) no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia* 17:31-42
- Peluffo E** 1998 Distribución espacio-temporal, estructura poblacional y reproducción del tatucito *Emerita brasiliensis* (Decapoda, Hippidae) en playas de Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 86 pp. (Inédita)
- Pinheiro M** 1991 Distribuição e biologia populacional de *Arenaeus cribarius* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na enseada de Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. Tesis de Maestría, Universidad Estadual Paulista. 108 pp. (Inédita)
- Ridley M** 1996 Evolution (2da. Edición) Blackwell Science, Cambridge. 719 pp
- Sastre MP** 1990 Relationships between life history stages and population fluctuations in *Emerita portoricensis*. *Bulletin of Marine Science* 47(2):526-535
- Sastre MP** 1991 Sex specific growth and survival in the mole crab *Emerita portoricensis*. *Journal of Crustacean Biology* 11(1):103-112
- Sastry AN** 1983 Ecological aspects of reproduction. Pp 179-270 *In: Vernberg* (ed) The biology of Crustacea 8:Environmental adaptations. Academic Press, New York
- Shelton C & PB Robertson** 1981 Community structure of intertidal macrofauna on two surf-exposed Texas sandy beaches. *Bulletin of Marine Science* 31(4):833-842
- Shepherd RA Knott B IG Elliott** 1988 The relationship of juvenile southern mole crabs *Hippa australis* to surficial swash water-circulation over several diurnal spring-tide cycles during winter conditions on a micro-tidal beach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 121:209-225
- Sokal RR & FJ Rohlf** 1979 Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume, Madrid. 832 pp
- Subramoniam T** 1977 Aspects of sexual biology of the anomuran crab *Emerita asiatica*. *Marine Biology* 43:369-377
- Subramoniam T** 1981 Protandric hermaphroditism in a mole crab *Emerita asiatica*. *Biological Bulletin* 160:161-174
- Swibanks DD** 1982 Intertidal exposure zones: a way to subdivide the shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 62:69-86
- Tomikawa N & S Watanabe** 1992 Reproductive ecology of the xanthid crab *Eriphia smithii* McLeay. *Journal of Crustacean Biology* 12(1):57-67
- Veloso VG & K Calazans** 1992 Descrição dos estagios larvais de *Emerita brasiliensis* obtidos de amostras do plancton. *Nerítica* 7(1-2):133-144
- Wenner A & S Haley** 1981 On the question of sex reversal in mole crabs (Crustacea, Hippidae). *Journal of Crustacean Biology* 1(4):506-517
- Wenner A Fusaro C & A Oaten** 1974 Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Canadian Journal of Zoology* 52(9):1095-1106
- Wenner A Page H & P Siegel** 1985 Variations in size at onset of egg production. Pp 149-164 *In: Wenner* (ed) Factors in adult growth. Balkema, Rotterdam
- Wenner A Ricard Y & J Dugan** 1987 Hippid crab population structure and food availability on Pacific shorelines. *Bulletin of Marine Science* 41(2):221-233
- Zar JH** 1984 Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New York. 622 pp

## Invertebrados bentónicos de La Paloma (Rocha, Uruguay)

MARIO DEMICHELI & FABRIZIO SCARABINO\*

\*fscara@gmail.com



### RESUMEN

Se presenta una revisión y nueva información sobre faunística y ecología de invertebrados intermareales-submareales de La Paloma (Rocha, Uruguay). Cinco asociaciones que probablemente se desarrollaron en el puerto luego de su construcción (1910-1914) son mencionadas. El cambio en la dinámica hidrológica del lugar determinó que cuatro de estas comunidades estén/estuvieran representadas por especies reconocidas en la costa atlántica uruguaya, generalmente en profundidades mayores, y la formación de un hábitat estuarino. Dos de estas asociaciones no existen por modificaciones posteriores a 1976, que implicaron sustitución del sedimento por ampliación de la escollera y remoción del fondo por dragado y mayor tráfico de barcos. Los macroinvertebrados mayores de fondos arenosos de las bahías Grande y Chica incluyen al gasterópodo *Olivancillaria carcellesi* y al poliqueto *Diopatra viridis*, mientras que aquellos al S y NW del Faro (>10 m) se corresponden con una asociación conocida para Mar del Plata (Argentina). El conocimiento actual pero escaso de las especies habitantes de sustratos consolidados de La Paloma indica que no difieren mayormente de las conocidas para otras puntas rocosas de la costa atlántica uruguaya. Se insiste en la necesidad de ampliar el conocimiento faunístico del bentos de la zona de estudio, en particular de los poliquetos, de la macrofauna menor y del meiobentos. Se sugiere el abordaje integral de estudio y conservación de la punta rocosa "El Cabito".

**Palabras clave:** Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Decapoda, southwestern Atlantic

### INTRODUCCIÓN

El bentos de la costa atlántica uruguaya se ha estudiado en forma dispar y generalmente muy limitada. La localidad de La Paloma (Dpto. de Rocha) ha recibido desde principios del siglo XX la atención de investigadores interesados en esa temática. Los principales antecedentes (aunque restringidos a playas arenosas) son Scarabino *et al.* (1974), Demicheli (1987) y Defeo *et al.* (1992), aunque los dos últimos trabajaron en la Playa Solari-Anaconda, adyacente al área cubierta por el presente artículo. Maytía & Scarabino (1979) establecieron características generales de la zonación de invertebrados de las puntas rocosas de la costa uruguaya, incluyendo numerosas observaciones efectuadas en La

### ABSTRACT

A review and new data on faunistics and ecology of supratidal-subtidal benthic invertebrates of La Paloma (Rocha, Uruguay) is presented. Five soft bottom communities that probably developed in the port after its construction (1910-1914) are mentioned. The change in the hydrological dynamics of that locality determined that four of these communities are/where represented by species already known in the Uruguayan Atlantic coast generally in deeper waters and the formation of an estuarine habitat. Two of these no longer exist due to modifications after 1976, which implied substitution of sediment by the enlargement of the breakwater and removal of bottom sediments by dredging and enhancement of ship traffic. The major macroinvertebrates inhabiting sandy bottoms of the Grande and Chica bays includes the gastropod *Olivancillaria carcellesi* and the polychaete *Diopatra viridis*, while S and SW off Faro (>10 m) match an association known for Mar del Plata (Argentina). The current but scarce knowledge of the species inhabiting hard substrata at La Paloma indicates that these basically correspond to those referred for other rocky points of the Uruguayan Atlantic coast. The need to expand the taxonomic and faunistic knowledge of the benthos of this area is stressed, particularly that of polychaetes, the smallest macrofauna and the meiobenthos. It is suggested an integrated approach of study and conservation of the rocky point "El Cabito".

**Key words:** Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Decapoda, Atlántico Sudoccidental

Paloma. El resto de la información se encuentra dispersa en numerosos artículos, generalmente en el marco de estudios taxonómicos o faunísticos y se refieren mayormente a moluscos (e.g. Barattini & Ureta 1961; Figueiras & Sicardi 1969; 1971; 1972; 1973a; 1973b; 1974; 1980a; 1980b).

Desde 1965 uno de los autores (MD) realizó observaciones y muestreos del zoobentos en La Paloma, los que brindaron información variada y en algunos casos preliminar, la cual es condensada en el presente trabajo junto a la información bentónica previamente publicada para esta localidad. Se presentan en ese contexto prioridades y perspectivas de investigación e implicancias para la conservación.

## ÁREA DE ESTUDIO

### Geología, geomorfología y vientos

El Balneario La Paloma se asienta sobre el Cabo de Santa María (Fig. 1). Desde las originalmente Isla Grande (Paloma), Islote y fondos adyacentes hasta el Faro, el sustrato rocoso está dominado por canaletas paralelas a la costa (dirección NE-SW). Desde el Faro y hasta el Puerto de los Botes, las canaletas son perpendiculares a la costa, que adquiere dirección mayormente SE-NW. Esta característica conformación geológica está compuesta por filitas lutíticas alternadas por filitas alveoladas (Chebataroff 1972). Generalmente, la arena gruesa ocupa el espacio entre las canaletas, junto a rocas de diverso tamaño.

también de las cuencas atlánticas que se mezclan con las aguas presentes en la plataforma (Jackson 1985; Lima *et al.* 1996; Garcia 1998; Ortega & Martínez en prensa). En el comportamiento anual de la temperatura del agua se observa un período estival cálido (20-21°C) y un período invernal (12-14°C) (ver Mazzeta & Gascue 1995). Estos rangos concuerdan a modo general con lo registrado por Brazeiro *et al.* (1997), Guerrero *et al.* (1997a; 1997b) y Ferrari & Pérez (2002). Estas diferencias estacionales están relacionadas no solo con la diferencia estacional en la radiación solar sino también a la mayor o menor influencia de las masas de agua de la plataforma. Un caso particular de influencia de aguas oceánicas cálidas sobre la costa se da cuando la descarga del Río de la Plata se ve



Figura 1. Balneario La Paloma/Cabo de Santa María: área de estudio y localidades mencionadas en el texto.

Los vientos predominantes durante el verano provienen del E-NE, mientras que en invierno lo hacen del SW ("pampero"). Las mareas astronómicas son de escasa amplitud (0.3 m) y resultan frecuentemente encubiertas por las mareas eólicas (1 m), producidas por vientos del SE ("sudestadas") que alcanzan 90 km h<sup>-1</sup>. El impacto de los mismos provoca remoción del fondo marino somero y el avance del mar sobre la costa. Los vientos del NW y W determinan bajantes.

### Características oceanográficas (por Leonardo Ortega)

El mar de la plataforma continental uruguaya se caracteriza por la presencia e interacción de aguas oceánicas frías (Aguas Subantárticas) que dominan en invierno-primavera, aguas oceánicas cálidas (Aguas Tropicales y Subtropicales) con mayor influencia durante verano-otoño y aguas estuariales provenientes de la descarga del Río de la Plata (i.e. Paraná, Río Negro y Uruguay), pero

reducida significativamente y vientos de componente S-SE advectan estas aguas sobre la costa uruguaya, elevando considerablemente los valores de temperatura respecto a los valores esperados en La Paloma a mediados de abril de 2004 (Demicheli *et al.* en prensa).

El ciclo anual de la variación de la salinidad en la costa uruguaya está regido fundamentalmente por la variación del caudal medio del Río de la Plata (Mazzeta & Gascue 1995), aunque también influyen en la distribución horizontal de la salinidad superficial el balance de los vientos hacia o desde la costa y la fuerza de Coriolis (Guerrero *et al.* 1997a). Las aguas asociadas a la costa de La Paloma caen dentro de la clasificación de Aguas Costeras debido a sus características halinas i.e. S<33.2 (*sensu* Guerrero & Piola 1997). En La Paloma se distingue un período estival (diciembre-enero) con máximos valores medios de salinidad (32.5 y 30.5 en 1955-1960 y 1981-1986 respectivamente) y un período invernal (ju-

nio-julio) donde se registran los valores medios más bajos (27 y 23 para estos periodos respectivamente) (ver Mazzeta & Gascue 1995). Según estos autores la disminución de la salinidad media observada en el Puerto de La Paloma estaría condicionada por la actividad de las instalaciones de procesamiento pesquero construidas en esta zona a comienzos de 1980. Ferrari & Pérez (2002) describen rangos de 13.7 a 32.4 para agosto de 1993-setiembre de 1994 para la zona costera de La Paloma, concordando lo descrito por Guerrero *et al.* (1997a; 1997b) para la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en las estaciones de muestreo cercanas a la costa de La Paloma. Durante los periodos cálidos relacionados con El Niño Southern Oscillation (ENSO) el aporte de aguas continentales es significativamente mayor, disminuyendo significativamente la salinidad de las aguas superficiales y subsuperficiales de la plataforma uruguaya (Ortega & Martínez en prensa). Un caso particular es el de 1998 donde se registró el caudal medio anual máximo del Río Uruguay ( $10.700 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ ; Nagy *et al.* 2002), lo cual provocó una drástica disminución de la salinidad en la costa uruguaya, llegando a valores de 5 en La Paloma en los primeros días de mayo de 1998. Esto causó mortandad de organismos bentónicos (Riestra *et al.* 1998). Otra mortandad asociada a un fuerte desenso de salinidad fue registrada por M. Demicheli en julio de 2002.

#### Puerto de La Paloma

Es un pequeño puerto pesquero cuya construcción comenzó a principios del siglo XX. Ocupa el extremo S del arco arenoso donde Punta Rubia es el límite N. Varese (2001) reprodujo una carta geográfica de 1831 donde se muestra la conformación original de la zona. La construcción de la primera escollera (580 m) data del período 1910-1914, lo que determinó la unión por relleno artificial del Islote con la Isla Grande (o de la Paloma). A partir de dicha construcción, un canal existente en la Bahía Grande y el actual puerto se fue rellenando naturalmente y finalmente en forma artificial (1921-1923?), determinando un único tómbolo (Queheille 1941). La unión definitiva entre la Isla Grande y La Paloma se efectuó en 1945-1946 con la ampliación de la vía ferroviaria hasta el muelle de madera aún existente (A Pose com. pers.). En el extremo SW de La Aguada comenzó la acumulación de arena, avanzando sobre el puerto y formando un banco de arena fina ("El Banquito"), de 0-2 m de profundidad (Fig. 2a). Hasta los 4 m existe un beril que cae abruptamente y está formado por arena fangosa. Entre 4 y 5 m el fondo era de fango compacto. En el extremo SE del puerto (dársena, 2-4 m), si bien no se realizaron medidas de salinidad, a través de varias especies indicadoras se detectó un hábitat estuarino, cuya formación probablemente se debió a la acumulación de agua freática (Fig. 2b). Aquí el fondo es de fango muy fluido y anóxico. Al costado de la escollera existía un extenso banco de arena gruesa hasta los 2 m de profundidad, que se continuaba con un beril pronunciado de

arena gruesa y fango (Fig. 2a y 2b). Desde su construcción y hasta la década de 1970, el único muelle de madera sirvió para el amarre de una reducida flota de barcas de pesca costera. Un muelle anterior fue sepultado por "El Banquito" y servía para la descarga de mercaderías y materiales de construcción (Jackson 1988; A. Pose com. pers.). En 1976-1977 se amplió la escollera hasta su longitud actual (ca. 700 m), se construyó un muelle de material y se comenzó el dragado periódico del canal de acceso. Barcos de pesca industrial comenzaron a ocupar el puerto, con una actividad pico durante la década de 1980, que aún se mantiene. Este tránsito tiene un evidente impacto en las características del fondo del canal, que pasó a consistir en fango fluido, producto de la periódica remoción generada por las corrientes de las hélices. La ampliación de la escollera implicó el relleno lateral de la misma con materiales que incluían greda, luego consolidada con otros materiales por compresión de las máquinas transportadoras de bloques. Esto suplantó los fondos de arena gruesa inmediatos.

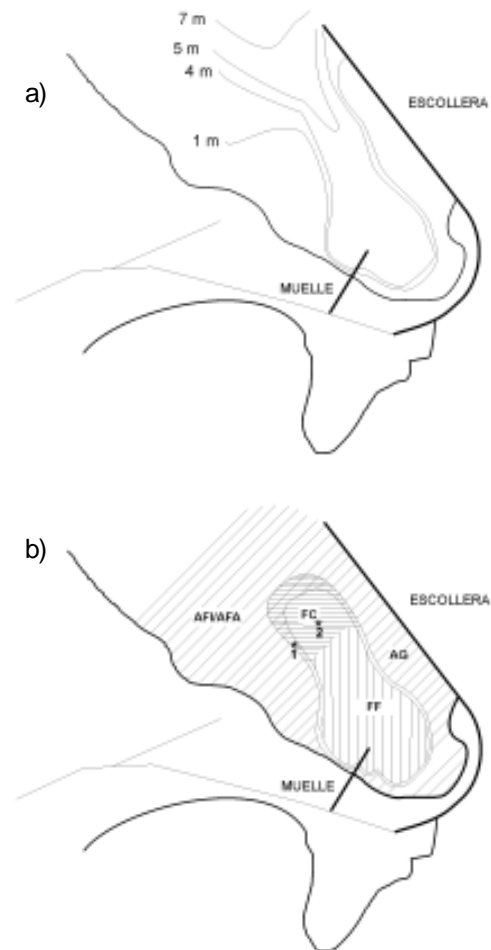


Figura 2. Conformación batimétrica (a) y sedimentológica (b) del Puerto de La Paloma a principios de la década de 1970. AFI/AFA: arena fina/arena fangosa; AG: arena gruesa; FC: fango compacto; FF: fango fluido. Se indica la ubicación de las estaciones 1 y 2 (MD, 1975).



### Bahía Grande y Bahía Chica

Arena mixta ocupa la mayoría de la playa y fondos de la primera, pero hacia el NE se encuentra un pequeño depósito fangoso. La fuerte corriente que se constata en el canal Bahía Grande-Bahía Chica ("Boca Chica") origina una granulometría gruesa (arena gruesa y guijarros). Los fondos de la Bahía Chica incluyen arena fina, gruesa, mixta y bloques, mientras que la playa es de arena gruesa. También existe un fondo de fango gris con poca arena y conchilla que parecería formarse por el arrastre de partículas finas ocurrido durante lluvias y producto del drenaje vial. En este sentido, es probable que este fondo comenzara a formarse a partir de la década de 1950, fecha en que se realizó el asfaltado. Existen restos de un pequeño muelle construido en la década de 1930 ("Pesquerito"), al costado del cual existen depósitos de arena gruesa con mucha materia orgánica y fuertemente anóxicos, producto de la acumulación y degradación de macroalgas.

### Faro-Puerto de los Botes

Las fuertes corrientes en ambas zonas determinan que las pequeñas playas existentes entre las canaletas sean de granulometría gruesa (arena gruesa, conchilla y guijarros), siendo la mayor de ellas la Playa La Balconada, la que recibe un fuerte impacto turístico estival. El sector W de esta playa y El Cabito conformarían lo que Barattini & Ureta (1961) denominaron Playa Solari (de acuerdo al mapa proporcionado por estos autores), nombre que actualmente se aplica a una zona al E del Puerto de los Botes. Entre 6 y 10 m de profundidad existen sectores de arena fina frente al Cabito.

### METODOLOGÍA

En el período 1965-2004, el primer autor realizó durante el verano colectas en la resaca y buceo en apnea hasta 10 m en playas y fondos inmediatos de La Paloma. A partir de 1975, estas observaciones se extienden a por lo menos cuatro días del invierno cada año. Salvo el muestreo detallado en el puerto, generalmente no se efectuaron colectas de macrofauna menor, la cual es muy abundante entre las algas y mitílidos.

En enero de 1974 se realizó un muestreo piloto para el reconocimiento inicial de los fondos y fauna presente (0.5-5 m) en la Bahía Chica, Bahía Grande y Puerto de La Paloma. Los poliquetos resultantes de ese muestreo, determinados en 1975 con la asistencia de Lobo Orensanz, resultaron mayormente desconocidos para la región. Ese material y determinaciones, parcialmente publicado por Salazar-Vallejo & Orensanz (1991), se encuentra depositado en el Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (MNHNM, Montevideo) y sirvió de base para la clasificación de los poliquetos de un muestreo posterior (ver más abajo). Material del resto de los taxa considerados en este trabajo se encuentran igualmente depositados en las colecciones del MNHNM y en la colección particular de MD. Al citar referencias previas de especies para La Paloma o una localidad más específica se

obviaron aquellas que se han podido verificar personalmente con nuevos hallazgos o material depositado en dichas colecciones.

En enero-febrero de 1975 se realizó (MD) un muestreo dentro del puerto, que abarcó dos tipos de fondos previamente identificados: arena fangosa (estación 1, 2.75-3 m) y fango (estación 2, 4-4.75 m). En cada una de las estaciones se muestreó 0.5 m<sup>2</sup> mediante buceo, utilizando un cilindro de acero (diámetro=17.84 cm; área=1/40 m<sup>2</sup>; altura=16 cm hasta las asas; volumen útil=1/250 m<sup>3</sup>). Dentro de un radio de 5 m desde un punto fijado como centro de la estación se tomaron 20 cilindros al azar. La parte superior del cilindro está cubierta por una malla metálica cuyas aberturas tienen 1 mm de diagonal. Un mango, unido por una cuerda al borde inferior del cilindro, facilitó la extracción del sedimento. El cilindro se encerró en una bolsa plástica y fue transportado hasta la embarcación, donde el sedimento fue tamizado con la misma malla que cubre el cilindro.

Buceos que implicaron reconocimiento general del tipo de fondo y parte de la fauna presente (*ad libitum*) fueron realizados en diferentes sectores de puerto en 1980, 1983, 1990-1991 y 1998.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Comunidades de sustratos inconsistentes

##### *Puerto de La Paloma*

El reparo producido por la escollera permite el desarrollo de una área de moda protegida, la depositación de sedimentos finos y el ascenso batimétrico de especies que en el resto de la costa uruguaya habitan a mayor profundidad.

##### *"El Banquito"*

En el supralitoral habita el decápodo *Ocyropode quadrata*, pero con marcadas diferencias de abundancia entre años.

Hasta la ampliación del puerto (1976-1977), los siguientes gasterópodos carnívoros formaban parte notable de la comunidad del submareal más somero: *Buccinanops duartei*, *Buccinanops monilifer*, *Buccinanops cochlidium*, *Buccinanops uruguayensis*, *Olivancillaria urceus*, *Olivancillaria deshayesiana*, *Olivancillaria uretai*, *Olivella puelcha* y *Parvanachis* sp.; *Terebra gemmulata* y *Turbonilla uruguayensis* eran menos abundantes. Las dos primeras especies fueron observadas con sus puestas. No se ha encontrado viviente *Amalda josecarlosi*, citada por Figueiras & Sicardi (1973b, pero ver Pastorino 2003) probablemente en base a conchillas vacías. Entre los bivalvos se encontraban en forma más abundante *Solen tehuelchus*, *Corbula caribaea*, *Mactra marplatensis*, *Tellina sandix*, *Tellina gibber*, *Tivola zonaria*, y *Amiantis purpurata*, mientras que *Tellina petitiana* y *Adrana electa* eran menos frecuentes.

*Ovalipes trimaculatus* y *Pagurus criniticornis* eran decápodos abundantes, registrándose también *Pagurus exilis*, *Austinixa patagoniensis* (Fennuci 1975) y *Sergio mirim* (Ferrari 1981). Se han registrado también para esta localidad la anémona *Neoparacondylactis haraldoi*, así como

los poliquetos *Lamellelepepethus orensanzii*<sup>1</sup>, *Diopatra viridis*, *Australonuphis casamiquelorum* y *Loandalia tricuspis* (Orensanz 1974; Pettibone 1986; Salazar-Vallejo & Orensanz 1991).

Aunque no se efectuó un nuevo muestreo sistemático, observaciones esporádicas posteriores sugieren que toda la comunidad sufrió un empobrecimiento en términos de abundancia, producto de los cambios ocurridos después de 1976.

El berberecho enano *Donax gemmula* (ver Scarabino *et al.* en este volumen b) fue hallado en abundancia en la resaca de esta localidad en ocasión de la mortandad de julio de 2002, y por las características ecológicas de esta especie, se considera que se trataba de ejemplares que se encontraban viviendo en "El Banquito".

Durante los meses de verano se han detectado concentraciones importantes del camarón *Farfantepenaeus paulensis* (MD obs. pers.; G. Fabiano com. pers.).

### Beril

Las especies de moluscos de la estación 1 (Tabla 1) son mayormente típicas de fondos fangosos, arenosos o ambos (Scarabino *et al.* en este volumen a y b).

La mayoría de las especies de poliquetos registradas aquí son primeras referencias para la costa uruguaya (ver Scarabino en este volumen); la relevancia de este grupo tanto a nivel de riqueza de especies como de abundancia de ejemplares (ver Tabla 1) destaca su enorme importancia y la escasa investigación al respecto realizada hasta el momento en la costa uruguaya. Varias de las especies indeterminadas corresponden a grupos particularmente inusuales.

La elevada densidad de crustáceos que se registró en la estación 1 corresponde en gran parte a un reclutamiento megalopas del decápodo *Cyrtograpsus altimanus* (202 ind.m<sup>-2</sup>). Estas larvas fueron poco abundantes en la estación 2, señalando su selectividad respecto a las características del sedimento.

### Fondo del canal

En la entrada del puerto se desarrollaba la asociación de fondos fangosos descrita por Cachés (1980) para frente a Maldonado y Rocha a partir de 20 m, implicando un ascenso batimétrico de ca. 15 m para esta asociación, que no se encuentra a las profundidades aquí registradas en el resto de la costa uruguaya.

Las únicas especies de poliquetos citadas por Cachés (1980) son las de mayor tamaño y/o abundancia: *Kinbergonuphis* sp. y *Praxillella* sp. (ver Tabla 2); esto limita las comparaciones con la comunidad del Puerto.

Todas las especies de bivalvos presentes no alcanzaban los mismos tamaños que poseen a partir de 20 m, indicando que el puerto representaba para ellas un am-

**Tabla 1.** Resultados cuali-cuantitativos del muestreo de 1975 (Estación 1).

Clase/especie	# Ind/0.5 m <sup>2</sup>
<b>Polychaeta</b>	601
<i>Ninoe brasiliensis</i>	149
<i>Euzonus</i> sp.	120
Paraonidae indet.	79
<i>Loandalia tricuspis</i>	50
Indet.	50
<i>Praxillella</i> sp.	22
Goniadidae indet.	21
<i>Scoloplos</i> sp.	15
<i>Glycera americana</i>	13
<i>Amphicteis</i> sp.	12
<i>Phylo</i> sp.	9
<i>Allitta succinea</i>	9
<i>Aglaophamus</i> sp.	7
Indet.	6
Indet.	5
Oeononidae indet.	4
<i>Paraprionospio</i> sp.	4
<i>Eteone</i> sp.	4
<i>Sigambra tentaculata</i>	3
Hesionidae indet.	3
Indet.	3
" <i>Eunoe?</i> " sp.	2
Indet.	2
<i>Diopatra viridis</i>	1
Indet. (7 spp.)	1 c/sp.
<b>Bivalvia</b>	87
<i>Corbula caribaea</i>	24
<i>Macoma uruguayensis</i>	16
<i>Bushia rushii</i>	13
<i>Corbula patagonica</i>	12
<i>Pitar rostratus</i>	6
<i>Tellina gibber</i>	2
<i>Maetra marplatensis</i>	1
<i>Crassinella maldonadoensis</i>	1
<i>Periploma ovatum</i>	1
<b>Gastropoda</b>	89
<i>Parvanachis</i> sp.	45
<i>Turbonilla uruguayensis</i>	16
<i>Buccinanops monilifer</i>	11
<i>Heleobia</i> sp.	7
<i>Olivancillaria uretai</i>	5
<i>Buccinanops uruguayensis</i>	3
<i>Olivancillaria urceus</i>	2
<b>Crustacea</b> (6 spp)	130

biente subóptimo. De éstas, *Malletia cumingii*, *Ennucula uruguayensis* y *Periploma compressum* poseen un alto grado de fidelidad al fango, *Pitar rostratus*, *Corbula patagonica* y *Macoma uruguayensis* pueden ser consideradas iliófilas preferenciales. El resto de los moluscos hallados son eurioicos al respecto de afinidad sedimentológica (Scarabino *et al.* este volumen a y b). De los micromoluscos hallados en el muestreo sólo *Parvanachis* sp. se encuentra en la asociación frente a Maldonado (FS obs. pers.). El bivalvo *Nuculana whitensis* y el decápodo *Libinia spinosa*, componentes recurrentes de la asociación, no fueron obtenidos en el muestreo (ver Tabla 2), pero se los colectó en otras oportunidades. El registro sin detalle efectuado

<sup>1</sup> *L. orensanzii* es conocida únicamente de su localidad tipo, que fue incorrectamente detallada en la descripción original, corrigiéndose aquí a: El Banquito, Puerto de La Paloma, Depto. de Rocha (Uruguay), 0,5 m de profundidad, arena fina, M. Demicheli col., 31 de enero de 1974.

**Tabla 2.** Resultados cuali-cuantitativos del muestreo de 1975 (Estación 2).

Clase/especie	# Ind/0.5 m <sup>2</sup>
<b>Polychaeta</b>	766
<i>Kinbergonuphis</i> sp.	380
<i>Ninoe brasiliensis</i>	88
<i>Scoloplos</i> sp.	72
<i>Sigambra tentaculata</i>	72
<i>Alitta succinea</i>	48
<i>Praxillella</i> sp.	30
<i>Phylo</i> sp.	24
<i>Loandalia tricuspis</i>	21
Indet.	10
Indet.	6
Indet.	6
<i>Diopatra viridis</i>	2
<i>Amphicteis</i> sp.	1
<i>Aglaophamus</i> sp.	1
Indet.	1
<b>Bivalvia</b>	101
<i>Pitar rostratus</i>	45
<i>Corbula patagonica</i>	24
<i>Ennucula uruguayensis</i>	16
<i>Macoma uruguayensis</i>	12
<i>Periploma compressum</i>	2
<i>Malletia cumingii</i>	1
<i>Abra</i> sp.	1
<b>Gastropoda</b>	80
<i>Parvanachis</i> sp.	56
<i>Turbonilla uruguayensis</i>	22
<i>Heleobia</i> sp.	2
<b>Crustacea</b> (9 spp.)	50
<b>Otros</b> (2 spp.)	2

por Salazar-Vallejo & Orensanz (1991) para el poliqueto pilárgido *Cabira incerta* debe atribuirse a esta localidad y hábitat.

Con las modificaciones ocurridas en el puerto a partir de 1976, esta asociación desapareció, siendo suplantada por un denso banco del bivalvo *Mactra isabelleana* cuya detección se efectuó en 1990-1991.

#### Otros fondos inconsistentes dentro del puerto

La comunidad que se desarrollaba sobre los fondos de arena gruesa contiguos a la escollera incluía a un decápodo Callianassidae indeterminado, al bivalvo *Glycymeris longior* y a *D. viridis*. Este último era objeto de una intensa pesca artesanal para su uso como carnada de pesca. La presencia de Callianassidae y *G. longior* a esta profundidad era atípica para lo conocido en el resto de la costa. El poliqueto *Scoletoma tetraura*, detectado en una variedad de sustratos a lo largo de su distribución incluyendo La Paloma (Orensanz 1973b; MD obs. pers.), también habitaba estos fondos, muestreados en 1974 y confirmada su desaparición en 1980 y 1998.

En el interior del puerto (dársena) se desarrollan asociados al hábitat estuarino el gasterópodo *Heleobia* sp., el bivalvo *Tagelus plebeius* y el poliqueto *Alitta succinea*. Esta comunidad no ha sufrido cambios mayores con la ampliación de la escollera, habiendo sido muestreada en 1974 y 1983; la aparición de conchillas con perióstraco de

las especies de moluscos es persistente hasta ahora como componente de la resaca de la playa interior del puerto.

Contra el muelle se encontró el bivalvo *Raeta plicatella* (fines de década de 1960) y bajo el mismo se detectó en una sola oportunidad una población de *Atrina seminuda* (1-2.5 m, marzo 1971)<sup>2</sup>. Varios ejemplares adultos de *Mactra janeiroensis* fueron hallados muertos aquí en 1968, con valvas conjugadas y restos de partes blandas. Se desconoce si se trataba de ejemplares que reclutaron en ese lugar o que fueron desechados por pescadores.

Entre el muelle y "El Banquito", a 2 m y con fondo de fango, fueron encontrados (1973) poliquetos quetoptéridos indeterminados que albergaban en el interior de sus tubos al anomuro *Polyonyx gibbesi*.

No se ha podido ubicar el hábitat de los bivalvos *Venus antiqua*, *Phlyctiderma semiaspera*, *Strigilla carnaria*, *Lyonsia alvarezii* y *Thracia similis*, que aparecen en forma recurrente con las valvas conjugadas en la resaca de la playa interior del puerto, indicando su presencia permanente aquí. Probablemente ocupen fondos arenofangosos. Casi todas estas especies han sido detectadas vivientes en la Bahía de Maldonado (ver Scarabino *et al.* en este volumen b), lo que indicaría que la presencia de las mismas en zonas someras está asociada a ambientes protegidos.

Las siguientes especies de moluscos han sido citadas para la resaca del puerto, sin que haya sido posible su verificación como vivientes dentro o en las inmediaciones del mismo: *Caecum pulchellum*, *Macromphalina argentina*, "*Triphora pulchella*", *Triphora medinae*, *Eulima* spp., *Melanella* spp., *Iselica anomala*, *Volvouella persimilis*, *Acteocina bidentata*, *Pleuromeris sanmartini*, *Graptacme calama* y *Polyschides tetraschistus* (Barattini & Ureta 1961; Scarabino 1971; 1973; Figueiras & Sicardi 1972; 1974; 1980a; 1980b; Cachés 1973; Scarabino 2003; Scarabino & Zaffaroni 2004). Es posible que varias de estas especies se encuentren representadas aquí por material subfósil. Varios registros coinciden con la malacofauna holocena citada para una perforación efectuada en esta localidad (Sprechmann 1978), así como con la hallada en una tanatocenosis de aspecto subfósil que se encuentra frente a Costa Azul. Como tal fue considerada *C. pulchellum* por Scarabino & Zaffaroni (2004).

No se ha constatado la presencia del bivalvo *Transenpitar americana* dentro del puerto a pesar de la referencia de Doello-Jurado *in* Carcelles (1951), que probablemente refiera a material colectado frente a esta localidad.

El hallazgo del poliqueto *Arabelloneris janeiroensis* (Orensanz 1973b) en el Puerto de La Paloma carece de datos ecológicos y su presencia en esta localidad es incierta, pudiéndose inclusive tratarse de material obtenido por pescadores frente a esa localidad.

<sup>2</sup> *Atrina seminuda* fue también hallada en la playa interior del puerto (década de 1950), enterrada en sustrato fangoso a 0.5 m de profundidad (A. Pose com. pers.; A. Pereyra com. pers.), donde actualmente ha desaparecido.

### Bahía Grande y Bahía Chica

Scarabino *et al.* (1974) mencionan para el intermareal únicamente al tatucito *Emerita brasiliensis*, y al anfípodo *Atlantorchestoidea brasiliensis* para el supralitoral. Se ha constatado que la presencia de *E. brasiliensis*, así como del berberecho *Donax hanleyanus*, es marginal en esta localidad, representada por reclutamientos masivos que no prosperan. Esta última situación es similar a la presencia del sirí chita (*Arenaeus cribarius*) y del cangrejo fantasma (*O. quadrata*). De hecho, los primeros ejemplares registrados en Uruguay de *A. cribarius* (Juanicó 1978), consisten en juveniles colectados en esta localidad (MD obs. pers.). En cambio, la presencia de *Excireolana* spp.? (Isopoda) es permanente.

En forma permanente ocupan las bahías a partir de 1 m de profundidad los siguientes macrobentóntes: *N. haraldoi* (Anthozoa), *Olivancillaria carcellesi*, *O. urceus*, *O. deshayesiana*, *B. cochlidium* (Gastropoda), *Pagurus exilis*, *P. criniticornis*, *L. spinosa* y *O. trimaculatus* (pocos ejemplares pequeños) y *Corystoides chilensis* (Decapoda). Ocasionalmente se han detectado ejemplares del caracol negro (*Pachycymbiola brasiliensis*), principalmente en la Boca Grande, donde también se encuentra el ofiuroido *Amphioplus albidus* (Bernasconi det.). *Pagurus exilis* es menos frecuente que *P. criniticornis*. *Diopatra viridis* es abundante aquí también y en verano es posible observar la puesta de esta especie pegada al tubo de numerosos individuos. Los poliquetos *Phylo* sp. y *Travisia* sp. fueron colectados en 1974 en la zona más profunda de la Bahía Grande. En los meses de verano se ha detectado la presencia de *F. paulensis* en la Bahía Grande, que fue referida para esta localidad por Barattini & Ureta (1961, como *Penaeus brasiliensis*).

La protección dada por la bahía parece responsable por la presencia de varias especies que no habitan zonas expuestas del resto de la costa. Es llamativa sin embargo la ausencia de bivalvos, lo que podría deberse a la heterogeneidad del sedimento y a características físico-químicas locales del agua.

Un denso banco de *D. viridis* presente en los fondos arenosos de la Bahía Chica ha prácticamente desaparecido, en forma coincidente con una intensa explotación para su utilización como carnada de pesca, al igual que ha disminuido en forma importante la ocurrencia de *L. spinosa*. En la década de 1990 se registró un máximo de extracción involucrando diariamente a tres-cuatro personas durante el verano. A partir de 2002 se registró el colapso de esos bancos.

En esta misma bahía, los fondos de arena gruesa con mucha materia orgánica y fuertemente anóxicos albergaron durante algunos veranos (1970, 1971 y 1975) una especie de Ceriantharia indeterminada. Por otra parte, el fondo de fango gris contiene a los bivalvos *Abra uruguayensis* y *M. uruguayensis*, así como a los poliquetos Orbiniidae indet., Capitellidae indet. y *Malacoceros* sp.

A partir del año 2000 se constató el asentamiento y permanencia del cangrejo sirí *Callinectes sapidus* dentro de ambas bahías.

Durante una mortandad de organismos bentónicos registrada en julio de 1973 se hallaron ejemplares en la resaca del anfioxo *Branchiostoma platae* y del poliqueto *Lysarete brasiliensis* (ver Orensanz 1975), indicando su posible distribución dentro de la Bahía Grande o fondos adyacentes.

### Faro-Punta de los Botes

Scarabino *et al.* (1974) registraron para la Playa La Balconada a *O. quadrata* y *A. brasiliensis* (supralitoral), *Emerita brasiliensis* y *Excireolana armata*. Esta última correspondería a *Excireolana brasiliensis*; *E. armata* no fue hallada en playas de arena gruesa (Defeo *et al.* 1997).

Entre las algas de la resaca del sector Faro-Playa del Faro se observaron Acarina indeterminados, mientras que los elementos de mayor talla de la meiofauna están compuestos entre otros elementos por un turbelario de color amarillo intenso, Acarina y Copepoda indeterminados.

Entre 6 y 10 m los fondos de arena fina albergan poblaciones importantes de *D. viridis* y del estomatópodo *Heterosquilla platensis*.

En la resaca de las playas de este sector es recurrente el hallazgo de ejemplares aún con partes blandas de los bivalvos *Macoma brevifrons*, *G. longior*, *Eutivela isabelleana*<sup>3</sup> *Diplodonta vilardeboana*, *Semele casali* y *Corbula lyoni*. Poblaciones de estas especies estarían presentes en fondos de arena media, gruesa y/o cascajo por debajo de los 10 m, ya que no se han ubicado ejemplares *in situ* por encima de esa profundidad. La mencionada asociación de bivalvos coincide en términos generales tanto en aspectos faunísticos como sedimentológicos con la descrita para frente a Mar del Plata por Olivier *et al.* (1968), así como con datos recogidos en el resto de la costa uruguaya (FS obs. pers.). Los mismo ocurre con los gasterópodos *Olivella tehuelcha*, *Notocochlis isabelleana* y "*Photinula*" *blakei*, que a través de conchillas o marcas de predación son frecuentemente halladas en la resaca. Barattini & Ureta (1961) mencionan casi todas estas especies en distintos estados para "Playa Solari", sumando *Transenpitar americana* (ver Scarabino & Zaffaroni 2004), *P. semiaspera*, *Semele proficua* y *Carditamera plata*. No se considera que estas tres últimas especies cohabiten con el resto de las mencionadas aunque no es posible precisar su ubicación en los fondos frente a esta localidad. Si bien *T. americana* es un típico habitante de la asociación descrita, no se ha encontrado material en buen estado en la resaca del Faro, probablemente por encontrarse a mayor profundidad.

Los siguientes gasterópodos fueron citados para esta localidad en particular, basados en conchillas: *Conus clenchi*, *Buccinanops uruguayensis*, *Turbonilla dispar*, *Acteocina candei* y *A. bidentata* (Barattini & Ureta 1961; ver Scarabino *et al.* en este volumen a). El o los hábitat que ocupan estas especies frente a La Paloma deberá ser objeto de estudio futuro.

<sup>3</sup> Mencionada para esta localidad por Figueiras (1962) y Figueiras & Sicardi (1969) como *Tivela* (*Eutivela*) *dentaria* (ver Scarabino *et al.* en este volumen).

### Comunidades de sustratos consolidados

La fauna de macroinvertebrados mayores detectados hasta el momento en los sustratos consolidados del área no difiere mayormente de la conocida para otras puntas rocosas de la costa atlántica uruguaya (MD & FS obs. pers.; ver Maytía & Scarabino 1979; Riestra & Defeo 2000).

#### Puerto de La Paloma

Sobre el lado externo de la escollera (supralitoral) se desarrollan el isópodo introducido *Ligia exotica* y los gasterópodos *Lottia subrugosa*, *Siphonaria lessoni* y *Echinolittorina lineolata* (ver Scarabino *et al.* en este volumen a). Este último desarrolla aquí tamaños inusualmente grandes para lo registrado en el resto de la costa uruguaya.

Un isópodo Sphaeromatidae, aún indeterminado, ha sido hallado en abundancia bajo piedras (intermareal) del lado interno de la escollera (2002 y 2005). En ésta margen esta ausente *E. lineolata* pero se repiten el resto de las especies que ocupan el sector externo. Ocupan además el intermareal el mitílido *Brachidontes rodriguezii*, *Cyrtograpsus* spp. y las anémonas descritas más abajo. En el submareal más somero se ubican los bivalvos *Mytilus edulis* y *Ostreola equestris*, los gasterópodos *Stramonita haemastoma* y *Bostrycapulus odites*, *A. stellifera*, el hidrozoo *Tubularia crocea* y el decápodo *Pachycheles laevidactylus*, así como briozoos indeterminados. Estos últimos así como *B. odites* (como *Crepidula aculeata*) fueron mencionados por Gallo (1982) colonizando sustratos experimentales asociados al muelle del puerto (0-4 m), junto a los cirripedios *Amphibalanus improvisus* y *Amphibalanus venustus*.

La greda resultante luego de la ampliación de la escollera fue colonizada por el bivalvo *Petricolaria stellae*.

Dos ejemplares del gasterópodo *Hanetia haneti* fueron hallados sobre bloques cercanos a la escollera en 1998 (3 m), uno de ellos predando sobre un ejemplar de *M. edulis*, lo cual representa el primer registro de una presa para esta especie en aguas uruguayas.

Sobre los pilotes del muelle antiguo se desarrollaban bancos de *M. edulis*, predados por *S. haemastoma* y *A. stellifera*. A partir de 1996 se detectó la ascidia *Styela plicata* (Orensanz *et al.* 2002), mientras que *S. haemastoma* no se ha observado nuevamente.

Mañé-Garzón (1946) citó a *Synidotea laevidorsalis* (como *Synidotea marplatensis*, ver Chapman & Carlton 1991; 1994; Orensanz *et al.* 2002), isópodo introducido de origen asiático, para un banco de mejillones de este puerto. Mañé-Garzón (1946) describió también a *Moplisia sphaeromiformis* para un fondo pedregoso de la localidad.

Castellanos (1951) cita al quitón *Chaetopleura isabellei* para esta localidad, aunque sin precisión de hábitat. Ejemplares de *Chaetopleura* sp.<sup>4</sup> son hallados esporádicamente en la resaca de la playa interior del puerto (J. C. Zaffaroni com. pers.), al igual que los bivalvos *Entodesma patagonicum* y *Petricola lapicida* (Figueiras & Sicardi 1969; 1971), pero que no han sido encontrados *in situ*.

El poliqueto *Schistomeringos rudolphi* fue citada para el puerto sin detalles ambientales, pero se trata de una especie mayormente asociadas a sustratos consolidados (Orensanz 1973a); Orensanz *et al.* (2002) la consideran como especie criptogénica.

Burton (1940) citó sin detalle para el Puerto de La Paloma al porífero *Hymeniacion pertenuis* (como *Hymeniacion sanguinea*), especie considerada como criptogénica en el área por Orensanz *et al.* (2002).

#### Bahía Grande, Bahía Chica e Isla de la Tuna

La zona intermareal está ocupada por el cirripedio *Chthamalus bisinuatus* y bancos de *B. rodriguezii*, así como los gasterópodos ramoneadores ya descritos para la escollera. *Chthamalus bisinuatus* y *E. lineolata* ocupan inclusiva sectores de supralitoral. *M. edulis* domina los fondos submareales, siendo asimismo *A. stellifera* y *O. equestris* muy frecuentes. La abundancia de la cholga *Perna perna* es muy variable pero nunca ha llegado a formar bancos de importancia como en la zona de La Coronilla.

Por los menos dos especies de Porifera, identificadas por Barattini & Ureta (1961) pero que requieren revisión, se encuentran en estos fondos. *Halichondria panicea* (?), de intenso color naranja, aparece en forma ramificada dentro de la Bahía Chica. *Callyspongia coppingeri* (?) se encuentra sobre las rocas alrededor de la Isla de la Tuna, preferentemente sobre mitílidos.

En ambos sitios se encuentran dos especies mayores de Actiniaria, recientemente referidas para la costa uruguaya por Zamponi (1998) y Lagos *et al.* (2001). *Bunodosoma cangicum* alcanza 7 cm de diámetro de base, posee coloración con tintes azulados y verdosos y matices importantes, y habita zonas expuestas frecuentemente cubiertas por arena. *Actinia bermudensis*, más pequeña (4 cm), es de color rojo intenso y habita zonas más protegidas. La primera no ha sido hallada por debajo de los 3 m. Ambas han sido mencionadas para la costa uruguaya por Barattini & Ureta (1961) y Maytía & Scarabino (1979) a través de breves caracterizaciones morfológicas y ecológicas.

Los decápodos están representados por *Cyrtograpsus altimanus* y *Cyrtograpsus angulatus* (a partir del intermareal), *Platyxanthus crenulatus* y *P. laevidactylus*, estos dos últimos a partir de 1 m.

#### Faro-Punta de los Botes

Se registran las mismas especies anteriormente detalladas para las bahías. *A. stellifera* se encuentra a partir de 1 m y es progresivamente más abundante con la profundidad, siendo un organismo dominante hacia 8 m. *Callyspongia coppingeri* (?) y *H. panicea* (?) aparecen a partir de 1.5 m, esta última en forma incrustante. A partir de

<sup>4</sup> Con excepción de *Chaetopleura angulata*, la identidad del resto de las especies de *Chaetopleura* citadas para Uruguay (*C. asperrima*, *C. isabellei* y *C. carraia*) debe ser revisada. Barattini (1951) cita *C. asperrima* para La Paloma, pero no existe material de esta procedencia en su colección (FS obs. pers.).

3-6 m se encuentran en oquedades *Chaetopleura* sp. y el gasterópodo *Diodora patagonica*. *Stramonita haemastoma* aparece hacia 3-7 m, alejado de la costa (unos 100 m) sobre paredones y con comportamiento gregario, donde se observan grandes superficies cubiertas por puestas de esta especie. Tanto *D. patagonica* como *S. haemastoma* fueron hallados en forma recurrente en la mortandad de julio de 2002. Las macroalgas desaparecen hacia 8-9 m y son sustituidas por bancos de *M. edulis* cubiertos por Hydrozoa indeterminados. El decápodo *Pilumnus reticulatus* fue hallado en forma abundante en la resaca durante la mortandad de 2002. En esta última situación se encontró el decápodo *Pelía rotunda* en forma frecuente. Tres especies de gasterópodos son típicos de los fondos consolidados de esta localidad: *Costoanachis sertulariarum*, *Hanetia haneti* y *Tegula patagonica*. Su distribución batimétrica es poco conocida, pero su presencia se ha constatado por la abundancia de conchillas en distintos estados y por el registro de ejemplares desprendidos por temporales y/o impacto de agua dulce (MNHNM; JC Zaffaroni com. pers.), aunque *H. haneti* también fue detectado durante rastreos inmediatos a esta localidad (P Etchegaray com. pers.). *Entodesma patagonicum* y *Noetia bisulcata* son bivalvos asociados a fondos consolidados que probablemente vivan en zonas inmediatas dado el perióstraco que conservan la valvas halladas. En similar situación se encuentra *Pododesmus rudis*, cuya presencia en fondos próximos es probable dado su registro viviente en zona (Zaffaroni 2000).

Durante el verano 1978-1979 se registró el asentamiento del poliqueto *Phragmatopoma* sp. en el submareal más somero. Esta especie fue hallada únicamente en esa oportunidad y sobrevivió únicamente durante el verano.

Los gasterópodos *Lucapinella henseli*, *Cabestana felipponei*, *Cymatium parthenopeum*, *Epitonium georgettinum*, *Epitonium striatellum* y *Urosalpinx cala* fueron citados para este sector de La Paloma en base a conchillas (Barattini & Ureta 1961; Klappenbach & Scarabino 1969). La distribución de estas especies fondos cercanos a este sector no se ha caracterizado aún.

#### FAUNÍSTICA GENERAL

Se han mencionado sin precisión para La Paloma las siguientes especies de moluscos cuya distribución en esta localidad y estatus taxonómico es incierto (ver Scarabino *et al.* en este volumen a y b): *Nucula marshalli*, *Corbula* cf. *nasuta*, *Corbula contracta*, *Corbula tryoni*, *Mysella* sp. (Marshall 1928, pero ver Schenck 1939; Figueiras 1973; Figueiras & Sicardi 1980a), *Lottia* sp., *Vitrinella* sp., *Melanella* sp., *Aclis* sp., *Stramonita floridana*, *Olivella* sp., *Rissoella* sp. y *Volvulella* sp. (Figueiras & Sicardi 1974; 1980b). El hábitat de *Phalium labiatum iheringi*, *Eulimella argentina* y *Gadila brasiliensis*, citadas asimismo sin precisión por Scarabino (1971) y Figueiras & Sicardi (1972), se encuentra por debajo de 20 m (FS obs. pers.), lo que indica que las citas están basadas en conchillas arrastradas o en material obtenido por barcos frente a La Paloma. De otras especies mencionadas sin detalle geográfi-

co se desconoce su hábitat en la localidad pero se le supone próximo a la costa: *Semele modesta*, *Warrana besnardi*, *Crassinella marplatensis*, *Crassinella lunulata*, *Tellina iheringi* (Klappenbach 1963; 1968 pero ver Boss 1972; Figueiras & Sicardi 1980a; Ituarte 1998; Scarabino *et al.* en este volumen b), *Calliostoma jucundum*, *Caecum someri*, *Caecum striatum*, *Tectonatica pusilla*, *Epitonium candeanum*, *Epitonium arnaldoi*, *Boonea seminuda* y *Boonea jadisi* (de Mata 1947; Klappenbach 1964; Figueiras & Sicardi 1972; 1974; ver Scarabino *et al.* en este volumen a). Figueiras & Sicardi (1980b) citan a *Chrysallida* sp. y a once especies de *Turbonilla* (Gastropoda) para los cordones de resaca de La Paloma o sin más detalles para esta localidad (ver Scarabino *et al.* en este volumen a).

No se han hallado *in situ* al quitón *Chaetopleura angulata* (Barrattini 1951, como *Typhlochiton felipponei*; Figueiras & Sicardi 1968, como *Stereochiton felipponei*, ver Bullock 1972 y Kaas & Van Belle 1987) ni al bivalvo perforador *Lithophaga patagonica* (ver Barattini & Ureta 1961), pero se trata de especies comunes en sustratos y microsustratos consolidados someros de otras localidades de la costa uruguaya (FS obs. pers.).

No se efectuó el relevamiento de los Panopeidae (Decapoda), que estarían representados al menos por tres especies en aguas atlánticas uruguayas, y en particular en La Paloma por *Acantholobulus schmitti* y *Hexapanopeus paulensis* (Rathbun 1930; Barattini & Ureta 1961; Milstein *et al.* 1976; Peluffo 2005; M. Juanicó com. pers.). Tampoco se detectó *Pachycheles chubutensis*, citado por Haig (1966) para fondos rocosos de La Paloma (0-5 m). *Loxopagurus loxochelis*, mencionado por Forest (1964), se encontraría en fondos por debajo de 10 m y por lo general sólo se encuentran restos en la resaca. Zolessi & Philippi (1995) atribuyen en forma errónea a *Leurocyclus gracilipes* las localidades provistas por Rathbun (1925) para *Libinia spinosa*, entre las que se encuentra el Cabo de Santa María. Barattini & Ureta (1961) mencionaron al estomatópodo *Squilla panamensis* como ocasional para esa localidad, registro aparentemente basado en *Squilla brasiliensis* (ver Scarabino en este volumen).

Las menciones sin mayor referencia de los poliquetos *Pilargis berkeleyae* y *Sigambra tentaculata* realizadas por Salazar-Vallejo & Orensanz (1991) para Uruguay y Provincia de Buenos Aires (Argentina) respectivamente, corresponden a material colectado por en el muestreo de 1974 (ver Metodología).

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Resulta alarmante la falta de estudios taxonómicos y faunísticos del bentos de esta importante localidad, lo cual restringe en forma notable la calidad y utilidad de estudios ecológicos y de impacto ambiental. En particular, los poliquetos y nemertinos y toda la macrofauna menor, particularmente variada entre las macroalgas y mitílidos debería ser objeto prioritario de estudio. Entre estos se destacan por su notable importancia ecológica los siguientes grupos: Polycladida, Cirripedia,

Amphipoda e Isopoda. La meiofauna es también casi desconocida.

Prospecciones por debajo de los 10 m permitirían ampliar en forma notable el conocimiento del área y caracterizar dos comunidades que se han detectado allí: la asociada a fondos de arena media-gruesa y cascajo, y la de conglomerados calcáreos. Esta última incluye especies endolíticas y epilíticas muy poco conocidas.

Una caracterización exhaustiva de la fauna bentónica dentro del Puerto permitiría contar con estudios de base más completos, así como proveer información fundamental para estudios de impacto ambiental y monitoreo de especies introducidas.

Las perspectivas para el conocimiento y conservación de esta fauna son analizadas en un contexto general por Scarabino (en este volumen).

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

En la La Paloma se ha realizado un uso inadecuado de la zona continental (básicamente urbanización muy próxima a la línea de costa), que puede tener efectos negativos en la biota marina. El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente debería promover el mejor uso de la zona, así como apoyar estudios de base para determinar, monitorear y eventualmente mitigar y adecuar los impactos de la urbanización y de emprendimientos industriales.

Una localidad no detallada biológicamente pero que se considera de mayor interés para su investigación y conservación es "El Cabito". Esta localidad posee una notable diversidad paisajística submarina, lo que sumado a la conveniencia para la conservación y educación ambiental de la implementación de un área protegida marina en La Paloma, indican la necesidad de dedicar esfuerzos de investigación y gestión particulares.

#### AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro especial agradecimiento a Lobo Orensanz, por su ayuda en la determinación de los poliquetos y sus comentarios sobre la sistemática actual del grupo, así como a L. Ortega por detallar las características oceanográficas del área incluidas en este trabajo. Por la lectura y sugerencias para mejorar el manuscrito agradecemos también a A. Carranza, D. Conde, G. Fabiano, S. Maytía, R. Menafra, L. Ortega, L. Rodríguez-Gallego y V. Scarabino. P. Etchegaray, A. Pose y J. C. Zaffaroni cedieron gentilmente sus observaciones malacológicas en La Paloma. M. Zamponi confirmó la determinación de *N. haraldoi* y F. Monniot identificó *S. plicata*. Por su amplia colaboración en el trabajo de campo y confección de gráficos agradecemos respectivamente a: J. A. De Filippo, A. Pereyra, A. Demicheli, I. Pereyra y J. González, D. Conde y A. Rinderknecht. Este trabajo se pudo cristalizar gracias al apoyo fundamental del Centro Interdisciplinario para el Desarrollo, Karumbé y de M. Amato.

#### REFERENCIAS

- Barattini LP** 1951 Malacología uruguaya. Enumeración sistemática y sinónima de los moluscos del Uruguay. Publicaciones Científicas del SOYP (Servicio Oceanográfico y de Pesca) (6):179-293. Montevideo
- Barattini LP & EH Ureta** 1961 ("1960") La fauna de las costas del este (invertebrados). Publicaciones de Divulgación Científica, Museo "Dámaso Antonio Larrañaga", 195 pp. Montevideo
- Boss KJ** 1972 The genus *Semele* in the Western Atlantic (Semelidae; Bivalvia). *Johnsonia* 5(49):1-32
- Bullock RC** 1972 On the taxonomy of *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815) (Mollusca: Polyplacophora). *Occasional Papers on Mollusks* 3(42):177-187
- Burton M** 1940 Las esponjas marinas del Museo Argentino de Ciencias Naturales. *Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 40:95-121
- Brazeiro A Méndez SM & G Ferrari** 1997 The first toxic bloom of *Alexandrium tamarense* in Uruguayan waters: associated environmental factors. *Atlántica* 19:19-29. Rio Grande
- Cachés MA** 1973 *Volvulella persimilis* (Morch, 1875), *Eulima bifasciata* d'Orbigny, 1842 y *Stylocheilus citrinus* (Rang, 1828), tres nuevas especies para aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(25):295-298, 1 lám
- Cachés MA** 1980 Nota sobre la biología de los depósitos fangosos circalitorales frente a Punta del Este, Uruguay. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2):73-74. San Pablo
- Castellanos ZA de** 1951 Poliplacóforos del Museo Argentino de Ciencias Naturales. *Comunicaciones del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales anexo al Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Ciencias Zoológicas)* 1(16):31 pp
- Chebataroff J** 1972 Costas platenses y atlánticas del Uruguay. Talleres Gráficos Bouzout, Montevideo. 61 pp
- Chapman JW & JT Carlton** 1991 A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of Crustacean Biology* 11(3):386-400
- Chapman JW & JT Carlton** 1994 Predicted discoveries of the introduced isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of Crustacean Biology* 14(4):700-714
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992a Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Demicheli MA** 1987 ("1985") Estudios exploratorios del Infralitoral de las playas arenosas uruguayas: III, Playa Anaconda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 6(49):301-309, 3 mapas
- Demicheli M Martínez A Ortega L Scarabino F Maytía S & A Demicheli** En prensa. Mass stranding of *Argonauta nodosa* Lightfoot, 1786 (Cephalopoda, Argonautidae) along the Uruguayan coast (southwestern Atlantic). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*
- de Mata O** 1947 La formación holocena en el Departamento de Montevideo (República Oriental del Uruguay). 37 pp. Imprenta Nacional, Montevideo
- Doello-Jurado M in AR Carcelles** 1951 *Sunetta americana* n. sp. (Lamellibranchia-Veneridae). *Physis* 20(58):249-251. Buenos Aires
- Fennuci JL** 1975 Los cangrejos de la familia Pinnotheridae del litoral argentino (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Physis Sección A* 34(88):165-184. Buenos Aires
- Ferrari G & M del C Pérez** 2002 Fitoplancton de la costa platense y atlántica de Uruguay. *Iheringia (Série Botânica)* 57(2):263-278

- Ferrari L** 1981 Aportes para el conocimiento de la familia Callianassidae (Decapoda, Macrura) en el Océano Atlántico Sudoccidental. *Physis Sección A* 39(97):11-21
- Figueiras A** 1962 Sobre nuevos hallazgos de moluscos subfósiles de la Transgresión Querandina. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 1(3):53-68
- Figueiras A** 1973 Confirmación de la validez y existencia de *Corbula tryoni* E. A. Smith, 1880 viviente y fósil en la Formación Querandina de Uruguay y nota sobre *Corbula (Caryocorbula) nasuta* Sowerby, 1833. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(25):299-305
- Figueiras A & OE Sicardi** 1969 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay (Parte III). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 2(16/17):355-376 lám 3-4
- Figueiras A & OE Sicardi** 1971 ("1970") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Adiciones y correcciones a la Clase PELECYPODA. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(19):15-22 lám 7
- Figueiras A & OE Sicardi** 1972 ("1971") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VI. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(21):101-127 láms. 9-11
- Figueiras A & OE Sicardi** 1973a ("1972") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VII. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(22):169-186 láms. 12-13
- Figueiras A & OE Sicardi** 1973b Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte VIII. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(25):259-286 lám 14-17
- Figueiras A & OE Sicardi** 1974 Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte IX. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(26):323-352 lám 18-21
- Figueiras A & OE Sicardi** 1980a ("1979") Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección I-Polyplacophora-Scaphopoda-Bivalvia. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5(37):107-157, 2 lám
- Figueiras A & OE Sicardi** 1980b Catálogo de los moluscos marinos del Uruguay. Parte X. Revisión actualizada de los moluscos marinos del Uruguay con descripción de las especies agregadas. Sección II- Gastropoda y Cephalopoda. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 5(38):179-272 lám 3-6
- Forest J** 1964 Sur un nouveau genre de Diogenidae (Crustacea Paguridea) de l'Atlantique Sud-Américain, *Loxopagurus* gen. nov., établi pour *Pagurus loxochelis* Moreira. *Zoologische Mededelingen* 39:279-296
- Gallo LJ** 1982 Estudio cuali y cuantitativo de los cirripedios en comunidades de adherencias biológicas o "fouling" en los puertos de La Paloma y Punta del Este y su relación con los parámetros ambientales. Período agosto 1981-agosto 1982. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República). 104 pp (Inédita)
- García CAE** 1998 Oceanografía Física. Pp 104-106 *In: Seeliger Odebrecht & Castello (eds) Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Ecossentia, Rio Grande*
- Guerrero RA & R Piola** 1997 Masas de agua en la Plataforma Continental. Pp 107-118. *In: Boschi (ed) El Mar Argentino y sus recursos pesqueros (1). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata*
- Guerrero RA Lasta CA Acha EM Mianzan HW & MB Framiñan** 1997a Atlas hidrográfico del Río de la Plata. Comisión Administradora del Río de la Plata-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, 109 pp
- Guerrero RA Acha EM Framiñan MB & CA Lasta** 1997b Physical oceanography of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research* 17(7):727-742
- Haig J** 1966 Porcellanid crabs (Crustacea Anomura). Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962).I. *Annales de l'Institut Océanographique* 44:351-358
- Ituarte CF** 1998 Argentine species of *Crassinella* Guppy, 1874 (Bivalvia: Crassatellidae), and comments on other southwestern Atlantic species. *The Veliger* 41(2):186-194
- Jackson M** 1985 Estudio de las aguas en el mar epicontinental uruguayo, *Revista del la Facultad de Humanidades y Ciencias (Serie Ciencias de la Tierra)* 1(1):1-8. Montevideo
- Jackson M** 1988 Uruguay. Pp 701-708 *In: Walker (ed) Artificial Structures and Shorelines. Kluwer Academic Publishers*
- Juanicó M** 1978 Ampliación de la distribución geográfica de tres especies de Brachyura (Crustacea Decapoda) para aguas uruguayas. *Iheringia (Serie Zoología)* (51):45-46. Porto Alegre
- Kaas P & RA Van Belle** 1987 Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). 3: Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae: Chaetopleurinae & Ischnochitoninae (pars). Additions to Vols. 1 & 2. EJ Brill/W Backhuys, Leiden
- Klappenbach MA** 1963 Sobre *Cuna* (Moll. Pelecypoda) y géneros relacionados en el Atlántico y costa de Africa del Sur. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo* 12(3):11-19, 1 lám.
- Klappenbach MA** 1964 La familia Caecidae (Moll. Gastr.) en aguas uruguayas. I. Dos especies descritas por el Marqués De Folin. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 1(6):145-149
- Klappenbach MA** 1968 *Semele martinii* (Reeve, 1853) of Southern Brazil and Uruguay. *The Veliger* 10(3):273
- Klappenbach MA & V Scarabino** 1969 El borde del mar. *Nuestra Tierra* (2):68 pp. Montevideo
- Lagos P Duran R Cerveñansky C Freitas JC & R Silveira** 2001 Identification of hemolytic and neuroactive fractions in the venom of the sea anemone *Bunodosoma cangicum*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 34(7):895-902
- Lima ID García CAE & OO Möller** 1996 Ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. *Continental Shelf Research* 16(10):1307-1317
- Mañé-Garzón F** 1946 Nueva especie de crustáceo isópodo del Uruguay: *Synidotea sphaeromiformis* n. sp. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2(28):1-7, 2 lám
- Marshall WB** 1928 New fresh-water and marine bivalve shells from Brazil and Uruguay *Proceedings of the United States National Museum* 74(2762):1-7, 4 lám
- Maytía S & V Scarabino** 1979 Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. Pp 149-160 *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT*
- Mazzetta GV & FJ Gascue** 1995 Estudio comparativo del comportamiento de la salinidad, la temperatura y el nivel medio del mar en las costas de Montevideo y La Paloma. *Atlántica* 17:5-16. Rio Grande
- Milstein A Juanicó M & J Olazarri** 1976 Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resultados de la campaña del R/V "Hero", viaje 72-3A. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 4(50):143-164
- Nagy G Gómez-Erache M López CH & AC Perdomo** 2002 Distribution patterns of nutrients and symptoms of eutrophication in



- the Rio de la Plata river estuary system. *Hydrobiologia* 475/476:125-139
- Olivier SR Bastida R & MR Torti** 1968 Resultados de las campañas oceanográficas Mar del Plata I-V. Contribución al trazado de una carta bionómica del área de Mar del Plata. Las asociaciones del Sistema Litoral entre 12 y 70 m. de profundidad. *Boletín del Instituto de Biología Marina* (16):1-85. Mar del Plata
- Orensanz JM** 1973a Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. III. Dorvilleidae. *Physis Sección A* 32(85):325-342. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1973b Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. IV. Lumbrineridae. *Physis Sección A* 32(85):343-393. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1974 Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. V. Onuphidae. *Physis Sección A* 33(86):75-122. Buenos Aires
- Orensanz JM** 1975 Los anélidos poliquetos de la Provincia Biogeográfica Argentina. VII. Eunicidae y Lysaretidae. *Physis* 34(88):85-111. Buenos Aires
- Orensanz JM Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigrán G Elías R López-Gappa JJ Obenat S Pascual M Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & EA Villarino** 2002 No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Ortega L & A Martínez** En prensa. Multiannual and seasonal variability of water masses and fronts over the Uruguayan shelf. *Journal of Coastal Research* 23(1)
- Pastorino G** 2003 A new species of Ancillariinae (Gastropoda: Olividae) from the southwestern Atlantic Ocean. *The Nautilus* 117(1):15-22
- Peluffo E** 2005 *Panopeus austrobesus* Williams, 1983 (Decapoda, Brachyura), a first record of the Brazilian mud crab at Uruguayan Atlantic coast. *Nauplius* 12(1):57-58
- Pettibone MH** 1986 Additions to the family Eulepethidae Chamberlin (Polychaeta: Aphroditacea). *Smithsonian Contributions to Zoology* (441):1-51
- Queheille JP** 1941 Islas y puertos de La Paloma. *Diario El Día* (Suplemento Cultural) 10 (420-421):s/p. Montevideo
- Rathbun MJ** 1925 The spider crabs of America. *United States National Museum Bulletin* (129):1-613 láms. 1-283
- Rathbun MJ** 1930 The Cancroid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Ateleyclidae, Cancridae and Xanthidae. *United States National Museum Bulletin* (152):1-609 lám 1-230
- Riestra G & O Defeo** 2000 La comunidad macrobentónica asociada al mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del Departamento de Maldonado: variación espacio-temporal e incidencia del impacto pesquero. Pp 17-57 *In: Rey (ed) Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo*
- Riestra G Fabiano G Foti R & O Santana** 1998 ("1997") Mortandad de organismos bentónicos en la costa atlántica del Uruguay. *Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(72/73):73-79
- Salazar-Vallejo SI & JM Orensanz** 1991 Pilárgidos (Annelida: Polychaeta) de Uruguay y Argentina. *Cahiers de Biologie Marine* 32:267-279
- Scarabino F** 2003 Lista sistemática de los Aplacophora, Polyplacophora y Scaphopoda de Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(78-79):191-196
- Scarabino F & JC Zaffaroni** 2004 Estatus faunístico de veinte especies de moluscos citadas para aguas uruguayas. *Comunicaciones Zoológicas, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología* 13(202):1-15
- Scarabino V** 1971 ("1970") Las especies del género *Cadulus* Philippi, 1844 (Moll. Scaphopoda) en el Atlántico Sudoccidental (Lat. 24°S-38°S). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 3(19):39-46, 1 lám, 1 mapa
- Scarabino V** 1973 Scaphopoda (Moll.) del sur del Brasil, Uruguay y Argentina hasta 42 S.- (Sistemática, Distribución). *Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Zoología* 1: 192-203. Montevideo
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de las playas arenosas del Depto. de Rocha (Uruguay), con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda, Brachyura). *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1(1):42-52, 2 lám 1 mapa. Montevideo
- Schenck HG** 1939 Revised nomenclature for some nuculid pelecypods. *Journal of Paleontology* 13(1):21-41
- Sprechmann P** 1978 The paleoecology and paleogeography of the Uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. *Zitteliana* 4:3-72 lám 1-6
- Varese JA** 2001 Rocha, tierra de aventuras. Ed Banda Oriental, Montevideo. 236 pp
- Zaffaroni JC** 2000 ("1998") Presencia de *Modiolus carvalhoi* (Mollusca, Pelecypoda) en aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(74/75):101-103
- Zamponi M Belém MJC Schlenz E & FH Acuña** 1998 Distribution and ecological aspects of Corallimorpharia and Actiniaria from shallow waters of the South American Atlantic coasts. *Physis* (Sección A) 55(128-129):31-45
- Zolessi LC de & ME Philippi** 1995 Lista sistemática de Decapoda del Uruguay (Arthropoda: Crustacea). *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 12(183):1-24
- Zaffaroni JC** 2000 ("1998") Presencia de *Modiolus carvalhoi* (Mollusca, Pelecypoda) en aguas uruguayas. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(74/75):101-103

## Ecología de comunidades de playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay)

LUIS GIMENEZ\* & BEATRIZ YANNICELLI

\*jluis@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Cabo Polonio fue un lugar muy particular en la costa uruguaya, principalmente por la presencia de un extenso campo dunar y porque la dificultad en el acceso impidió una fuerte colonización humana. Sin embargo, las actividades humanas en el campo dunar y el turismo se incrementaron visiblemente en los últimos 30 años. Entre 1994 y 1996 se desarrolló un programa de investigación sobre ecología de comunidades de playa con el objetivo de evaluar hipótesis sobre su organización y sobre el efecto de algunas actividades humanas sobre la fauna. Como resultado se arribó a tres conclusiones principales: 1) en las playas de Cabo Polonio los patrones de zonación son mucho más dinámicos de lo esperado por la teoría clásica sobre zonación en playas; esa dinámica está en parte basada en el comportamiento de las principales especies que la integran; 2) a una escala espacial de 1-10 km, las variaciones en la comunidad bentónica parecen relacionarse a procesos que acoplan el hábitat de la playa con el hábitat dunar. En Cabo Polonio, la forestación del campo dunar parece influir sobre la biodiversidad de la playa; y 3) la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas de la costa uruguaya y de su modificación por actividades humanas no puede ser realizada a partir de la aplicación de teorías existentes, ya que nada asegura que un modelo desarrollado y exitoso en otras regiones sea aplicable a la costa uruguaya. La solución para los problemas ambientales está en que Uruguay desarrolle investigación propia en Ecología.

**Palabras clave:** bentos, playas arenosas, dunas costeras, *Excirrolana*, *Emerita*

### INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas constituyen uno de los principales hábitat de la costa uruguaya. Mientras que hacia la costa W del país se extienden por algunas centenas de metros, en el E los arcos de playa pueden extenderse por decenas de kilómetros.

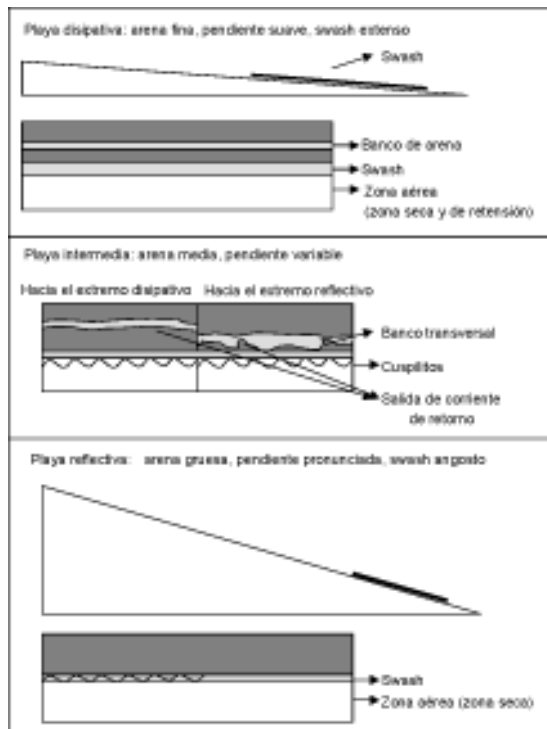
En general, las playas son hábitat muy dinámicos debido a que la arena está sometida a la acción del viento, las corrientes costeras, la marea y las olas. La arena no está permanente depositada sino que sufre procesos de transporte internos e intercambios con ambientes adyacentes, como el campo de dunas y la playa submarina. La playa puede considerarse un ambiente de transición entre el ambiente marino y el terrestre, y por ello una comprensión de los procesos físicos que la forman requiere la consideración de los procesos que afectan la

### ABSTRACT

Cabo Polonio was a very particular place in the Uruguayan coast, mainly due to the presence of an extensive dune field and because the difficulty in access precluded any strong human colonization. However, human activities in the dune field and tourism increased remarkably in the last 30 years. Between 1994 and 1996 a research program on ecology of sandy beach communities was developed with the objective of evaluating hypotheses about its organization and the human effects on the fauna. Three main conclusions were obtained: 1) in Cabo Polonio, the zonation patterns were much more dynamic than expected from the classical theory of zonation; that dynamism is in part based on the behavior of the main species of the community; 2) at a scale of 1-10 km, the spatial variability in the community composition seems to be related to processes coupling the dune and beach habitats. In Cabo Polonio, the forestation of the dune field may influence the beach biodiversity; and 3) the understanding of the organization and the impact of human activities on Uruguayan coastal ecosystems should not be done merely through the application of existing theories, since there is no certainty that a successful model for other regions may apply to the Uruguayan coast. Any solution to environmental problems requires that Uruguay develops its own research program in ecology.

**Key words:** benthos, sandy beaches, coastal dunes, *Excirrolana*, *Emerita*

playa submarina y el campo de dunas. Asimismo, los procesos físicos que ocurren en las playas son considerados responsables en gran medida de la estructura y dinámica de las comunidades biológicas que allí se encuentran. Cuando el rango de marea es reducido y la distancia entre las puntas rocosas es muy grande, la interacción entre el tipo de arena, las olas y las corrientes costeras determinan la morfología de la playa (Short 1996). Las playas disipativas ocurren en ambientes expuestos y están caracterizadas por arena fina y una pendiente suave (Fig. 1). En la playa submarina se forman uno o más bancos de arena. Las olas colapsan sobre los bancos de arena disipando su energía, transfiriéndola a olas más pequeñas que alcanzan la playa aérea. En contraste, cuando la arena es gruesa y especialmente en zonas protegidas se forman playas reflectivas, caracterizadas por una

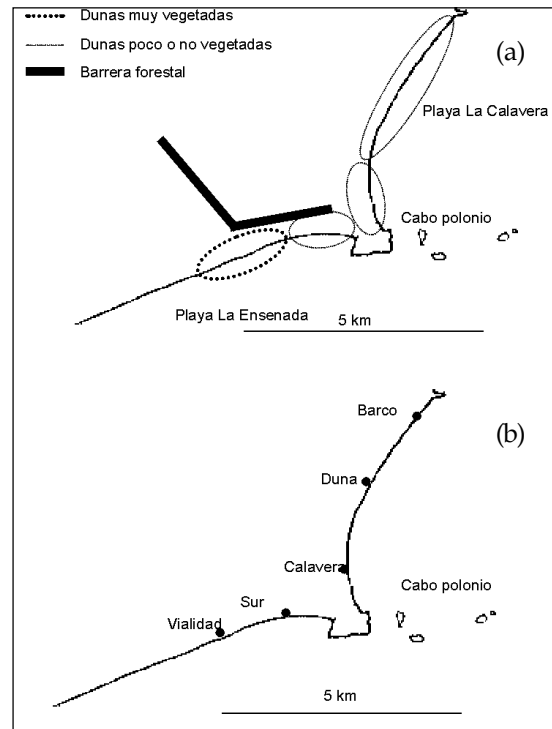


**Figura 1.** Características principales de las playas disipativas, intermedias y reflectivas.

pendiente pronunciada. En las playas reflectivas, la ausencia de bancos de arena lleva a que las olas golpeen directamente contra la playa aérea. Usualmente, las playas reflectivas presentan una sucesión de crestas y valles denominados cuspidos.

Entre los extremos disipativos y reflectivos existe una gran gama de tipos morfodinámicos resumidos en cuatro tipos principales de playas denominadas "intermedias". En éstas, los bancos de arena son de ancho irregular, pudiendo generarse barras transversales y canales de corrientes de retorno que se mueven hacia mar abierto (Fig. 1). Debido a interacciones entre la pendiente, el tamaño del grano de arena y la extensión y frecuencia del barrido de las olas en la playa aérea, se establecen diferentes tipos de gradientes físicos entre la zona superior e inferior de la playa: hacia el extremo disipativo la arena fina retiene más agua y la pendiente suave y la mayor extensión de la zona de barrido generan un gradiente suave y extenso. En el extremo reflectivo, el grano grueso y la pendiente pronunciada generan un gradiente abrupto y reducido a la zona inferior de la playa.

La región de Cabo Polonio (Fig. 2) presenta arcos de playa que varían ampliamente en su tipo morfodinámico. La Playa La Calavera, que se extiende ca. 8 km, adquiere una forma disipativa en su extremo W, se hace intermedia hacia su zona central y alcanza una forma reflectiva en su extremo E. La Playa La Ensenada es intermedia, su pendiente se va incrementando hacia el W, pero el sedimento no llega a ser dominado por arena gruesa. Esas



**Figura 2.** Mapa de la región de Cabo Polonio mostrando (a) características de las playas y del campo dunar y (b) sitios de muestreo.

particularidades hacen a Cabo Polonio un sitio ideal para estudiar el papel de la morfodinámica en la organización de las comunidades faunísticas y en el comportamiento de algunas especies de la playa. Esta temática constituye la primera parte de este artículo.

Una segunda característica de Cabo Polonio es su extenso campo dunar. Originariamente muy amplio y dominado por dunas de considerable tamaño, el campo dunar es actualmente muy heterogéneo. Aproximadamente 3 km al W de Cabo Polonio las dunas están forestadas; en algunos sitios la vegetación llega hasta la playa. En el primer kilómetro desde Cabo Polonio, las dunas no están prácticamente vegetadas pero se encuentran parcialmente ocupadas por casas de veraneo. La zona W de la Playa La Calavera está dominada en sus primeros dos kilómetros por dunas bajas parcialmente ocupadas por vegetación natural, por el pueblo de Cabo Polonio y por casas de veraneo. Hacia el centro del mismo arco de playa las dunas son de mayor tamaño, poco vegetadas y no ocupadas por casas; en el extremo E las dunas son más bajas y ocupadas por vegetación natural. Además, el grado de erosión dunar, evidenciado por dunas con perfil vertical en el límite con la playa, es mayor hacia la zona W de ambos arcos. De esta forma, una interacción entre las actividades humanas y procesos naturales han establecido un gradiente en las características del campo dunar. Se discuten los posibles efectos de los gradientes del campo dunar sobre la fauna de la playa en la segunda parte de este artículo.

## RESPUESTAS DE LA FAUNA A LA MORFODINÁMICA EN LAS PLAYAS DE CABO POLONIO

Entre 1994 y 1996 se desarrolló un programa de investigación con el fin de conocer la composición faunística de las comunidades de invertebrados de las playas, la distribución en relación a los tipos morfodinámicos y los patrones de actividad de dos especies de isópodos.

### Composición faunística y zonación

Para cumplir los primeros dos objetivos se definieron cuatro sitios (Fig. 2b), cubriendo así cuatro estados morfodinámicos. Se definen los sitios: a) reflectivo (Barco) ubicado cerca del extremo E del arco de La Calavera; b) intermedio-reflectivo (Dunas) en el centro del mismo arco; c) intermedio-disipativo (S), ubicado en la Playa La Ensenada ca. 900 m al W de Cabo Polonio; y d) disipativo (Calavera) a 1 km al E de Cabo Polonio. Los resultados y conclusiones de este trabajo pueden encontrarse en detalle en Giménez & Yannicelli (1997).

En términos generales, las playas arenosas se caracterizan por una fauna de invertebrados móviles, en particular crustáceos isópodos (pertenecientes a la familia Cirolanidae y Oniscidea), anfípodos (pertenecientes a varias familias), decápodos (los tatucitos o cangrejo-topo, pertenecientes al género *Emerita*), moluscos bivalvos (usualmente almejas y berberechos), gastrópodos y algunos gusanos poliquetos (Brown & McLachlan 1990). En ese sentido, las playas de Cabo Polonio no se diferencian de esos patrones generales. Su composición específica se detalla en la Tabla 1 y está dominada por cinco especies, los isópodos *Excrolana armata* y *Excrolana braziliensis*, el anfípodo *Atlantorchestoidea braziliensis*, el tatucito *Emerita braziliensis* y el berberecho *Donax hanleyanus*.

Como en otras playas del mundo, diferentes especies dominan en los distintos tipos morfodinámicos (ver Giménez & Yannicelli 1997 por referencias). En Cabo Polonio, el anfípodo *A. braziliensis* se encuentra exclusivamente hacia el extremo reflectivo mientras que el isópodo *E. armata* ocurre exclusivamente en el extremo disipativo. *Excrolana braziliensis*, *Emerita braziliensis* y *D. hanleyanus* se encuentran en todos los tipos morfodinámicos. En particular, se destaca el hecho que *A. braziliensis* se encontró sólo hacia el extremo reflectivo, cuando esta especie es también abundante en el arco de playa ubicado entre La Coronilla y la Barra del Chuy, claramente disipativo (Defeo *et al.* 1992). Evidentemente, otro factor diferente al estado morfodinámico debería explicar el patrón de distribución de *A. braziliensis* en Cabo Polonio.

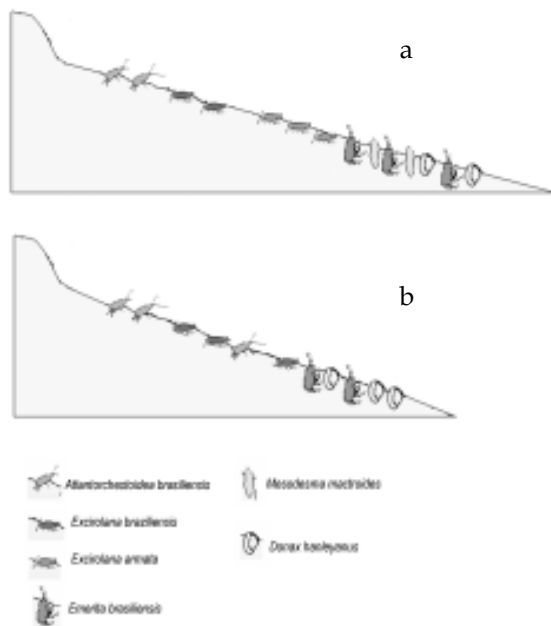
La fauna se distribuye diferencialmente en el gradiente ambiental definido entre el límite superior e inferior de las playas (Dahl 1952). Este patrón de distribución es denominado "zonación" debido a que es posible definir zonas en la playa dominadas por una o dos especies características; la zonación está asociada al gradiente en el contenido de agua del sedimento. Como la gran mayoría de las especies de playa son de origen marino, su

**Tabla 1.** Principales especies encontradas en las playas de Cabo Polonio, el sitio (C: Calavera, D: Dunas, B: Barco, S: S), tipo morfodinámico (D: Disipativo, I: Intermedio, R: Reflectivo) y su posición aproximada sobre la playa (AS: zona de arena seca, AH: zona de retención, con arena húmeda, S: swash).

Especie	Sitio	Tipo	Posición
Crustáceos isópodos			
<i>Excrolana armata</i>	C, S	D-I	AH-S
<i>Excrolana braziliensis</i>	Todos	Todos	AH-S
<i>Macrochiridotea</i> sp.	C, S, D	D-I	S
Crustáceos anfípodos			
<i>Atlantorchestoidea braziliensis</i>	B, S	R-I	AS-AH
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	-	D-I	S
<i>Phoxocephalopsis zimmeri</i>	-	D-I	S
Crustáceos decápodos			
<i>Emerita braziliensis</i>	Todos	Todos	S
<i>Arenaeus cribarius</i>	S	I	S
Moluscos			
<i>Donax hanleyanus</i>	Todos	Todos	S
<i>Mesodesma mactroides</i>	C	D	S
<i>Olivancillaria vesica</i>	C	D	S
Anélidos poliquetos			
<i>Hemipodia olivieri</i>	Todos	Todos	S
<i>Euzonus furciferus</i>	C	D	S

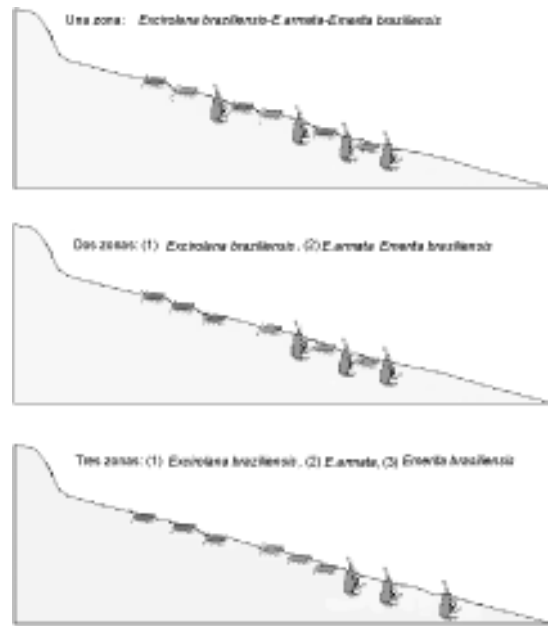
límite de distribución hacia la zona superior de la playa debe estar definido, al menos en parte, por sus capacidades fisiológicas para sobrevivir en condiciones limitadas de disponibilidad de agua de mar. Los primeros estudios de zonación de organismos de playa definieron un patrón de zonación universal y estático, con excepción de modificaciones dependientes de la latitud. Para Uruguay, el esquema de zonación establecido fue caracterizado por una zona superior denominada por *A. braziliensis*, una zona intermedia dominada por los isópodos y una inferior dominada por el tatucito, las almejas y los berberechos (Scarabino *et al.* 1974; Escofet *et al.* 1979). Recientemente quedó establecido que los patrones de zonación dependen del tipo morfodinámico (Fig. 3): esta modificación en la visión de los patrones de zonación fue realizada a partir de estudios de un grupo de playas de Uruguay (Defeo *et al.* 1992) y Chile (Jaramillo *et al.* 1993). En el caso de Cabo Polonio, el modelo de zonación dependiente de la morfodinámica define las siguientes tres zonas para las playas disipativas: 1) superior, formada por *Excrolana braziliensis*; 2) media, con *E. armata*; y 3) inferior, dominada por *Emerita braziliensis* y *D. hanleyanus*. En playas reflectivas existirían dos zonas: 1) superior, formada por *A. braziliensis* y *Excrolana braziliensis*; y 2) inferior, dominada por *D. hanleyanus*, y *Emerita braziliensis*.

Una modificación hacia un modelo dinámico, al menos en las playas micromareales y para el caso de Uruguay, se realizó en conjunto con un trabajo en la Playa Barra del Chuy. Allí, los patrones de zonación son variables: las zonas definidas por diferentes especies pueden fusionarse y separarse (Brazeiro & Defeo 1996). Se constató ese fenómeno para el sitio disipativo de la Playa La



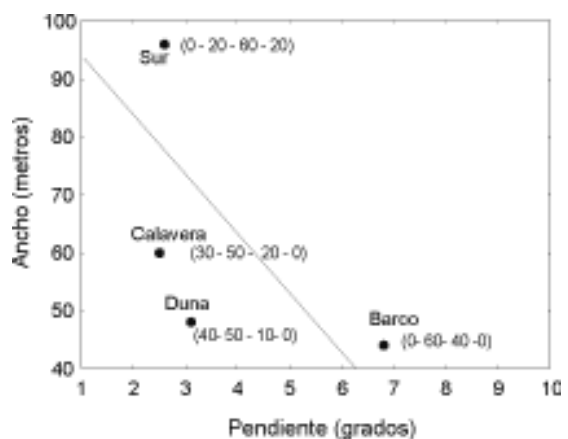
**Figura 3.** Distribución transversal de las principales especies de la macrofauna bentónica en playas disipativas (a) y reflectivas (b) de la costa Uruguayaya.

Calavera. Allí se detectó que en ocasiones el isópodo *Excirrolana brasiliensis* formaba una zona superior, *E. armata* una intermedia y *Emerita brasiliensis* una inferior. Frecuentemente, la zona de *E. armata* se fusionaba con alguna de las otras dos zonas, y a veces las tres se encontraban fusionadas (Fig. 4). Además, se amplió el concepto dinámico de la zonación para todo el gradiente morfodinámico: por ejemplo, en el extremo reflectivo los anfípodos y los isópodos podían formar una o dos zonas. En ese sentido, se generó un nuevo modelo donde: 1) los patrones de zonación establecidos anteriormente son estados transitorios, producto de la separación y fusión de diferentes zonas, y se caracterizan por una frecuencia de ocurrencia, 2) la perdurabilidad de las zonas está asociada a la morfodinámica de la playa y las características de los organismos que conforman las zonas. A mayor pendiente y ancho de la playa, más estables son las zonas, el número máximo de zonas aumenta y la frecuencia con que se observa el estado de una zona disminuye (Fig. 5). Si la playa es angosta, la zona de barrido puede cubrir casi toda la playa mezclando individuos de diferentes especies y generando una fusión de zonas; en un caso extremo se llega a un estado con una sola zona (e.g. Playa La Calavera). Si la playa es ancha, la mezcla se reduce a especies de las zonas inferiores (e.g. Playa La Ensenada). A medida que aumenta la pendiente la posición de la zona de barrido de la ola es más estable y también lo son las zonas en la playa. Por otra parte, es necesario considerar la capacidad de movilidad de los organismos que integran la comunidad. Organismos como las almejas, tatucitos, caracoles e isópodos responden lentamente a cambios espaciales en la zona de barrido, pudiendo quedar "varados" en la zona superior de la



**Figura 4.** Diferentes estados de zonación en playas de Cabo Polonio. La playa de La Calavera se caracteriza principalmente por los estados de una o dos zonas; la playa Sur por los estados de 2 y 3 zonas.

playa, cuando la misma se retira del nivel superior, después de una tormenta. Estas especies presentan un transporte activo mediado por las corrientes de barrido: dependen de las olas en la playa para poder trasladarse. Por el contrario, los anfípodos saltadores pueden responder rápidamente y con cierta independencia a cambios en la zona de barrido: ellos presentan un mecanismo de transporte activo autónomo. Así, el dinamismo en la distribución de organismos en las playas arenosas por ejemplo, está determinado por la alta movilidad de la fauna y las corrientes.



**Figura 5.** Variación en frecuencia de ocurrencia y estabilidad de las zonas de invertebrados bentónicos en función del ancho y pendiente de la playa en Cabo Polonio. La línea separa los sitios donde se ha observado el estado de una zona, de aquellos donde ese estado no se ha observado.

Asumamos que en ausencia de fluctuaciones en la posición de la zona de barrido se genera una condición estacionaria donde cada una de las principales especies se distribuye en una zona propia: bajo esa condición se alcanzaría el máximo número posible de zonas. Una perturbación (e.g. por una tormenta) constituirá un disturbio físico que llevará al desplazamiento y la fusión de zonas. Luego del disturbio, la comunidad de invertebrados tal vez tienda a su estado estacionario. Bajo este modelo, las comunidades de playas de Uruguay se encuentran en diferentes estados transitorios producto de diferentes grados de disturbio físico y cuya capacidad de retorno al estado estacionario dependería de la movilidad de los organismos de la comunidad.

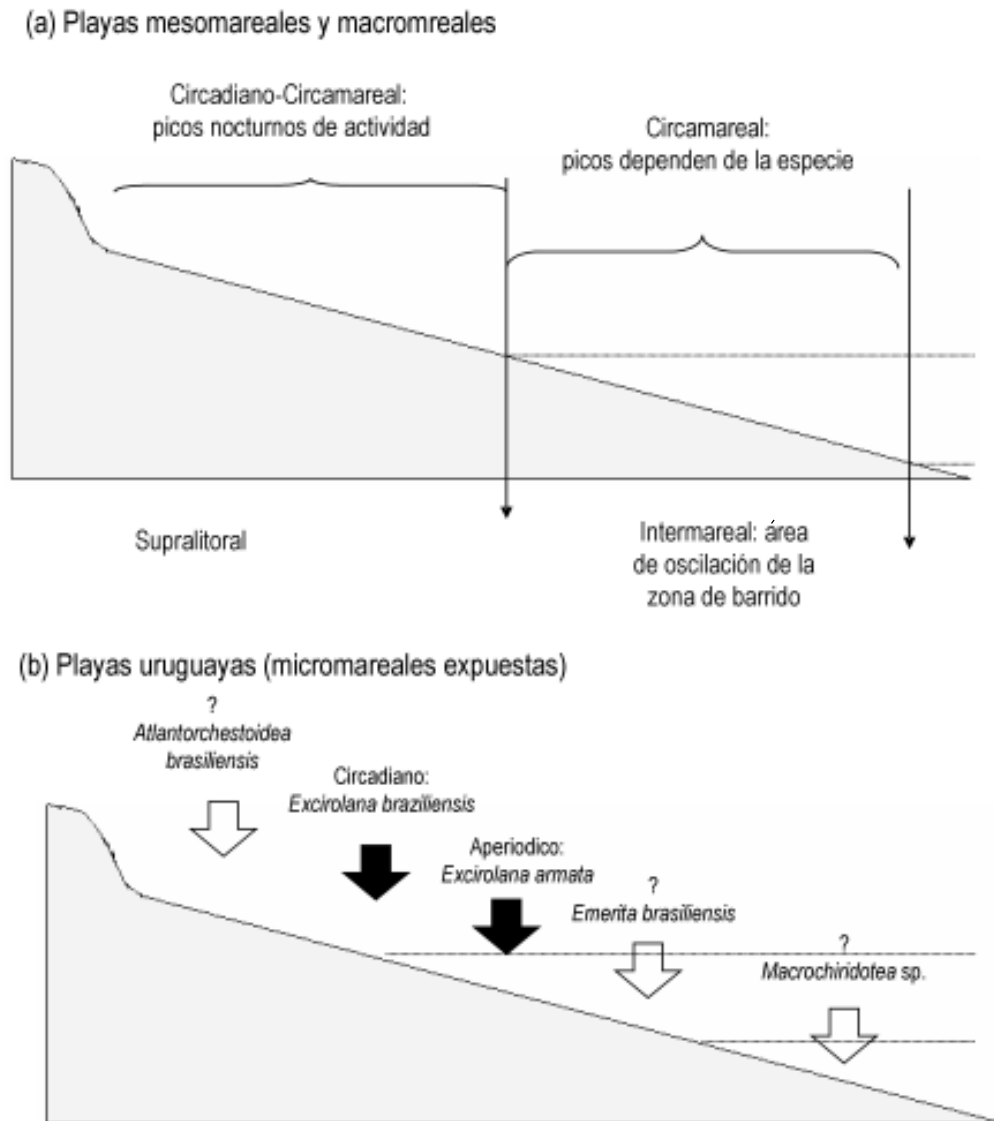
Aún no ha habido evaluaciones posteriores de este modelo. El mismo debería ser aplicable a sitios con un rango de marea reducido (0.5 m o menos) y requiere un muestreo de frecuencia mensual durante al menos un año. En las playas uruguayas es necesario considerar un mayor número de playas, con diferentes anchos, orientaciones en la costa y estados morfodinámicos para realizar tal evaluación. También es necesario evaluar el modelo en playas de otras regiones. En una playa de Valdivia, Chile, caracterizada por una suave pendiente (2-4 °) de un ancho mayor a 100 m y una amplitud de marea de 1.5 m, las zonas son estables y su posición es muy poco modificada durante el año (Jaramillo *et al.* 1996). Dados el ancho y la pendiente de esta playa, es esperable que el número de zonas sea estable. Sin embargo, el rango de marea de esta playa es tres veces el de la costa uruguaya. Nuestro modelo es aun incompleto y es muy probable que sea necesario incorporar el rango de marea como variable para generar un modelo general. Existe una diferencia importante entre los movimientos de ascenso y descenso de la zona de barrido causados por la marea y los causados por el viento. Los movimientos causados por la marea son previsible y ocurren a una escala temporal diaria, el desplazamiento de la zona de barrido de la ola ocurre en forma oscilatoria una o dos veces al día. Los movimientos por el viento son menos previsible y pueden ocurrir a escalas temporales de varios días o semanas. Cuando los organismos están sometidos a variaciones ambientales periódicas pueden desarrollarse comportamientos que toman ventaja de esa característica. Se desarrollan así ritmos de actividad locomotriz, de migración o de alimentación, sintonizados por su reloj interno y por el ambiente. Según la especie, estos ritmos pueden permitir que los individuos estén activos durante los períodos de marea alta o de marea baja, o que permanezcan siempre dentro de la zona de barrido. Por el contrario, un fenómeno sin periodicidad, que puede producir estrés fisiológico por un período de tiempo largo, debería inducir respuestas directas y rápidas, sin periodicidad interna. Así, los organismos que habitan playas dominadas por mareas o por el viento se encuentran en hábitat cualitativamente diferentes. Estas consideraciones nos llevó a desarrollar una serie de muestreos

y experimentos con los isópodos de Cabo Polonio, que motivan la siguiente sección.

### Ritmos de actividad locomotriz de los isópodos de playa en Cabo Polonio

Como se explicó anteriormente, la zona de barrido es un hábitat dinámico; en la misma se remueve y transporta sedimento y organismos desde y hacia la zona superior e inferior de la playa. Además, la posición de la zona de barrido cambia temporalmente en la playa en función de procesos de transporte de agua relacionados con la marea y el viento. Este tipo de dinámica ha favorecido un conjunto de patrones de comportamiento relacionados a la actividad locomotriz y a la capacidad de enterramiento en los invertebrados de playas. Esos patrones buscan mantener la posición de los individuos de cada especie en o cerca del microhábitat que produce un máximo en la esperanza de vida, o al menos evitar los microhábitat donde la mortalidad es muy alta. Así, especies adaptadas a vivir dentro de la zona de barrido (e.g. algunos isópodos, los tatucitos y las almejas) deberían acompañar sus desplazamientos a través de la playa. En caso de ser transportados fuera de la zona de barrido la esperanza de vida se reduce considerablemente. Los organismos varados experimentan pérdida de agua corporal, limitación en su capacidad de respiración, reducción en la capacidad de alimentación, e incremento en la probabilidad de predación por aves. En la playa submarina la probabilidad de predación por otros invertebrados o peces se incrementa.

En su gran mayoría, los estudios sobre actividad nadadora provienen del Hemisferio Norte, de regiones donde las fluctuaciones en la altura de la zona de barrido son dominadas por las mareas. En esos sitios, los ritmos de actividad locomotriz dependen de la posición que ocupan los organismos en la playa, y de su mecanismo de traslación (Fig. 6a). Las especies de la zona de barrido pueden desarrollar ritmos locomotrices llamados circamareales debido a que se hallan sincronizados a las oscilaciones de la marea. Estos organismos logran así acompañar los desplazamientos de la zona de barrido, moviéndose hacia el nivel superior de la playa con la marea creciente y hacia el nivel inferior con la marea bajante. Por otra parte, ritmos circamareales permiten a organismos de zonas superiores (e.g. anfípodos saltadores o isópodos con movimiento activo autónomo) permanecer en el sedimento durante la marea alta, cuando la zona de enterramiento se haya inundada y emerger durante mareas bajas para alimentarse del detrito depositado sobre la playa tras retirarse el mar. Estos últimos organismos pueden además presentar modificaciones "circadianas", emergiendo principalmente en las mareas bajas nocturnas, cuando el riesgo de ser atrapado por predadores visuales es menor. Otros organismos de zonas superiores, pero nadadores, pueden emerger a alimentarse solamente cuando su zona de enterramiento se encuentra inundada. Finalmente, ritmos endógenos



**Figura 6.** Ritmos de actividad y emergencia de invertebrados de playas: (a) playas meso y macromareales. (b) Estado actual de la información y posibles especies modelo para estudios futuros de actividad en invertebrados de playas uruguayas.

circadianos son comunes en organismos no nadadores de zonas superiores.

Pero ¿cuál es el patrón de comportamiento en sitios como la costa oceánica uruguaya? Aquí, la marea juega un papel menor en controlar los desplazamientos de la zona de barrido. En este tipo de costas, la literatura es muy escasa: en las playas del Mediterráneo, donde no existe efecto de la marea, los isópodos de la zona de barrido desarrollan ritmos circadianos; en playas expuestas de Sudáfrica donde el viento controla la posición de la zona de barrido no existen ritmos de actividad bien definidos en tres especies de isópodos estudiados (ver Yannicelli *et al.* 2001 por referencias). Así, nuestro objetivo fue establecer si existía una relación entre el comportamiento y la distribución a lo ancho de la playa de los

dos isópodos que habitan el intermareal arenoso de la costa uruguaya (Yannicelli *et al.* 2001; 2002).

Se detectó que ambas especies diferían en su patrón de comportamiento. *E. armata*, usualmente encontrada en el sector superior de la zona de barrido, parece estar siempre activa, pero no presenta comportamientos cíclicos de actividad, ya sea circamareales o circadianos. Su emergencia se produce por estímulos que perturban el sedimento (estímulos tixotrópicos), como la inundación de su zona de enterramiento. En cambio, *Excirolana brasiliensis*, que tiende a ocurrir en un sector de playa por encima de *E. armata*, presenta una menor actividad y ritmos circadianos con máximos de actividad natatoria durante la noche y aumentados por estímulos tixotópicos. Dado que *E. armata* está muy expuesta a las

variaciones en el nivel del mar, este comportamiento flexible de emergencia asociada a perturbaciones del sedimento le permitirían controlar su posición en la playa a pesar de cambios abruptos y a corto plazo de la zona de barrido. En ese sentido, los resultados de *E. armata* sugieren que especies de isópodos que habitan la zona de barrido de playas dominadas por corrientes dependientes del viento no presentan comportamientos cíclicos, sino una alta capacidad de respuesta a perturbaciones típicas.

Si bien *E. braziliensis* también realiza excursiones en la zona de barrido para alimentarse y trasladarse, ocupa zonas superiores a *E. armata* en las playas donde ambas co-ocurren. Ese hecho puede explicar porqué solamente realiza excursiones en las olas durante horas de la noche, cuando se reduce la presión de predación por predadores visuales o la pérdida de agua en caso de varamiento.

En general, las diferencias en la zona ocupada por los organismos marinos en una playa se atribuye a tolerancias fisiológicas. Un organismo no se encuentra más alejado de la costa de lo que su tolerancia a la desecación se lo permite. Pero ¿por qué no se extienden hasta la zona inferior de la playa? ¿No son capaces de alimentarse en condiciones de mayor turbulencia? ¿Son predados por otros organismos? ¿Compite con otros organismos por espacio o por alimento? ¿O la capacidad locomotriz puede generar la segregación espacial que se observa entre especies similares? Si esto fuera así, la capacidad natatoria de *E. armata* debería ser mayor a la de *E. braziliensis*. Para analizar esta idea, se realizaron experimentos de comportamiento utilizando un canal de flujo: un canal artificial, para generar y controlar corrientes de agua en el laboratorio. Ésta fue la primera vez que tal instrumento es usado en un estudio de comportamiento de organismos de playa. El uso del canal de flujo mostró que *E. armata* es mejor nadadora y se entierra en el sedimento mucho más rápidamente que *Excírolana braziliensis*. Especies que ocupan la zona de barrido con menos frecuencia, o en áreas menos turbulentas, deberían experimentar eventos de perturbación del sedimento, nado y enterramiento menos frecuentemente que aquellas que habitan las zonas más turbulentas. Por el contrario, la mayor capacidad de nado y enterramiento de *E. armata* sugiere una mayor capacidad para utilizar la zona de barrido. Si bien no es posible asegurar que el conjunto de capacidades y comportamientos relacionados a la actividad locomotriz de estas especies sean responsables de su zonación, la evidencia encontrada hasta el momento no se opone a esa hipótesis; incorpora elementos diferentes a los previamente considerados en este ambiente y apoya la idea de dinamismo.

Claramente, es necesario realizar un nuevo modelo para playas dominadas por el viento que incluya diferentes zonas de la playa (Fig. 6b). Es necesario estudiar el comportamiento de otras especies como los anfípodos, que viven fuera de la zona de barrido, los tatucitos, que ocurren en la parte inferior de la zona de barrido o isópodos (e.g. *Macrochiridotea*), que ocurren en el submareal. En tal

sentido, la costa uruguaya ofrece oportunidades a la investigación con el fin de desarrollar nuevos modelos que vinculen el comportamiento de los organismos con sus patrones de distribución.

#### ASOCIACIONES ENTRE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PLAYA Y LAS CARACTERÍSTICAS DUNARES

La fauna de invertebrados no solo responde a los cambios en los estados morfodinámicos descritos anteriormente sino que también responde a cambios topográficos de la playa, como los generados por los cuspidos. La Ensenada y la zona E de La Calavera son ejemplos de playas con cuspidos. Una pregunta interesante apuntaba a determinar si esas estructuras generaban patrones de distribución en los invertebrados. Con ese motivo, se diseñó una serie de muestreos destinados a conocer si a lo largo de 3 km en la Playa La Ensenada, la fauna respondía a esa sucesión de crestas y valles. Como resultado se descubrió que dos especies, *E. armata* y *Emerita braziliensis* predominaban en los valles, mientras que *Excírolana braziliensis* predominaba en las crestas (Giménez & Yannicelli 2000). También se observó que en la zona superior de la playa un grupo de especies de insectos formaba un gran parche de 1-2 km de largo. Dicho parche estaba presente en el sector de playa cubierto por agua dulce proveniente de la napa freática. Ese sector de playa se encuentra hacia el W de Cabo Polonio, en zonas adyacentes al campo de dunas altamente vegetado. Investigaciones previas en otras regiones y en Cabo Polonio han sugerido que en playas con dunas vegetadas el transporte de arena hacia la playa está muy reducido (Piñeiro & Panario 1993; Panario & Piñeiro 1997). Esos autores han propuesto que la vegetación atrapa arena y reduce la capacidad de transporte por el viento. Si las dunas están altamente vegetadas no existe prácticamente transporte de arena entre las dunas y la playa. En consecuencia, puede predominar un proceso de erosión controlado por el intercambio de arena entre la playa y el mar.

Tal escenario es consistente con la situación de la playa La Ensenada, 1-2 km al W de Cabo Polonio: en esa zona en invierno la playa está aplanada y hay erosión dunar, coincidiendo con un tipo 2 de severidad de erosión (Benavente *et al.* 2002: ver Tabla 2). En invierno el rango de distribución de las especies de origen marino, especialmente de los isópodos, se amplía hacia el sector superior de la playa, incluso hasta el pie de las dunas, probablemente como consecuencia del transporte de individuos durante las tormentas. En verano, el nivel del mar tiende a estar más bajo y la playa presenta en su sector superior una topografía cóncava que facilita la formación de charcos de agua originada en la napa freática. Ese sector pasa a ser dominado por un grupo de especies de insectos mientras que las especies de origen marino ocupan el sector medio e inferior de la playa (Fig. 7). Más cerca de Cabo Polonio, los efectos de la erosión parecen ser menores, consistentes principalmente en un aplanamiento



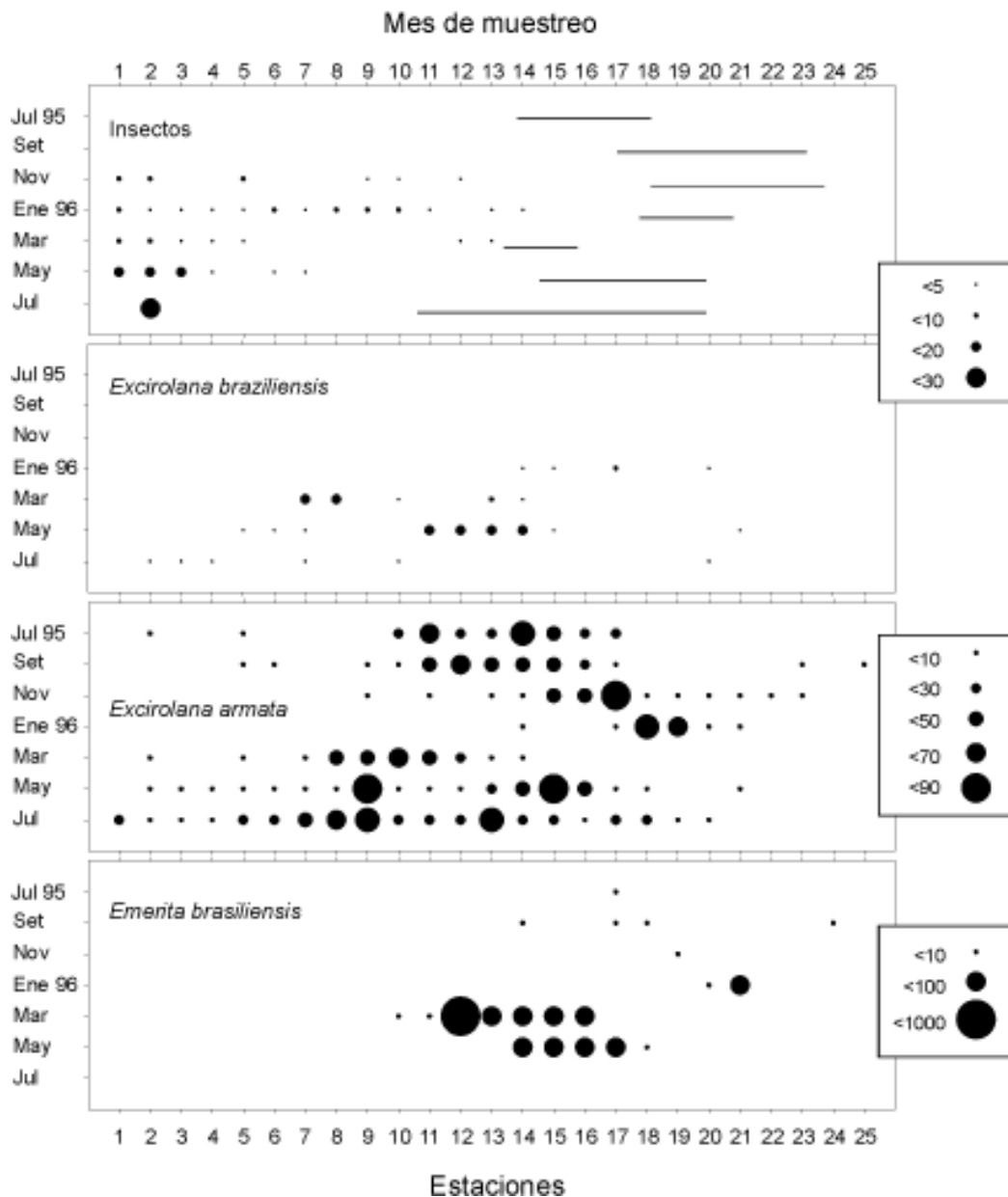


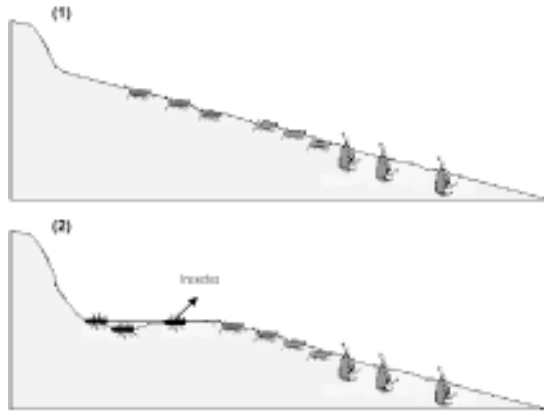
Figura 7. Distribución de la fauna bentónica en un sector erosionado de la playa La Ensenada, ubicado 100 m al oeste de la salida hacia vialidad. El muestreo fue realizado entre julio de 1995 y 1996 mediante 4 transectos a través de la playa separados ca 60 m, con estaciones definidas cada 4 m (fuente: Giménez y Yannicelli, datos no publicados).

Tabla 2. Tipos de erosión de una playa (modificado de Benavente *et al.* 2002)

Tipo	Características de la playa
1	Aplanamiento de la playa
2	Erosión dunar, escarpamiento de la duna
3	Aparece sustrato rocoso
4	Movimientos en acantilados rocosos: caída y arrastre de rocas
5	Inundación (overwashing)
6	Deterioro de infraestructuras (carreteras, muelles, ramblas)

miento de la playa. Sin embargo, no se observó un afloramiento de la napa freática, y en una sola ocasión se observó un escarpamiento de las dunas. En consecuencia, es posible definir a lo largo de la Playa La Ensenada un gradiente en la composición faunística y del patrón de zonación, asociado a un gradiente de erosión y de las características del campo dunar (Fig. 8). Una vez más el patrón de zonación cambia en el tiempo y en el espacio. La presencia de los insectos probablemente depende de la formación charcos de agua dulce o de la saturación del sedimento en verano. La disminución de abundancia de los insectos en los meses de invierno no debería estar

vinculada solamente a la erosión sino también a la dinámica de los ciclos de vida de esas especies. Es probable que al menos las formas larvales ocurran en la playa solamente en verano aun cuando existiesen los charcos durante el invierno. Por otra parte, es también probable que en un año con frecuencias altas en tormentas y en erosión de la playa, el período de desarrollo larval se vea interrumpido.



**Figura 8.** Zonación de la fauna bentónica en dos sitios de la playa La Ensenada durante el verano. En el sitio (1) las dunas están libres de vegetación; en el sitio (2) el campo dunar está cubierto de vegetación y la napa de agua subterránea aflora en la parte superior de la playa y en el pie de las dunas.

El mecanismo propuesto en los párrafos anteriores involucra un grupo de procesos que genera un acoplamiento entre el hábitat dunar y la comunidad de invertebrados de la playa. A pesar que los procesos de intercambio de arena entre la playa y las dunas han sido estudiados, existe muy poca literatura sobre los efectos en la macrofauna de la playa. De hecho, la mayoría de los ecólogos de playa enfocan su investigación a las relaciones entre la morfodinámica de la playa y la fauna. En el futuro será necesario estudiar dos grupos de procesos que acoplan la playa con la zona pelágica y con el campo de dunas.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Los sistemas ecológicos se caracterizan por su dificultad de predicción, generalización y modelación. Nuestros trabajos muestran que las playas no son la excepción y en el caso de la costa uruguaya no se ajustan a algunos modelos clásicos generados para playas dominadas por la marea. Esto significa que es necesario realizar investigación con el fin de generar un modelo apropiado de funcionamiento de comunidad.

En el caso de la zonación, la inclusión de las variaciones temporales en los patrones genera una visión dinámica y abre nuevas posibilidades de investigación. La misma incluye el concepto de disturbio y de estados transitorios de la comunidad, desarrollado anteriormente para comunidades de rocas. El efecto de un disturbio en una

playa es diferente que en una comunidad rocosa. Mientras un disturbio en una comunidad rocosa lleva a la dislocación, pérdida de organismos sésiles, liberación de espacio y formación de un mosaico de parches, el modelo aquí expuesto predice que el disturbio en una playa lleva a la mezcla de individuos de diferentes especies y zonas a lo ancho de la misma. En el caso de la actividad locomotriz de los isópodos, se plantea que es necesario desarrollar un modelo para organismos de playas micromareales y expuestas.

Finalmente, a pesar de que ciertos modelos de comunidad sean aplicables a la costa uruguaya, siempre es posible desarrollar visiones alternativas que llevan a una ampliación de las teorías existentes. Tal es el caso de nuestro estudio sobre asociaciones entre la distribución de los insectos de la playa y las características dunares. Tal asociación sugiere la necesidad de una teoría que involucre el acoplamiento de la playa con el campo dunar, además del acoplamiento con el mar. Esa teoría puede inicialmente ser basada en el modelo de funcionamiento sugerido para Cabo Polonio; sin embargo, el mismo debe ser testado por medio de experimentos o recogiendo observaciones en playas donde la cobertura del campo de dunas sea variable.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

De nuestro trabajo se desprende que un programa de investigación que evalúe el grado de intercambio de sedimento entre las playas, las dunas y el mar, y sus consecuencias sobre la biodiversidad supone una de las prioridades para generar pautas de manejo en playas uruguayas. Tal programa debería incluir el estudio de las variaciones estacionales en acreción y erosión en varias playas y sus posibles causas: la erosión en las playas puede ser causado por un amplio número de factores actuando a diferentes escalas temporales (e.g. actividad humana, incremento del nivel del mar, concentración de olas debido a características topográficas marinas; ver Esteves *et al.* 2002). El grado de sensibilidad a la erosión parece depender del tipo de playa: las playas disipativas son menos sensibles que las reflectivas (Benavente *et al.* 2002). En segundo nivel se requiere una evaluación de las variaciones de la biodiversidad en función del grado de erosión de las playas. Ambos objetivos deberían abordarse con una combinación de observaciones y experimentos de campo. Por ejemplo, un experimento que incluya la deforestación de amplios sectores del campo de dunas y una evaluación de la respuesta de la playa y de la fauna permitiría simultáneamente evaluar un modelo de funcionamiento de comunidad y generar estrategias de manejo.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue basado en el apoyo incondicional del Mag. Enrique Peluffo: a él va dedicado. Los muestreos se realizaron gracias a la ayuda de nuestros amigos y de un gran número de estudiantes de la Licenciatura en Cien-

cias Biológicas de la Facultad de Ciencias. El grupo de Ciencias de la Epigénesis (Facultad de Ciencias) nos aportó información previa sobre las características de Cabo Polonio. El Dr. Omar Defeo y el Dr. Raul Palacios y los colegas de la Sección Oceanología nos apoyaron con literatura y sugerencias. Nuestros proyectos fueron financiados con fondos del Instituto de Biología (Facultad de Ciencias), de CSIC, a través de un proyecto de Iniciación a la Investigación a LG, y de PEDECIBA, a través de una beca de Maestría a BY.

## REFERENCIAS

- Benavente J Del Río L Anfuso G Gracia F & J Reyes** 2002 Utility of morphodynamic characterization in the prediction of beach damage by storms. *Journal of Coastal Research*-S36:56-64
- Brazeiro A & O Defeo** 1996 Macrofauna zonation in microtidal sandy beaches: it is possible to identify patterns in such variable environments. *Estuarine Coastal Shelf Science* 42:523-536
- Brown A & A McLachlan** 1990 Ecology of sandy shores. Elsevier, Amsterdam
- Dahl E** 1952 Some aspects of the ecology and zonation of the fauna of sandy beaches. *Oikos* 4:1-27
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macrofauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Escofet A Gianuca N Maytía S & V Scarabino** 1979 Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29 y 43° Lat. Sur: Consideraciones generales y esquema biocenológico. *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur* (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, Montevideo
- Esteves LS Toldo Jr EE Dillenburg SR & LJ Tomazelli** 2002 Long and short-term coastal erosion in Southern Brazil. *Journal of Coastal Research* SI 36:273-282
- Giménez L & B Yannicelli** 1997 Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Marine Ecology Progress Series* 160:197-207
- Giménez L & B Yannicelli** 2000 Longshore patterns of distribution of macrofauna on a Uruguayan sandy beach: an analysis at different spatial scales and of their potential causes. *Marine Ecology Progress Series* 199:11-125
- Jaramillo E** 1996 Seasonal variability of the sand beach macrofauna in south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:641-654
- Jaramillo E McLachlan A & P Coetzee** 1993 Intertidal zonation patterns of macrofauna over a range of exposed sandy beaches in south central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 101:105-118
- Panario D & G Piñeiro** 1997 Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. *Climate Research* 9:67-72
- Piñeiro G & D Panario** 1993 Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas de Cabo Polonio. Unidad de Ciencias de la Epigénesis, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. (Inédito)
- Scarabino V Maytía S & JC Faedo** 1974 Zonación biocenológica de playas arenosas del Departamento de Rocha (Uruguay) con especial referencia a la presencia de *Ocypode quadrata* Fabricius, 1767 (Decapoda, Brachyura). *Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía* 1:42-52. Montevideo
- Short A** 1996 The role of wave height, period, slope tide range and embaymentization in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:589-604
- Yannicelli B Palacios R & L Giménez** 2001 Activity rhythms of two cirrolanid isopods from an exposed microtidal sandy beach in Uruguay. *Marine Biology* 138:187-197
- Yannicelli B Palacios R & L Giménez** 2002 Swimming ability and burrowing time of two cirrolanid isopods from different levels of exposed sandy beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 273:73-88

## Transgresiones y regresiones marinas en la costa atlántica y lagunas costeras de Uruguay: efectos sobre los peces continentales

MARCELO LOUREIRO\* & GRACIELA GARCÍA

\*mapy@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La zona costera de Uruguay ha estado sujeta a cambios drásticos en el nivel de mar desde hace al menos 100000 años. Estos cambios han ejercido un fuerte impacto sobre la fauna íctica continental de la cuenca Atlántica y las lagunas costeras. Desde el punto de vista ictiofaunístico, esta región comparte características comunes con una unidad geomorfológica más amplia, el sistema de lagunas Patos-Merín. La misma incluye tierras bajas inundables de origen reciente, donde la secuencia de ambientes paleogeográficos, producto de las numerosas intrusiones del mar durante el Cuaternario, explican la génesis de los humedales, ríos y arroyos de llanura que desembocan en las lagunas costeras y en el Océano Atlántico. Estos eventos ocurridos durante el Pleistoceno o Post-Pleistoceno son responsables de plasmar patrones peculiares en la ictiofauna de esta área. Por un lado, estos cambios han generado "hot spots" de diversidad. La fragmentación del hábitat y el aislamiento de las poblaciones siguiendo los ciclos glaciares aumentó la divergencia y las tasas de especiación en varias especies. Como consecuencia de este fenómeno se han generado gran cantidad de endemismos que dependen no solamente de los ciclos del Cuaternario sino también de las dinámicas poblacionales particulares en cada grupo. Por otra parte, las lagunas costeras proveen áreas de cría para especies marinas y estuarinas. Incluso, estas lagunas son ambientes colonizados circunstancialmente por especies de agua dulce que tienen sus áreas de cría en los arroyos que se comunican con estos sistemas lénticos.

**Palabras clave:** endemismos, áreas de cría, Rivulidae, Atherinopsidae, Clupeidae

### ABSTRACT

The coastal region of Uruguay has been affected by drastic changes in the sea level since at least 100000 years. These changes have provoked a strong impact over the continental fish fauna of the Atlantic basin and the coastal lagoons. From an ichthyofaunistic point of view, this region shares characteristics with a larger geomorphologic unit, the Patos-Merín lagoons system. This system includes flooded lowlands of recent origin, where the sequence of paleogeographic environments that were produced by the Quaternary marine transgressions explain the genesis of plain wetlands, rivers, and streams that discharge their waters in the coastal lagoons and the Atlantic Ocean. These events, which took place during the Pleistocene and Post-Pleistocene, are responsible of shaping the particular patterns of the ichthyofauna in this area. On one hand, these changes have generated hot spots of diversity. The habitat fragmentation and isolation of populations following the glacial cycles favored the divergence and speciation rates in several species. As a result, a great number of endemisms have been generated that depend not only on the Quaternary cycles but also on the specific population dynamics of each clade of fishes. On the other hand, coastal lagoons offer nursery areas for marine and estuarine species. These lagoons are also periodically colonized by freshwater species that have their spawning area in the streams that flow into these lentic systems.

**Key words:** endemisms, nursery areas, Rivulidae, Atherinopsidae, Clupeidae

### INTRODUCCIÓN

La región Neotropical (Centro y Sudamérica) presenta la mayor riqueza de peces dulceacuicolas del planeta, reconociéndose en la actualidad ca. 5500 especies (Vari & Malabarba 1998). Incluso Schaefer (1998) estimó que este número ascendería a ca. 8000 (24% del total de especies de peces conocidas). Esta gran diversidad específica está correlacionada con una gran radiación y diversidad a nivel morfológico, ecológico y de ciclos de vida. La compleja historia geológica de esta región habría sido la responsable de generar esta riqueza, la cual se habría originado en gran parte durante el Cretácico tardío y el Cenozoico (Lundberg *et al.* 1998). Desde su completa

separación de África, ca. 90 millones de años antes del presente, eventos geológicos y climáticos notables han moldeado la superficie de la región, alterando drásticamente los regímenes hidrológicos de sus cursos de agua. Por una lado, el aislamiento de los sistemas de drenaje ha promovido los eventos de vicarianza necesarios para promover la divergencia de las poblaciones. La posterior coalescencia de los mismos ha generado la mezcla y el enriquecimiento de las diferentes biotas.

En este contexto, el proceso geológico más importante de la región ha sido la formación de los Andes, producto del choque entre la placas tectónicas Sudamericana y de Nazca. Entre algunas de las consecuencias

hidrológicas notorias de este fenómeno se pueden mencionar el origen y aislamiento del Lago Titicaca, el cual presenta un género de Cyprinodontiformes endémico (Parenti 1984), y el cambio de dirección de flujo del Río Amazonas. Este gran sistema de drenaje descargaba inicialmente sus aguas hacia el Océano Pacífico, y luego (hace solo 8 millones de años) hacia el N de Sudamérica. Como resultado de la última fase de levantamiento de los Andes, el flujo del río más importante de la región adquirió su dirección actual (Lundberg *et al.* 1998).

Otro de los factores que han tenido una gran influencia sobre la dinámica de los cuerpos de agua de la región y la consecuente generación de diversidad de peces son los cambios en los niveles del mar, provocados por los aspectos climáticos asociados a los ciclos glaciales. Estas alteraciones eustáticas han generado grandes extensiones marinas en lo que hoy es el Río Paraná medio e inferior. Incluso, este "Mar del Paraná" habría llegado, hace 10 millones de años, hasta zonas tan alejadas de la costa actual como Paraguay (Lundberg *et al.* 1998). Sin embargo, los efectos de los cambios en el nivel del mar han influenciado particularmente las regiones costeras. En el caso particular de la zona costera atlántica de Uruguay, estos cambios en los niveles del mar han ejercido gran influencia sobre las comunidades de peces tanto dulceacuícola como marinas.

#### Eventos geológicos recientes plasmando los patrones de diferenciación de la fauna ictícola durante el Cuaternario

Diversos datos geológicos presentados por Montaña & Bossi (1995) sostienen la ocurrencia de escenarios transgresivos y regresivos del nivel del mar durante el Cuaternario en la región de la planicie costera del E de Uruguay. Estos autores mencionan tres grandes momentos con posibles fases ingresivas en los que el nivel del mar ascendió durante los períodos interglaciales y todos los ambientes marinos se desplazaron hacia el continente, cubriendo los ambientes continentales formados en la etapa anterior. Hacia los 110000 años AP (cota +20 m) las aguas oceánicas alcanzaron varios kilómetros hacia el W de la costa oceánica actual, llegando quizás hasta el N del Dpto. de Rocha. Dicho nivel descendió en el siguiente período glacial, 80000 a 100000 años AP (cota -50 m). Un segundo proceso ingresivo se registra hacia los 30000 años AP (cota +10 m), con un nuevo descenso hacia los 18000 años AP (cota -100 m). Por último, hacia los 5400 años AP habría ocurrido una nueva fase de ingesión de las aguas oceánicas (cota +5 m). Estudios paleolimnológicos realizados en la Laguna de Rocha (García-Rodríguez *et al.* 2002; García-Rodríguez & Witkowski 2003) apoyan la ocurrencia de este evento transgresivo. Estos autores también proponen que la última transgresión habría ocurrido hace ca. 2100 años, lo que es coincidente con otras informaciones disponibles para otras lagunas costeras como la de Castillos (Bracco & Ures 1998) y el Lago Tramandaí (SE de Brasil) (Oschmann *et al.* 1999).

Como consecuencia de estos eventos ocurridos durante el Cuaternario, la fauna ictícola continental de la cuenca atlántica y lagunas costeras de Uruguay comparte características comunes con otra unidad geomorfológica más amplia que incluye el sistema de las lagunas Merín y de Los Patos en Brasil. En particular, la Laguna Negra en la actualidad forma parte de ese sistema. Por el contrario, el resto de las lagunas costeras se encuentran en comunicación más o menos directa con el océano a través de barras o, como en el caso de la Laguna de Castillos, a través del Arroyo Valizas. Sin embargo, teniendo en cuenta los cambios geomorfológicos mencionados, este aislamiento de las lagunas costeras del sistema Patos-Merín sería meramente circunstancial. Incluso, todo el sistema podría haber estado en contacto con la cuenca del Río Paraná durante el período regresivo ocurrido hace 18 mil años (Ayup 1991). Durante el mismo, la costa oceánica habría estado muy alejada del nivel actual (hacia el E) y el Río Paraná habría desembocado directamente en ella, encontrándose la parte baja del mismo casi frente al actual Dpto. de Rocha.

Por otra parte, esta región incluye además tierras bajas inundables de origen reciente, como viejas bahías y lagunas costeras, en donde la secuencia de ambientes paleogeográficos, producto de los mencionados eventos transgresivos-regresivos, ocasionaron la colmatación de esos sistemas durante el Cuaternario, explicando la génesis de los humedales, ríos y arroyos de llanuras que desembocan en las lagunas y en el Océano Atlántico. Dichos eventos ocurridos durante el Pleistoceno y el Holoceno son responsables en gran parte de plasmar patrones peculiares en la ictiofauna de esa área.

#### BAÑADOS DEL ESTE: "HOT SPOTS" DE ESPECIACIÓN PARA VARIOS GÉNEROS

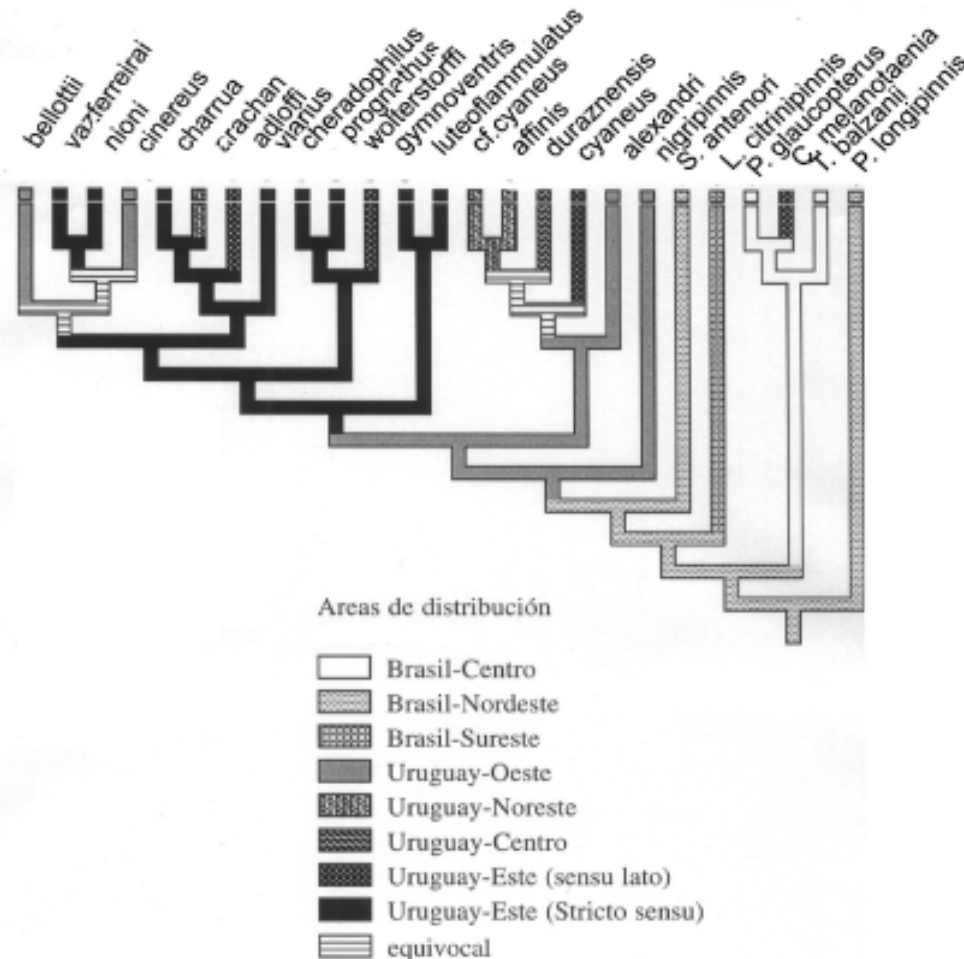
##### Diferenciación en peces anuales (Cyprinodontiformes, Rivulidae)

La fragmentación del hábitat y aislamiento de poblaciones siguiendo los ciclos glaciares aumentó la divergencia y las tasas de especiación en algunos grupos biológicos, dependiendo de la dinámica poblacional de cada uno de ellos (Riddle 1996). En este sentido, los peces anuales del género *Cynolebias* representan uno de los grupos en los cuales es posible asociar tasas de especiación rápida y explosiva con los eventos transgresivo-regresivos del Cuaternario. Varios clados dentro de la subtribu Cynolebiatina (Cyprinodontiformes, Rivulidae) tienen miembros asociados a diferentes sub-cuencas que han especiado en esta región (García 2000; García *et al.* 2002). Cuatro de los cinco clados incluidos en la subtribu Cynolebiatina representan eventos de especiación relativamente recientes, ocurriendo en la región de la planicie costera del E de Uruguay y S de Rio Grande do Sul (García 2000) (Fig. 1). Se ha postulado que dichos eventos de diferenciación *in situ* o en parapatría han ocurrido durante el Cuaternario, de acuerdo a la calibración del reloj molecular realizada para el fragmento de citocromo b analizado. Uno de estos clados que se diferencian en

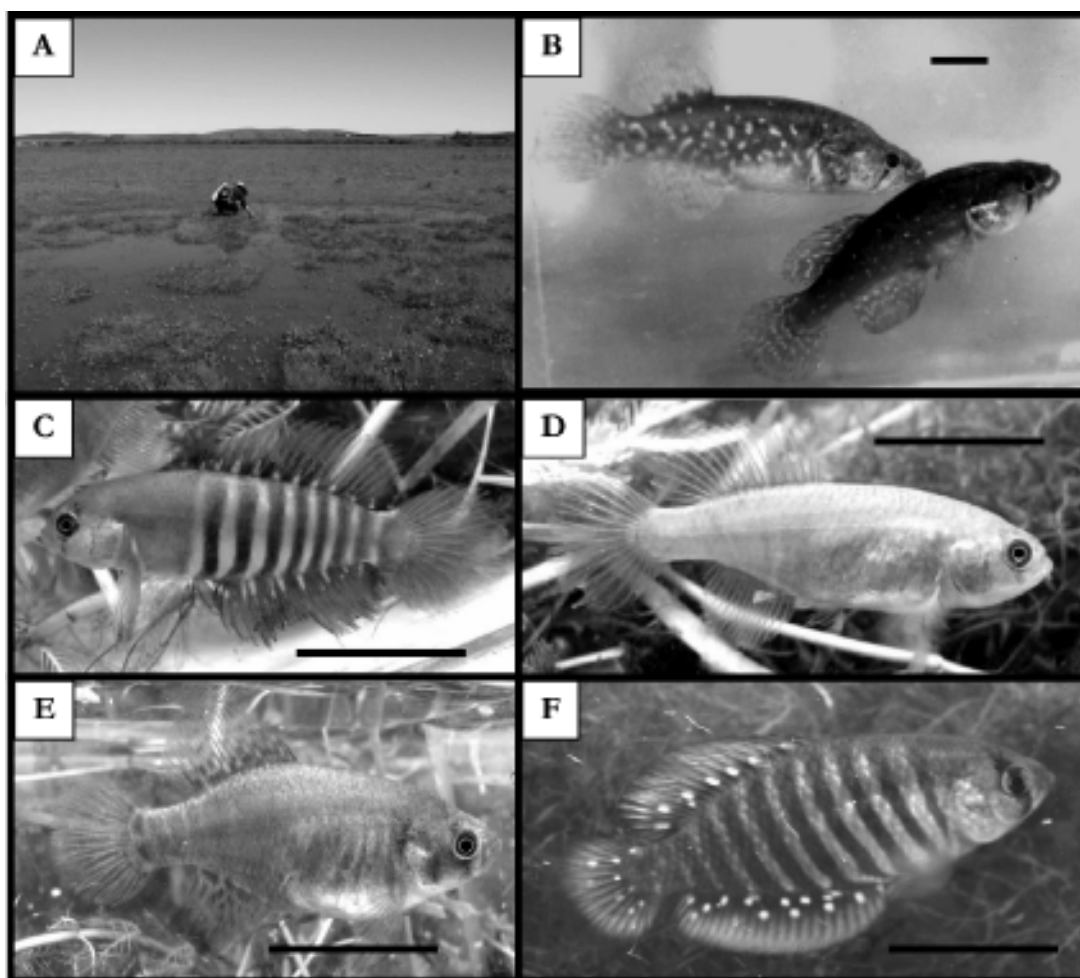
esta región, y quizás el que ha recibido más atención hasta el presente por su complejidad desde el punto de vista sistemático, está integrado por seis especies que conforman el complejo *adloffii*: *C. adloffii* (Ahl 1922; Costa & Cheffe 2001) distribuida en los alrededores de Porto Alegre (POA, Brazil), *C. nigrofasciatus*, *C. charrua* (Fig. 2e y f) y *C. minuano* (Costa & Cheffe 2001) en el S de Brasil y E de Uruguay, *C. reicherti* en el E (Loureiro & García 2004) y *C. arachan* en el NE (Loureiro *et al.* 2004) de Uruguay.

Un aspecto importante que emerge de la biología reproductiva de estos peces anuales es la naturaleza de la estructura poblacional, dada por el tipo particular de hábitat que presentan (Fig. 2a) y su variación genética. Estas han sido estudiadas a nivel poblacional utilizando marcadores moleculares nucleares (RAPD), incluyendo cinco especies del complejo *adloffii* y el taxón hermano *C. viarius* (García *et al.* 2004). Estos análisis mostraron que cada uno de los taxa incluidos puede ser considerado

como una metapoblación. Como muchos autores han propuesto (Hastings & Harrison 1994; Alvarez-Buylla *et al.* 1996), una metapoblación es en sentido amplio un conjunto de poblaciones coespecíficas o poblaciones locales que crecen, se extinguen o evolucionan más o menos independientemente pero conectadas por la dispersión entre ellas. El ciclo anual en *Cynolebias* y la presencia de generaciones que no se solapan en los charcos año a año potencian las consecuencias demográficas de los ciclos de extinción y recolonización en esta región de tierras bajas y fácilmente inundables. Los altos valores de variación genética a nivel intrapoblacional son concordantes con un escenario de interconexión de los charcos durante los períodos de lluvias (García *et al.* 2004). También es posible observar una alta estructuración encontrada en cada taxón en base a distancias genéticas (Nei & Li 1979) con marcadores RAPD y las posibles conexiones mediante individuos de charcos contiguos dentro de cada taxón (Fig. 3).



**Figura 1.** Trazado de áreas sobre la topología del árbol más parsimonioso, obtenido por búsqueda heurística, utilizando 800 pb de citocromo b mitocondrial, en 16 taxa pertenecientes al género *Cynolebias* de Uruguay y dos especies del S de Brasil. Se utilizaron seis grupos externos pertenecientes a la familia Rivulidae como criterio para polarizar los caracteres: *Simpsonichthys trilineatus*, *Leptolebias citrinipinnis*, *Plesiolebias glaucopterus*, *Cynopoecilus melanotaenia*, *Trigonectes balzanii* y *Pterolebias longipinnis*. Sobre dicho cladograma se trazaron las áreas de distribución, codificándolas como un carácter, utilizando el programa MacClade versión 3.0 (tomado y modificado de García 2000).



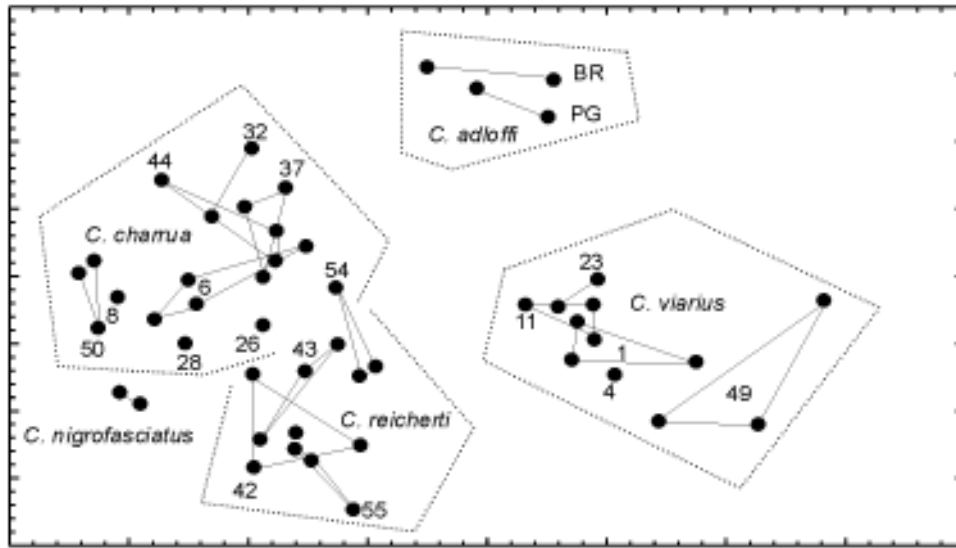
**Figura 2.** A) Charco temporal en la localidad de Sarandí del Consejo (N de Laguna de Castillos), habitado por *C. luteoflamulatus*; B) Pareja de *C. prognathus*; C) *C. luteoflamulatus*, ejemplar macho; D) *C. luteoflamulatus*, ejemplar hembra; E) *C. charrua*, ejemplar hembra; F) *C. charrua* ejemplar macho. Escala=1 cm.

Es de destacar la naturaleza solapante, i.e. con distribuciones superpuestas, en la zona de contacto entre *C. charrua* y *C. reicherti* (e.g. charco N° 54). En ellos se ha detectado la existencia de individuos morfológica y genéticamente intermedios entre las dos especies, planteando la posible existencia de una zona híbrida de carácter actual localizada en la parte inferior de la cuenca del Río Cebollatí (Dpto. de Treinta y Tres). Como es sabido, las zonas híbridas o sea el área de contacto entre dos o más morfos diferentes (variedades, subespecies) entre los cuales tiene lugar la hibridización, constituyen áreas privilegiadas desde el punto de vista de la biodiversidad (Dowling & Secor 1997). En ellas se pueden poner de manifiesto mecanismos evolutivos que determinan los patrones de las mismas, tales como la selección natural y el refuerzo, o sea la selección favoreciendo el aislamiento pre-cigótico entre taxa involucrados en la zona híbrida.

Por otra parte, la figura 2 también muestra que las poblaciones de algunos charcos que están muy próximos entre sí (ca. 70 m) permanecen genéticamente aislados

(N° 50 en *C. charrua* y N° 49 en *C. viarius*) tal vez por la inexistencia de conexiones más recientes, presentando cierto aislamiento geográfico respecto al resto de las poblaciones de la especie. Las poblaciones bajo estudio habitan en esta región de compleja historia geológica (Sprechmann 1980) y de régimen irregular de lluvias (PROBIDES 1999), lo cual implicaría una dinámica local de caos y mezcla de subpoblaciones (charcos) parcialmente aislados durante cierto tiempo. Por tanto, como efecto a largo plazo es predecible la persistencia de dichas metapoblaciones.

Otra especie de pez anual de amplia distribución en los Bañados del Este, desde el S del Río Tacuarí hasta el E de la cuenca de la Laguna de Rocha, es *C. luteoflamulatus* (Fig. 2c y d). Su distribución apoya la hipótesis de la existencia de una conexión pasada entre los diferentes sistemas de la región. Además, en esta especie también se ha reportado amplia variabilidad morfológica (Reichert 1994; Wildekamp 1995; Loureiro 1996). Recientemente, utilizando caracteres merísticos y morfométricos, D'Anatro & Loureiro (2005) demostraron que al menos



**Figura 3.** Análisis de Escalamiento Multidimensional basado en distancias genéticas de Nei & Li (1979) incluyendo 50 individuos de *C. viarius* y cuatro taxa del complejo *adloffii* procedentes de los "Bañados del Este" (Uruguay) y Rio Grande do Sul (Brasil). Las líneas dentro de cada taxon indican la conexión entre los charcos con sus respectivos números de ingreso en el catálogo (Colección de tejidos de la Sección Genética Evolutiva de la Facultad de Ciencias, Montevideo) (tomado y modificado de García *et al.* 2004).

parte de esta variabilidad morfológica está estructurada geográficamente. Estos autores encontraron que las poblaciones de la cuenca de la Laguna de Rocha presentan una identidad morfológica clara que las separa de las de las cuencas de las lagunas de Castillos y Merín, aunque sin evidencias claras de que se trate de una especie diferente. El patrón de diferenciación encontrado por D'Anatro & Loureiro, en el que los machos son más disímiles entre sí que las hembras entre sí, aunado al hecho de que esta especie (como todos los peces anuales) presenta marcado dimorfismo sexual, sugiere la existencia de mecanismos de selección sexual actuando en la diferenciación de este grupo de peces.

#### Especiación en Atheriniformes

Otro grupo en donde los eventos de especiación parecen asociarse a los ciclos del Cuaternario en esta área es el de los "pejerreyes" del género *Odontesthes* (Atheriniformes, Atherinopsidae). Diferentes especies de este género pueden encontrarse en ambientes marino, estuarino y de agua dulce de las regiones tropicales y templadas. Bamber & Henderson (1988) propusieron un modelo general de especiación para este grupo basado en la observación de su biología reproductiva, variabilidad morfológica y en la especulación sobre sus patrones evolutivos. El modelo predice que ambientes variables y físicamente semi-aislados como estuarios y lagunas costeras actúan seleccionando genotipos de tipo generalistas que pueden ajustar su morfología, fisiología y comportamiento en un amplio rango de condiciones. Esta plasticidad podría pre-adaptar a las poblaciones de pejerreyes para invadir, colonizar y sufrir radiación en nichos vacantes de agua dulce. Según algunos autores

(Beheregaray & Levy 2000; Beheregaray & Sunnucks 2001), el género *Odontesthes* representa un modelo interesante para estudiar el rol de la ecología y geografía histórica en la especiación en la región de la planicie costera del S de Brasil y E de Uruguay de reciente origen geológico.

En ambientes marinos, este género está representado por *O. argentinensis* con un rango de distribución desde la costa SE de Brasil (25° S) hasta la Provincia de Chubut en Argentina (44° S) (Dyer 1993), exhibiendo poblaciones periféricas residentes en estuarios y lagunas costeras de ambientes salinos. En el estuario de la Laguna de los Patos, en el S de Brasil, los pejerreyes muestran diferentes estrategias de vida y divergencia fenotípica y fisiológica comparado con las poblaciones marinas adyacentes. Estas diferencias se han observado en los períodos de desove, en la selección y uso del hábitat durante los mismos (Bemvenuti 1987) y en la morfología de los huevos y las larvas (Phondor & Cousin 1997). Es así que Beheregaray & Sunnucks (2001) hipotetizaron que la diversificación de los "pejerreyes" en el S de Brasil es producto de la geografía histórica del área, junto con la rápida divergencia adaptativa desplegada por las poblaciones marinas que invadieron y colonizaron ambientes estuarinos. De acuerdo a los análisis filogenéticos realizados por Beheregaray (2000), basados en 1300 pb del genoma mitocondrial, *O. argentinensis* emerge como uno de los taxones marinos más recientemente derivados dentro de las especies del género, presentando como ancestro un grupo de especies de pejerreyes de agua dulce. La edad Pleistocénica estimada para *O. argentinensis* es consistente con la historia geológica de la formación de ambientes estuarinos en el S de Brasil (Calliari 1997).



Los estudios genéticos basados en isoenzimas (Beheregaray & Levy 2000) revelaron diferentes frecuencias y variabilidad genética entre dos poblaciones de *O. argentinensis*: una distribuida en una amplia zona marina costera y la otra en ambientes periféricos del estuario de la Laguna de los Patos. Esta última población parece haberse originado desde una población ancestral marina y haberse establecido en el estuario por efecto fundador. Los patrones de divergencia genética, la existencia de diversas estrategias reproductivas en pejerreyes estuarinos y la diferente morfología de huevos y larvas, indicarían que la especiación tuvo lugar en este sistema. Estudios posteriores (Beheregaray & Sunnuks 2001) incluyendo marcadores genéticos de tipo neutral al efecto de la selección natural (secuencias de la región de control del ADN mitocondrial y los microsatélites) permitieron detectar una significativa estructuración entre las poblaciones marinas y estuarinas de *O. argentinensis*. A partir de estos estudios, la divergencia observada entre las poblaciones fue interpretada como el resultado de la combinación entre varios factores, el comportamiento de tipo "homing" (retorno de los adultos a la misma área en cada ciclo reproductivo), la ocurrencia de aislamiento por distancia y la acción de la deriva genética. Por otro lado, los cambios ecológicos debidos a la colonización de hábitat estuarinos parece haber promovido rápidas divergencias adaptativas y aislamiento reproductivo en las poblaciones estuarinas, confirmando que puede tratarse de especies incipientes desde el punto de vista ecológico. Los patrones de estructura genética indicarían que fenotipos y divergencias reproductivas evolucionaron en fase, con lo cual los autores postularon un modelo de especiación en dónde la divergencia de poblaciones estuarinas ocurriría coexistiendo con el flujo génico entre ellas. Así, estas poblaciones estuarinas o especies incipientes fueron referidas como *Odontesthes* sp. Patos (Beheregaray & Sunnuks 2001), existiendo en este trabajo además haplotipos que son únicos y que están en baja frecuencia para muestras procedentes de la Laguna de Rocha y Montevideo en Uruguay. Al igual que los haplotipos pertenecientes a la Laguna de los Patos, estos haplotipos están conectados con haplotipos ancestrales marinos hipotéticos. Este último daría un robusto soporte a la hipótesis de que procesos de especiación similares podrían estar ocurriendo en poblaciones de *O. argentinensis*, colonizando ambientes estuarinos del Río de la Plata y de las lagunas costeras de Uruguay.

#### LA REGIÓN DE LA PLANICIE COSTERA DEL ESTE DE URUGUAY COMO ÁREA DE ENDEMISMOS

Los ciclos del Cuaternario y las dinámicas poblacionales particulares en cada grupo de peces no sólo potenciaron la diversidad en este sitio de Reserva de la Biósfera, sino que generaron varios endemismos.

Según Malabarba (1989), las áreas de endemismos, a pesar de no proporcionar informaciones sobre la relación entre diferentes regiones, permiten realizar una definición de áreas cuyos sistemas hidrográficos presentan una

historia evolutiva común o parcialmente común. Los patrones de distribución definidos por estas áreas de endemismos y comunes a más de un grupo de organismos son consecuentes con un factor histórico, y tal vez aplicables a especies de otros grupos taxonómicos que tienen su dispersión limitada por el mismo tipo de barrera geográfica o ecológica. Según Linder (2001), un área de endemismo debe cumplir las siguientes condiciones: 1) tener al menos dos especies endémicas, 2) existir congruencia entre los rangos de distribución de las especies endémicas de cada área, 3) ser su área menos amplia que la totalidad del área de estudio y 4) ser mutuamente excluyentes.

Utilizando estos criterios se puede afirmar que el sistema Patos-Merín, conjuntamente con las cuencas de las lagunas costeras, constituyen un área de endemismo importante de la zona S de la región Neotropical (Malabarba 1989; Loureiro 2004).

La baja capacidad de dispersión y la alta tasa de diferenciación poblacional ocasiona que los peces anuales presenten distribuciones muy restringidas. Particularmente, el sistema Patos-Merín presenta al menos 14 especies de peces anuales endémicas, de las cuales *C. cheradophilus*, *C. prognathus* (Fig. 2b), *C. viarius*, *C. luteoflamulatus*, *C. charrua* y *Cynopocilus melanotaenia* se encuentran presentes en las cuencas de las lagunas costeras. Las dos primeras mencionadas presentan una distribución tan restringida que pueden considerarse como críticamente amenazadas utilizando los criterios de la UICN (Loureiro *et al.* 2003). Por otra parte, *C. luteoflamulatus* es la única especie presente en la actualidad en la cuenca de la Laguna de Rocha. Resulta interesante el hecho que solamente existen poblaciones de la misma en la zona E y NE de la laguna, estando ausentes en el sector W. Más aún, estas poblaciones son las más occidentales para los peces anuales del sistema Patos-Merín-Lagunas costeras.

En este sentido, varias especies de Characiformes, Siluriformes y Perciformes también constituyen endemismos regionales del sistema Patos-Merín. De acuerdo a la última revisión de peces neotropicales (en Reis *et al.* 2003), al menos 12 especies de Characiformes, 17 de Siluriformes, una de Atheriniformes, una de Cyprinodontiformes y cinco de Perciformes (Familia Chichlidae) son endémicos de este sistema.

Entre los Characiformes endémicos, *Characidium orientale*, *Hyphessobrycon boulengeri* y *Mimagoniates inequalis* han sido encontrados en las cuencas de las lagunas costeras (Azpelicueta & García 2001; Marchand 2002) (Tabla 1). En el caso de los Siluriformes endémicos, solamente se ha comprobado la presencia de *Heptapterus sympterygium* en esta zona (obs. pers.). Recientemente, Azpelicueta & García (2001) extendieron la distribución del cyprinodontiforme de la familia Anablepidae *Jenynsia lineata* hasta la cuenca de la Laguna de Castillos. En el caso de los cíclidos, aparentemente ninguna de las especies endémicas del sistema Patos-Merín estaría presente en las cuencas de las lagunas costeras.

Es interesante destacar que la presencia de endemismos compartidos entre el sistema de las lagunas de Los Patos y Merín con el sistemas de las lagunas costeras en Uruguay estaría corroborando una historia geológica común, posibilitando la transferencia de los taxa mencionados de un sistema al otro, dependiendo también de las dinámicas poblacionales propias y permitiendo los eventos de colonización. En este sentido, también se ha planteado la posibilidad de una conexión reciente con la cuenca del Río Paraná, producto de una regresión marina. Las relaciones de parentesco entre un grupo de especies anuales de esta última cuenca (*C. elongatus* + *C. monstrosus*) con *C. prognathus*, especie endémica de la cuenca de la Laguna Merín, apoya esta hipótesis y agrega mayor complejidad desde el punto de vista geomorfológico y biogeográfico a la región (Costa 2002; Loureiro 2004).

#### LAGUNAS COSTERAS COMO ÁREAS DE CRÍA PARA ESPECIES MARINAS Y ESTUARINAS

La fauna ictícola que se encuentra en las lagunas costeras es dependiente del régimen de barras, de la estación del año, de la inundación de las cuencas y de las corrientes marinas dominantes en la costa cuando las barras están abiertas (Santana & Fabiano 1999). Las lagunas pueden ser utilizadas como área trófica, como área de cría de juveniles y eventualmente como zonas de reproducción, aunque son escasas las especies que se reproducirían en condiciones tan cambiantes (Clark 1974). La fauna de peces refleja fundamentalmente las características de ecotono de estos ecosistemas (PNUD-INAPE 1994). De acuerdo a Santana & Fabiano (1999), dicha fauna pertenece en especial a grupos típicamente marinos o estuarino-marinos entre los que se señalan, por su relativa importancia económica, los Clupeiformes, Perciformes y Pleuronectiformes. Estos entran en contacto con los grupos predominantes en las aguas continentales del Neotrópico, los Characiformes y los Siluriformes. Se distinguen algunas especies frecuentes en condiciones estuarino-costeras como la lacha (*Brevoortia aurea*), la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*), el lenguado grande (*Paralichthys orbignyanus*), la lisa (*Mugil* spp.), el pejerrey de laguna y mar (*O. argentiniensis*) y otras especies características de ambientes dulceacuícolas como el bagre negro (*Rhamdia quelen*), el sabalito (*Cyphocharax voga*) y el dientudo común (*Oligosarcus jenynsi*). Según estos autores, algunas de las especies que lograrían reproducirse en estos ambientes serían la corvina negra (*Pogonias chromis*) y el pejerrey (*O. argentiniensis*), que presentan respectivamente poblaciones en avanzado estado de madurez durante el verano y la primavera y en los meses del invierno tardío y comienzo de primavera (Santana & Fabiano 1999).

También existen evidencias presentadas por Vizziano *et al.* (2002) que en particular la Laguna de Rocha constituye un área de cría para la corvina blanca (*M. furnieri*) durante cinco meses de la primavera tardía y verano. Las mismas surgen a partir de los índices gonado-somáticos

de ejemplares machos y hembras en relación a parámetros ambientales tales como temperatura y salinidad. La temperatura constituyó un factor ambiental significativo, afectando el "timing" de la reproducción. También los juveniles fueron observados durante varios meses del año en dichos ambientes, sugiriendo que la laguna opera también como área de "nursery" para la especie.

En base a estudios en genética de poblaciones con marcadores moleculares (haplotipos del citocromo b mitocondrial) en el clupeiforme *B. aurea*, que incluye muestras relevadas en 10 localidades diferentes, se determinó que esta especie se comporta como una gran población (un único efectivo pesquero), con formas juveniles y adultas en el Río de la Plata y en las lagunas costeras, con individuos que migran en ambos sentidos y cumplen sus ciclos en ambos ambientes, comportándose como una especie diádroma (García *et al.* en prep.).

Otras especies de Clupeiformes comparten esta modalidad de colonizar las lagunas costeras y cumplir su ciclo dentro de las mismas, como es el caso de la sardina de río, *Lycengraulis grossidens*. Los estudios poblacionales con marcadores genéticos (secuencias del citocromo b mitocondrial) revelaron la existencia de diferentes stocks dentro de dicho taxón (García *et al.* 2003). La filogenia obtenida con los haplotipos mitocondriales procedentes de una transecta que incluye varias estaciones de muestreo en el Río de la Plata indica que los haplotipos que integran el clado mayor dentro de *Lycengraulis* corresponden a ejemplares adultos procedentes de dichas estaciones de muestreo (Fig. 4). Estos haplotipos fueron compartidos también por ejemplares juveniles y adultos procedentes de la Barra y del Arroyo Valizas, mostrando altos valores de flujo génico entre estas localidades y las del Río de la Plata, y sugiriendo que se trata de un mismo stock que incursiona en dichos ambientes para reproducirse (García *et al.* en prep.). Es interesante además destacar que el clado de *Lycengraulis* que se diferencia más basalmente (Fig. 4) presenta una alta estructuración geográfica y agrupa haplotipos pertenecientes a individuos adultos de una localidad costera del Río de la Plata próxima a la desembocadura del Arroyo Solís Grande (García *et al.* 2003). Dichos haplotipos presentan escasos o inexistentes niveles de flujo génico respecto a las otras localidades del Río de la Plata y el Arroyo Valizas, constituyendo quizás un stock diferente de *Lycengraulis* con diferentes requerimientos ecológicos de desove como ya ha sido mencionado para otros morfós de la especie en otras latitudes (Whitehead *et al.* 1988).

#### LAGUNAS COSTERAS COLONIZADAS POR ESPECIES DE AGUA DULCE

Las lagunas costeras también incluyen ambientes dulceacuícolas en las lagunas propiamente dichas y en sus respectivas cuencas. Sin embargo, la extensión de las mismas es relativamente pequeña. Lamentablemente, hasta el momento existe poca información sobre la ictiofauna de estas cuencas, aunque de acuerdo a Marchand (2002) las mismas presentarían un bajo nú-

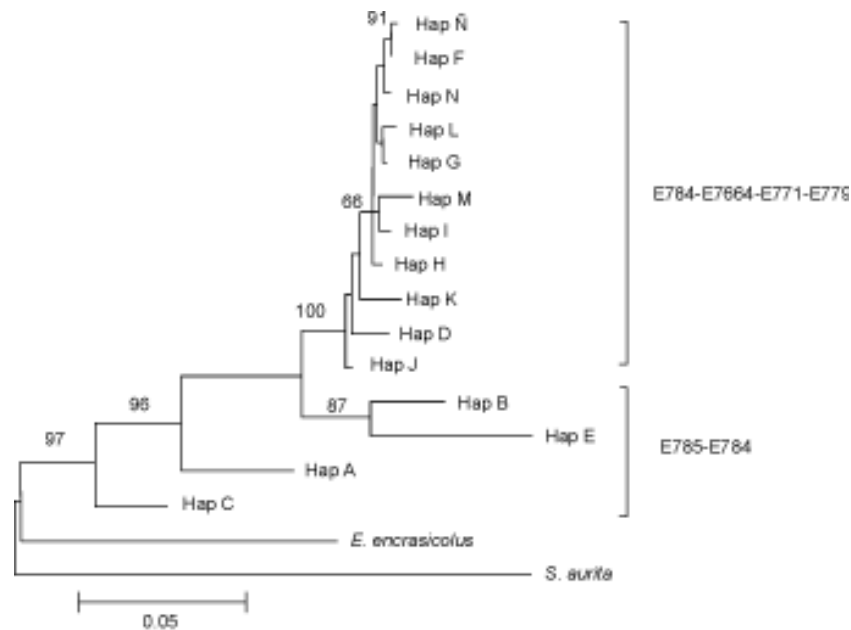


Figura 4. Árbol de distancia de Kimura 2-parámetros utilizando el algoritmo "Unión de Vecinos" como método de agrupamiento de 15 haplotipos de citocromo b mitocondrial en *Lycengraulis grossidens*. Los grupos externos utilizados: *Sardinella aurita* y *Engraulis encrasicolus*. Los números de los nodos representan el porcentaje de apoyo (sólo valores superiores al 50%) de las ramas mediante el método "bootstrap" con 1000 replicas. Las corchetes muestran las localidades de los haplotipos agrupados (tomado de García *et al.* 2003).

mero de especies. En base a este trabajo, el de Azpelicueta & García (2001) y una revisión de la Colección de Peces de la Facultad de Ciencias, Montevideo (Código institucional, ZVC-P), se puede estimar que el número de especies dulceacuícolas asociadas a estas cuencas ascendería a 48, la mayoría mencionadas por Malabarba (1989) para el Sistema Patos-Merín (Tabla 1). Sin embargo, hasta la fecha no existe un estudio exhaustivo de estos sistemas. En este sentido, se destaca que dos especies del género *Astyanax* (Characiformes) y una de la familia Trichomycteridae (Siluriformes) encontradas en estas cuencas permanecen sin ser descritas formalmente.

Varias de estas especies tienen sus áreas de cría en arroyos o ríos que se comunican con el cuerpo principal de las lagunas costeras. Entre ellos se destacan la "tararira" (*Hoplias malabaricus*), characiforme predador en estos ambientes de las formas larvianas y juveniles de las otras especies que se crían allí y de otros habitantes más frecuentes de las lagunas como el "bagre negro" (*Rhamdia* cf. *quelen*). Incluso, en los últimos años los pescadores artesanales de la Laguna de Castillos han detectado el aumento de *Hoplias*.

En el caso del bagre negro, Santana & Fabiano (1999) mencionan que esta especie es un visitante de las lagunas en períodos de inundaciones, a las que llega desde las cuencas asociadas. La misma utiliza a estos ecosistemas como áreas tróficas, realizando migraciones desde y hacia las vertientes de los arroyos, tolerando tenores altos de salinidad, aunque sin completar su ciclo vital en el cuerpo central de las lagunas. El bagre negro es importante tanto en las pesquerías de aguas continentales como para la piscicultura, ya que es la especie nativa en la que

se han hecho más avances en relación al dominio de su cultivo. Se estima que se capturan entre 5 y 15 ton de *R. quelen* por año en esos ambientes.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

A pesar de la relativa poca extensión del área de las lagunas costeras y sus cuencas, el conocimiento de la ictiofauna de las mismas y su relación con los procesos geomorfológicos que la formaron está en un estado aún precario. Por esta razón, los esfuerzos a nivel de la investigación básica deben continuarse y reforzarse.

En el caso de los peces anuales se puede sintetizar que es posible que durante el Cuaternario, su peculiar dinámica poblacional haya sido potenciada por los ciclos de avance y retroceso del mar en dicha área, dejando poblaciones en aislados geográficos durante períodos de tiempo suficientemente extensos como para acumular divergencias hasta tal punto de constituir nuevas taxa, como queda de manifiesto en el complejo *adloffii*. Nuevos abordajes interdisciplinarios se vienen desarrollando, intentando dilucidar qué mecanismos inician o son responsables de establecer las barreras reproductivas entre especies incipientes, y si las mismas se establecen *in situ* o en parapatría entre poblaciones coespecíficas. He aquí la importancia de abordar la caracterización y definir los patrones existentes en la zona híbrida detectada entre *C. reicherti* y *C. charrua* en la cuenca inferior del Río Cebollatí.

Por otra parte, la distribución actual de *C. luteoflamulatus* revela una historia diferente de la Laguna de Rocha con respecto a otras lagunas costeras más occidentales como las lagunas de Garzón y José Ignacio?

**Tabla 1.** Especies de peces dulceacuícolas de las cuencas de las lagunas costeras (José Ignacio, Garzón, Rocha, Castillos y Negra), basado en la Colección de Peces de la Facultad de Ciencias (ZVC-P), Azpelicueta & García (2001) y Marchand (2002).

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común		
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	Mojarra		
		<i>Astyanax</i>	<i>eigenmaniorum</i>	Mojarra		
		<i>Astyanax</i>	sp.1	Mojarra		
		<i>Astyanax</i>	sp.2	Mojarra		
		<i>Hyphessobrycon</i>	<i>boulengeri</i>	Mojarra		
		<i>Hyphessobrycon</i>	<i>luetkeni</i>	Mojarra		
		<i>Hyphessobrycon</i>	<i>meridionalis</i>	Mojarra		
		<i>Bryconamericus</i>	<i>iheringi</i>	Mojarra		
		<i>Oligosarcus</i>	<i>jennynsi</i>	Dientudo		
		<i>Pseudocorynopoma</i>	<i>doriai</i>	Mojarra aletuda		
		<i>Mimagoniastes</i>	<i>inequalis</i>	Mojarra		
		<i>Diapoma</i>	<i>speculiferum</i>	Mojarra		
		<i>Charax</i>	<i>stenopterus</i>	Dientudo transparente		
		<i>Cheirodon</i>	<i>interruptus</i>	Mojarra		
		Curimatidae	Cyphocharax	<i>Cyphocharax</i>	<i>voga</i>	Sabalito
				<i>Steindachnerina</i>	<i>biornata</i>	Sabalito
		Crenuchidae	Characidium	<i>Characidium</i>	<i>rachovii</i>	Tritolo
<i>Characidium</i>	<i>orientale</i>			Tritolo		
Erythrinidae	<i>Hoplias</i>	<i>malabaricus</i>	Taraíra			
Siluriformes	Aspredinidae	<i>Bunocephalus</i>	<i>iheringi</i>	Guitarro		
	Callichthyidae	<i>Callichthys</i>	<i>callichthys</i>	Cascarudo		
Loricariidae	Corydoras	<i>Corydoras</i>	<i>paleatus</i>	Limpiafondo		
		<i>Rineloricaria</i>	sp.	Vieja de agua		
		<i>Hisonotus</i>	sp.	Vieja de agua		
		<i>Otocinclus</i>	<i>flexilis</i>	Vieja de agua		
		<i>Ancistrus</i>	sp.	Vieja de agua		
		Trichomycteridae	<i>Scleronema</i>	sp.	Bagre	
		Heptapteridae	<i>Rhamdia</i>	<i>quelen</i>	Bagre negro o sapo	
			<i>Heptapterus</i>	<i>mustelinus</i>	Bagre anguila	
			<i>Heptapterus</i>	<i>sympterygium</i>	Bagre anguila	
		Pseudopimelodidae	<i>Pimelodella</i>	<i>Pimelodella</i>	<i>australis</i>	Bagre burrito
<i>Microglanis</i>	<i>cottoides</i>			Manguruyú de las piedras		
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Phalloceros</i>	<i>caudimaculatus</i>	Madrecita		
		<i>Cnesterodon</i>	<i>decemmaculatus</i>	Madrecita		
	Anablepidae	<i>Jenynsia</i>	<i>multidentata</i>	Overito		
		<i>Jenynsia</i>	<i>lineata</i>	Overito		
	Rivulidae	<i>Cynopoecilus</i>	<i>melanoaenia</i>	Pez anual		
		<i>Cynolebias</i>	<i>prognathus</i>	Pez anual		
		<i>Cynolebias</i>	<i>cheradophilus</i>	Pez anual		
		<i>Cynolebias</i>	<i>luteoflamulatus</i>	Pez anual		
		<i>Cynolebias</i>	<i>viarius</i>	Pez anual		
	<i>Cynolebias</i>	<i>charrua</i>	Pez anual			
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>marmoratus</i>	Anguila		
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma</i>	<i>facetum</i>	Castañeta		
		<i>Crenicichla</i>	<i>lacustris</i>	Cabeza amarga		
		<i>Gymnogeophagus</i>	<i>rhabdotus</i>	Castañeta		
		<i>Gymnogeophagus</i>	<i>meridionalis</i>	Castañeta		
		<i>Gymnogeophagus</i>	<i>gymnogenys</i>	Castañeta		

¿o los peces anuales se han extinguido de la cuenca de estas últimas lagunas? Para tener una idea más clara de estos aspectos es necesaria una exploración exhaustiva de los ambientes temporales de esta zona. Un abordaje complementario de este tema biogeográfico es analizar la distribución de las especies de peces no anuales de estos sistemas.

La presente revisión también deja de manifiesto la necesidad de realizar el estudio sistemático en diversos géneros cuyas especies o complejos de especies que se distribuyen en esta área no están adecuadamente caracterizadas.

La protección de las especies endémicas, así como la protección del escenario natural en donde los complejos eventos de diversificación de las especies han tenido lugar, debería ser sin duda una prioridad para los próximos años.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Es claro que las lagunas costeras y sus correspondientes cuencas presentan, desde el punto de vista de la ictiofauna, gran importancia en varios aspectos relacionados con la diversidad, así como también desde el pun-

to de vista del sustento de las poblaciones humanas que allí habitan. Se hace por tanto imprescindible una política de manejo de estas cuencas en la que se priorice la conservación de los recursos ícticos, no solamente desde el punto de vista de las pesquerías artesanales, sino también a nivel de las especies de interés biológico.

Es claro también que cuando nos referimos a conservación de las especies debemos pensar necesariamente en la conservación de los ecosistemas en que las mismas interactúan, ya que de esta manera nos aseguramos la conservación de los sitios donde los procesos evolutivos y ecológicos que generan la diversidad ocurren (Moritz 2002). Por ejemplo, en el caso de los peces anuales la característica de estructurarse en metapoblaciones hace que las mismas deberían ser consideradas como la Unidad de Manejo (MU), ya que parecen constituir unidades demográficamente independientes entre sí. Por otra parte, estos peces habitan tanto zonas marginales de humedales y cursos de agua lóticos sino también praderas inundables por la lluvia. Por ejemplo, en el N de la Laguna de Castillos se ha visto que estas especies se encuentran tanto en los humedales asociados a la crecida de la laguna como en la pradera adyacente, la cual se encuentra ca. 4 m por encima de la influencia de la laguna (Sawchik *et al.* en prep.). La relación entre ambos ambientes desde el punto de vista de la supervivencia de los peces anuales no ha sido establecida aún.

Algunas especies de peces anuales presentan una distribución tan restringida que se requiere focalizar esfuerzos de conservación sobre las mismas, paralelamente al de los ecosistemas que habitan; por ejemplo, solamente se conocen no más de 10 charcos habitados por *C. cheradophilus* y *C. prognathus*. Se hacen necesarias algunas medidas inmediatas para proteger estas especies, como por ejemplo regular estrictamente su colecta, lo cual es inexistente hasta el momento. Solo basta visitar algunas páginas web de grupos de acuaristas en las que se promociona la colecta indiscriminada de estos (y otros) peces de la fauna uruguaya para tener una idea de esta problemática.

Finalmente, se considera imprescindible que la delimitación de áreas protegidas incluyan en sus criterios evaluaciones de la ictiofauna. En varias zonas del mundo estos organismos se han ignorado o subestimado a la hora de diseñar estas áreas (Maitland 1995; Keith 2000).

## AGRADECIMIENTOS

A César Fagundez por su aparición en la foto de Sarandí del Consejo.

## REFERENCIAS

Ahl E 1922 Die gattung *Cynolebias* Steindachner. Blätter für Aquarien und Terrarienkunde 33:1-5  
Álvarez-Buylla ER García-Barrios R Lara-Moreno C & M Martínez-Ramos 1996 Demographic and Genetic models in Conservation Biology: Applications and perspectives for Tropical Rain Forest Tree Species. Annual Reviews in Ecology and Systematics 27:387- 421

Ayup RN 1991 Avaliação das mudanças do nível do mar durante o Holoceno na plataforma continental adjacente ao Rio de la Plata. Tesis de Doctorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 362 pp  
Azpelicueta MM & G García 2001 The fish fauna of a reserve of Biosphere, The "Humedales del Este", in Uruguay. Biogeographica 77(1):1-13  
Bamber RN & PA Henderson 1988 Pre-adaptative plasticity in atherinids and the estuarine seat of teleost evolution. Journal of Fish Biology 33:17-23  
Beheregaray LB 2000 Molecular evolution, biogeography and speciation of the Neotropical fish genus *Odontesthes*. Ph. D. Thesis, Macquarie University. 216 pp (Inédita)  
Beheregaray LB & JA Levy 2000 Population Genetics of the silverside *Odontesthes argentinensis* (Teleostei, Atherinopsidae): evidence for speciation in an estuary of southern Brazil. Copeia 2:441-447  
Beheregaray LB & P Sunnucks 2001 Fine-scale genetic structure, estuarine colonization and incipient speciation in the marine silverside fish *Odontesthes argentinensis*. Molecular Ecology 10:2849-2866  
Benvenuti MA 1987 Abundância, distribuição e reprodução de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica 9:5-32. Rio Grande  
Bracco R & MC Ures 1998 Las variaciones del nivel del mar y el desarrollo de las culturas prehistóricas del Uruguay. Revista do Museu de Arqueología e Etnología 8:109-105  
Calliari JL 1997 Environment and biota of the Patos Lagoon estuary: geological setting. Pp 13-17 In: Seeliger Odebrecht & Castello (eds) Subtropical convergence environments: the coast and sea in southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Berlin  
Clark J 1974 Coastal ecosystems: ecological considerations for the management of the coastal zone. The Conservation Foundation, Washington D. C. 178 pp  
Costa WEJM 2002 Monophyly and phylogenetic relationships of the Neotropical annual fish genera *Austrolebias* and *Megalebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Copeia 2002(4):916-927  
Costa WEJM & MM Cheffe 2001 Three new annual fishes of the genus *Austrolebias* from the Laguna Dos Patos system, southern Brazil, and a redescription of *A. adloffii* (Ahl) (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (Série Zoologia) 14(2):179-200  
D'Anatro A & M Loureiro 2005 Geographic variation in the annual killifish *Austrolebias luteoflamulatus* Vaz-Ferreira, Sierra & Scaglia (Cyprinodontiformes, Rivulidae). Journal of Fish Biology 67:849-865  
Dowling TE & CL Secor 1997 The role of hybridization and introgression in the diversification of animals. Annual Reviews in Ecology and Systematics 28:593-619  
Dyer BS 1993 A phylogenetic study of atheriniform fishes with a systematic revision of the South American silversides (Atherinomorpha, Atherinopsidae, Sargentiniini). PhD Thesis, University of Michigan, Ann Arbor. (Inédita)  
García G 2000 Hacia la construcción del concepto de especie y de los mecanismos de especiación desde el Origen de las Especies. Pp 156-184 In: Altuna & Ubilla (eds). DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo  
García G Álvarez-Valín F & N Gómez 2002 Mitochondrial genes: Signals and Noise in phylogenetic reconstruction within killifish genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes, Rivulidae). Biological Journal of the Linnean Society of London 76:49-59

- García G Claramunt S & Lalanne** 2004 Genetic differentiation among annual fish of the genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes, Rivulidae) in a Biosphere Reserve Site from Uruguay. *Environmental Biology of Fishes* 70:247-256
- García G Vergara J & L Méndez** 2003 Estudios de diversidad con marcadores genéticos en especies de Clupeiformes y Siluriformes del Río de la Plata y su Frente Marítimo. CD-ROM-V- CaX 568.pdf. Resumen en extenso. Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Universidad Nacional de Mar del Plata
- García-Rodríguez F & A Witkowski** 2003 Inferring sea level variation from relative percentages of *Pseudopodosira kosugii* in Rocha Lagoon, SE Uruguay. *Diatom Research* 18(1): 49-59
- García-Rodríguez F Castiñeira C Scharf B & P Sprechmann** 2002 The relationship between trophic state and sea level variation in the Rocha Lagoon, Uruguay. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* (1):27-47
- Hastings A & S Harrison** 1994 Metapopulation dynamics and genetics. *Annual Reviews on Ecology and Systematics* 25:167-168
- Keith P** 2000 The part played by protected areas in the conservation of threatened French freshwater fish. *Biological Conservation* 92:265-273
- Loureiro M** 1996 Osteology, morphology and female choice in species of the genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes, Rivulidae). MSc. Thesis, University of Richmond, 129 pp (Inédita)
- Loureiro M** 2004 Sistemática y biogeografía de los peces anuales de la subtribu Cynolebiatina (Cyprinodontiformes: Rivulidae: Cynolebiatinae). Tesis de Doctorado, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 119 pp (Inédita)
- Loureiro M & G García** 2004 *Cynolebias reicherti*, a new annual fish species (Rivulidae: Cynolebiatinae) from southern Laguna Merín basin. *Acta Zoológica Lilloana* 42 (1-2):11-23. Tucumán
- Loureiro M Azpelicueta MM & G García** 2004 *Austrolebias arachan* (Cyprinodontiformes, Rivulidae), a new species of annual fish from northeastern Uruguay. *Revue Suisse du Zoologie* 111:21-30
- Loureiro M Teixeira de Mello F A D'Anatro & V Cardozo** 2003 Especies de peces anuales del Uruguay críticamente amenazadas. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay):17
- Linder HP** 2001 On areas of endemism, with an example from African Restionaceae. *Systematics Biology* 50(6):892-912
- Lundberg JG Marshall LG Guerrero J Horton B Malabarba M CSL & F Wesselingh** 1998 The stage for Neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. Pp 13-48 *In: Malabarba Reis Vari Lucena & Lucena* (eds) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. EDIPUCRS, Porto Alegre
- Malabarba LR** 1989 Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (Série Zoologia)* 2(8):107-179
- Maitland PS** 1995 The conservation of freshwater fish: past and present experience. *Biological Conservation* 72(1995):259-270
- Marchand N** 2002 Factores condicionantes de la estructura de comunidades de peces en sistemas de aguas corrientes del Sureste del Uruguay. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Montevideo. 115 pp (Inédita)
- Montaña JR & J Bossi** 1995 Geomorfología de los humedales de la cuenca de la Laguna Merín en el departamento de Rocha. Facultad de Agronomía Serie 2:1-32. Montevideo
- Moritz C** 2002 Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it. *Systematic Biology* 51:28-254
- Nei M & WH Li** 1979 Mathematical models for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 76:5269-5273
- Oschmann W Reichart K & S Dillenburger** 1999 Holozäne Ökosystementwicklung in der Küstenebene von Rio Grande do Sul (Südbrasilien) in Bereich der Lagoa de Tramandaí. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1(7-9):1077-1091
- Parenti L** 1984 A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 178(2):107-214
- Phondor G & GB Cousin** 1997 Early life history of silverside fishes. Pp 136-141 *In: Seeliger Odebrecht & Castello* (eds) Subtropical Convergence environments: the coast and sea in southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Berlin
- PNUD-INAPE** 1994 Plan de Investigación Pesquera. Objetivo 8: Medidas y mecanismos de administración de los recursos pesqueros de las lagunas costeras salobres uruguayas. Montevideo. Parte 2, 46 pp. (Inédito)
- PROBIDES** 1999 Plan Director. Reserva de Biósfera, Bañados del Este, Uruguay. Rocha
- Reichert J** 1994 Láminas y datos complementarios sobre las especies del género *Cynolebias* Steindachner 1876, halladas y descritas para Uruguay, hasta el año 1986. *Acuariología-Comunicaciones Ictiológicas* 2(6):1-38. Montevideo
- Reis R Kullander SO & CJ Ferraris** (eds) 2003 Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742 pp
- Riddle BR** 1996 The molecular phylogeographic bridge between deep and shallow history in continental biotas. *Tree* 11:207-211
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos). *In: Rey Amestoy & Arena* (eds) Plan de Investigación Pesquera. INAPE-PNUD URU/92/003. 165 pp+apéndice 1. Montevideo
- Schaefer SA** 1998 Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp 375-400. *In: Malabarba Reis Vari Lucena & Lucena* (eds) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. EDIPUCRS, Porto Alegre
- Sprechmann P** 1978 The paleoecology, paleogeography and stratigraphy of the Uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. *Zitteliana* 4:3-72, 6 lám
- Swofford DL** 1998 PAUP\*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods). Version 4.0b8. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts
- Vari RP & LR Malabarba** 1998 Neotropical ichthyology: an overview. Pp 1-11 *In: Malabarba Reis Vari Lucena & Lucena* (eds) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. EDIPUCRS, Porto Alegre
- Vizziano D Forni F Saona G & W Norbis** 2002 Reproduction of *Micropogonias furnieri* in a shallow temperate coastal lagoon in the southern Atlantic. *Journal of Fish Biology* 61:196-206
- Whitehead PJP Nelson G & T Wongratana** 1988 FAO species catalogue. 7. Clupeoid fishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2- Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis (125) 7 Part 2. Roma. 283 pp
- Wildekamp RH** 1995 A world of killies. Atlas of the oviparous cyprinodontiform fishes of the world, Volume II. American Killifish Association. 603 pp

## Las pesquerías en las lagunas costeras salobres de Uruguay

GRACIELA FABIANO & ORLANDO SANTANA

inapelp@adinet.com.uy



### RESUMEN

Las lagunas costeras salobres de Uruguay son ecosistemas de alta fragilidad donde ocurren importantes fenómenos biológicos (e.g. desarrollo de larvas y juveniles, alimentación de adultos reproductores). Son además base de pesquerías artesanales de gran significado social que no pueden ser libradas a su autorregulación. El camarón rosado (*Farfantepenaeus paulensis*) es capturado en estas lagunas cuando ocurre su migración, como sub-adultos, al mar. En este período (otoño) se desarrolla una zafra donde intervienen hasta 400 pescadores. Los volúmenes existentes y la extracción son muy variables entre años, oscilando la captura entre 1 y 162 ton. Las especies de captura incidental en esta pesquería corresponden a ejemplares de cangrejo azul y sirí (*Callinectes sapidus* y *C. danae*), así como diferentes especies de peces, en su mayoría juveniles. Entre los peces, la diversidad biológica es baja (0.3 a 2.5 bits ind<sup>-1</sup>); Castillos exhibe valores más elevados que las restantes lagunas. Para las pesquerías artesanales son más importantes económicamente el grupo de peces estuarino-marinos, i.e. lacha (*Brevoortia aurea*), lisa (*Mugil* spp.), lenguado (*Paralichthys orbignyanus*), pejerrey marino (*Odontesthes argentiniensis*), corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) e incluso corvina negra (*Pogonias cromis*), y en menor grado las especies de agua dulce, e.g. bagre negro (*Rhamdia quelen*), tararira (*Hoplias malabaricus*) y pejerrey de agua dulce (*Odontesthes bonariensis*). La extracción anual de peces en las lagunas oscila entorno a 370 ton. El incremento de actividades pesqueras y otras actividades antrópicas representa una seria amenaza para estos ecosistemas prístinos de la costa E de Uruguay.

**Palabras clave:** pesca artesanal, *Farfantepenaeus paulensis*, *Callinectes*, corvina, peces estuarinos

### ABSTRACT

The coastal lagoons of Uruguay are highly fragile ecosystems where important biological phenomena occur (e.g. larval and juvenile development, feeding of reproductive adults). In addition, they are site of artisanal fisheries of great social importance that cannot be let to self-regulation. The pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) is captured in the lagoons during its migration towards sea as sub-adults. Up to 400 fishermen participate during the fishing season (autumn). The extraction volume varies annually, oscillating between 1 and 162 ton. This fishery's by-catch is composed of specimens of blue crab and sirí (*Callinectes sapidus* and *C. danae*), as well as different fishes, mostly juveniles. The biological diversity for fishes is low, varying between 0.3 and 2.5 bits ind<sup>-1</sup>; Castillos Lagoon exhibits the highest values. For the artisanal fisheries, the estuarine-marine fishes are economically the most important items, i.e. menhaden (*Brevoortia aurea*), mullet (*Mugil* spp.), flounder (*Paralichthys orbignyanus*), marine silverside (*Odontesthes argentiniensis*), Atlantic croaker (*Micropogonias furnieri*), black drum (*Pogonias cromis*), and of lesser importance are freshwater species, e.g. catfish (*Rhamdia quelen*), trahira (*Hoplias malabaricus*) and freshwater silverside (*Odontesthes bonariensis*). The annual fish catch of the lagoons is around 370 ton. The increase of fishing activities and other anthropogenic activities represents a serious threat to these pristine ecosystems of the eastern coast of Uruguay.

**Key words:** artisanal fishery, *Farfantepenaeus paulensis*, *Callinectes*, croaker, estuarine fishes

### INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras salobres del litoral atlántico de Uruguay son ecosistemas de alta fragilidad donde ocurren una serie de importantes fenómenos biológicos. Son importantes áreas de cría y alimentación de peces, crustáceos y moluscos bivalvos de enorme importancia comercial (Santana & Fabiano 1999). Los juveniles de estas especies dependen de las lagunas para su crecimiento y refugio y muchos de los adultos dependen del consumo de determinadas dietas claves para la maduración gonadal.

Estas lagunas están sometidas a diferentes presiones de uso del territorio. Son base de pesquerías artesanales

de gran significado social y representan además zonas de esparcimiento humano sobre las que existe presión de uso habitacional, pesquero, de infraestructura y recientemente también de acuicultura de camarón.

### Ubicación geo-ambiental

Estas lagunas son el remanente austral de un sistema lagunar común con el S de Brasil. Las de mayor extensión (Laguna Merin y Laguna Negra) son cuerpos de agua dulce mientras que las de menor tamaño (Castillos, Rocha, Garzón y José Ignacio) son salobres y su superficie sumada no supera 20300 ha. En estas últimas, la relación de la cuenca con el espejo de agua es

muy grande (proporción 14-20:1). Son ambientes someros y la profundidad media es menor a un metro.

Corresponden a ecosistemas de clima templado, con fuerte estacionalidad y temperatura del agua que puede variar entre 4 y 28 °C. La salinidad es baja; la Laguna de Castillos es un ambiente oligohalino (con variaciones comprendidas entre <1 y 14), mientras que las restantes lagunas (Rocha, Garzón y José Ignacio) son meso y polihalinas (<1 a 24). La turbidez y el material en suspensión son elevados. Los vientos dominantes (provenientes del SE al SW) suelen ser de alta intensidad. Las precipitaciones anuales también son elevadas, en torno a 1000 mm, y están uniformemente distribuidas a lo largo de las estaciones. La confección de diagramas umbrotérmicos (que analizan en forma combinada temperatura y precipitaciones) permiten delimitar la existencia de una frontera climática entre las lagunas de Castillos y Rocha (Santana & Fabiano 1999).

El régimen de apertura de barras es de periodicidad variable. La Laguna de Castillos tiene un régimen de barra abierta superior a 80% anual mientras que corresponden a Rocha, Garzón y José Ignacio regímenes de 48, 24 y 49%, respectivamente.

## BIOTA ACUÁTICA

La salinidad es una variable ambiental fundamental que determina la biota acuática estuarina y que exhibe un amplio rango de registros. Esta biota está compuesta por integrantes de carácter residente y visitante y está influenciada por las corrientes cálida de Brasil, fría de las Malvinas y por el Río de la Plata, además de las características propias de las cuencas continentales.

### Ictiofauna

La comunidad de peces está integrada por grupos característicos de agua salobre y marina, y posee además especies características de ambientes dulceacuícolas, comunes a las Provincias Parano-Platense y los Ríos Costeros del SE de Brasil.

El número de especies dominantes raramente supera 10 y corresponde a aquellas especies que pueden tolerar la extrema variabilidad que se observa en los ecosistemas lagunares costeros. Se destaca *Brevoortia aurea* (lacha) como la especie más conspicua. Se registró igualmente la presencia no co-ocurrente de 58 especies diferentes. Los peces cartilaginosos están representados por dos órdenes, tres familias y tres especies, mientras que corresponden a peces óseos 14 órdenes, 33 familias y 55 especies. De éstas últimas, 12 son de agua dulce y las restantes estuarinas o marinas (Santana & Fabiano 1999).

Entre los peces la diversidad biológica es baja (0.3 a 2.5 bits). Castillos exhibe valores más elevados que las restantes lagunas (3.03). Los análisis de agrupamientos entre ecosistemas (UPGMA) a partir de registros de abundancias de especies provenientes de colectas estacionales con redes de enmalle, permiten igualmente definir un grupo "Castillos" que se separa del resto. El mismo análisis realizado entre especies señala dos grandes

agrupamientos, uno conformado por *B. aurea* y *Odontesthes argentiniensis* (pejerrey) y el otro por las restantes especies (Fig. 1). Los análisis de componentes principales ordenan los datos de la comunidad de peces en torno a ejes principales, observándose igual comportamiento (Fabiano *et al.* 1994; Santana & Fabiano 1999).

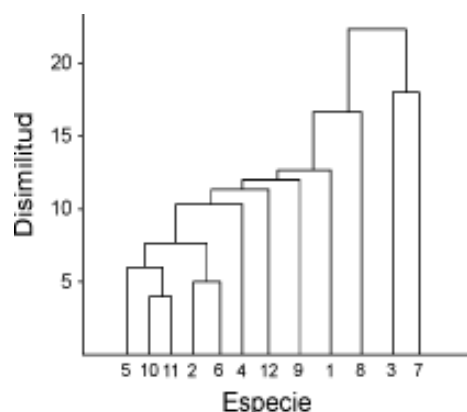


Figura 1. Dendrograma de agrupamientos entre especies (tipo R, inverso). En abscisas aparecen las especies y en ordenadas la disimilitud creciente, según el coeficiente Canberra Metric. 1) anchoa (*L. grossidens*); 2) sabalito (*C. voga*); 3) lacha (*B. aurea*); 4) lisa (*Mugil spp.*); 5) lenguado (*P. orbignyanus*); 6) bagre negro (*R. quelen*); 7) pejerrey (*O. argentiniensis*); 8) corvina blanca (*M. furnieri*); 9) dientudo (*O. hepsetus*); 10) bagre marino (*Genidens barbatus*); 11) corvina negra (*Pogonias cromis*); 12) burel (*Pomatomus saltator*).

Las especies más abundantes en las capturas experimentales con redes de enmalle son *Brevoortia aurea* (lacha), *Lycengraulis grossidens* (anchoa), *Cyphocharax voga* (sabalito), *Oligosarcus hepsetus* (dientudo), *Rhamdia quelen* (bagre negro), *Mugil spp.* (lisa), *Odontesthes argentiniensis* (pejerrey), *Micropogonias furnieri* (corvina blanca) y *Paralichthys orbignyanus* (lenguado). La abundancia de las diferentes especies se expresa como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), considerando el esfuerzo como la pesca de un tren de redes de enmalle de tamaños crecientes de malla calada durante una noche, de acuerdo con la metodología descrita en Chediak *et al.* (1984). La CPUE media (kg) varió entre 42.5 kg en Castillos (relativamente repartida entre las especies enumeradas anteriormente) y 176.3 kg en Rocha (donde la lacha configuró casi 90% de las capturas). Se señala la presencia ocasional de *Cyprinus carpio* (carpa común) en las capturas de los pescadores artesanales en las lagunas de Garzón, Rocha y Castillos.

### Pesquerías

En las pesquerías artesanales son más importantes económicamente el grupo de peces estuarino-marinos (lacha, lisa, lenguado, pejerrey, corvina blanca e incluso corvina negra) y en menor grado las especies de agua dulce, como bagre negro. La extracción anual en las cuatro lagunas oscila entorno a 370 ton de las diferentes especies de peces. Esta producción es extraída por aproximadamente 80 pescadores que residen



permanentemente en las lagunas. Los artes de pesca empleados en la captura de peces son redes de enmalle de monofilamento, de tamaño variable de malla de acuerdo con la especie objetivo principal. En la pesca de bagres y tarariras se emplean mallas de 10, 12 y 16 cm entre nudos opuestos, entre 4 y 10 cm para pejerrey, 10 y 12 cm para "mingo" y lacha, y próximas a 20 cm para lenguado. Los paños suelen ser de 50 a 75 m y cada grupo de pescadores emplea trenes de paños unidos que pueden alcanzar 1000 a 1500 m de longitud total.

### Carcinofauna

La carcinofauna de estas lagunas costeras, y sobre todo algunas especies de importancia social, económica y ecológica, es emblemática. La especie más relevante en este sentido es el camarón rosado *Farfantepenaeus paulensis* (Fig. 2).

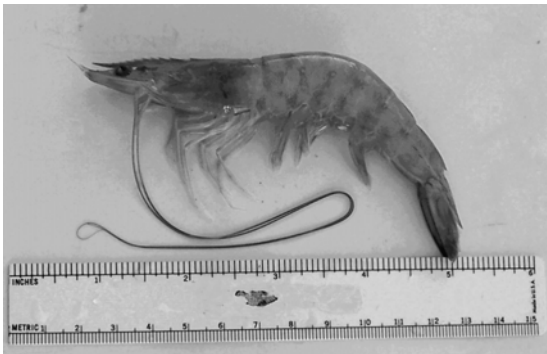


Figura 2. *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967).

Se distribuye desde Cabo Frío (23°S) en Brasil, hasta las costas de Uruguay y la Provincia de Buenos Aires en Argentina (38°30'S). Las áreas de mayor concentración corresponderían a las lagunas costeras de Uruguay y S de Brasil (Río Grande do Sul), siendo su presencia en Argentina ocasional (Boschi *et al.* 1992).

Sin duda, el efecto de las descargas del Río de la Plata coadyuva a la formación de una barrera a su distribución hacia el S (Santana & Fabiano 1992). En el mar tiene una distribución costera y se encuentra en profundidades próximas a los 30 m y no más allá de 80 m.

### Ciclo vital

Su ciclo vital se caracteriza por la presencia de una fase larval compleja, con movimientos migratorios de las larvas avanzadas hacia aguas salobres (estuarios o ambientes litorales) y movimientos migratorios de los juveniles y sub-adultos al retirarse de los ambientes costeros hacia aguas oceánicas de mayor profundidad y salinidad, donde alcanzan la madurez sexual. El ciclo de vida es corto y no superaría los dos años (Boschi 1974).

Las hembras de los peneidos, que son siempre de mayor tamaño que los machos, son impregnadas en el mar. En la cópula el macho transfiere el espermatóforo a la hembra, cuyo tético es cerrado, y la fecundación de los

ovocitos ocurre unas horas después de que son expulsados del ovario, durante el "desove." La longitud total de los adultos reproductores de *F. paulensis* es de aproximadamente 200 mm y su peso es de 80 g. Los huevos son libres y tienden a ir al fondo. Cada puesta individual puede superar 100000 huevos (Fenucci 1988).

La segmentación del huevo emplea más de 12 horas. Los estadios larvarios fueron descritos genéricamente para camarones peneidos por Boschi (1974) y corresponden a larva nauplius, protozoa y mysis. Estas etapas larvarias, que implican hasta 12 mudas, transcurren en *F. paulensis* en aproximadamente 13 días (Vallet en Brisson & Lucet 1974).

La última muda de mysis da lugar a una post-larva con forma de camarón. En la etapa correspondiente a post-larva (PL), que dura aproximadamente 12 a 14 días, se suceden más de 20 mudas. Los contingentes que ingresan a las lagunas costeras salobres están constituidos en su mayor parte por PL 18 (Villegas com. pers.), con tallas de entre 5 y 8 mm de longitud total, si bien se considera que hasta PL 10 o 12 se encontrarían en el mar, a partir de cuando estarían en condiciones de ingresar a los ambientes de salinidad variable (Andreatta & Beltrame com. pers.).

El ingreso a las lagunas se produce siempre que las barras arenosas, que separan a las lagunas del mar, se encuentren abiertas. En Uruguay se ha observado la entrada masiva de post-larvas en las lagunas costeras de Castillos, Rocha, Garzón y José Ignacio, así como en los estuarios de los arroyos Maldonado e incluso Solís Grande y Solís Chico al inicio del verano (Villegas com. pers.; Santana obs. pers.).

En el stock parental ubicado en las costas de Santa Catarina, el inicio del desove ocurre en los meses de julio y agosto, extendiéndose luego durante varios meses. Considerando los períodos de tiempo que insumen los diferentes estadios larvarios, las post-larvas que se originarían de esos desoves pueden llegar a la costa uruguaya en aproximadamente un mes o un mes y medio. Así, podrían ocurrir ingresos potenciales de post-larvas en las lagunas uruguayas a partir de setiembre. Teniendo en cuenta que los principales ingresos que posibilitan las zafras ocurren a principio de diciembre, esto indica que corresponden a desoves de octubre y noviembre.

Es también determinante, en el momento de la entrada, el efecto de las mareas. En numerosas investigaciones se ha constatado que los mayores ingresos se producen durante la noche y en las máximas mareas (pleamar) asociadas a las "lunas nuevas o llenas" (Brisson & Lucet 1974; García & Le Reste 1987). Eso también se observa en nuestros ecosistemas, aún cuando las variaciones astronómicas registradas son de escasas decenas de centímetros.

El éxito de la producción camaronera ("zafras"), como consecuencia del ingreso de estadios post-larvarios a los ecosistemas costeros, se ha asociado también a la intensidad de las precipitaciones anuales y estacionales (Castello & Möller 1978). Se observa que

en general los años de baja productividad se corresponden con precipitaciones intensas. De la misma manera, existiría una relación entre rendimientos elevados y años o períodos en donde se registraron sequías importantes, como en 1968, 1988 y 1996. La existencia de estas "zafra alta" y "zafra baja" puede ser atribuible a las variaciones en la salinidad y otras condiciones ambientales en las áreas de cría, además del suceso de la reproducción de los adultos en el mar.

La etapa posterior a post-larvas es la de juveniles, en los que se observan los caracteres sexuales secundarios bien definidos. Los juveniles, cuya vida transcurre mayormente en el interior de las lagunas, se caracterizan además por poseer un crecimiento acelerado, alcanzando en pocas semanas pesos superiores a 12-16 g.

Los valores de los parámetros de crecimiento de los ejemplares analizados en los ecosistemas lagunares (Santana & Fabiano 1999) corresponden a  $L_{\infty}$  (longitud de cefalorórax tomada desde el rostro)=67.7 mm;  $K=0.38$  mm  $\text{sem}^{-1}$ ;  $C=0.71$  y  $WP=0.54$ . El crecimiento es relativamente lento y los ejemplares alcanzan igualmente tallas elevadas. Exhiben una elevada estacionalidad en el crecimiento, que corresponde a la aceleración del mismo en la fase que se cumple en las lagunas costeras uruguayas y riograndenses. La mortalidad por pesca alcanza a la mortalidad natural en algunos años, lo que podría afectar la capacidad de recuperación de los stock.

### Pesquerías

En Brasil, la pesquería artesanal más importante de "camarão rosa" tiene lugar en la Laguna de los Patos, en el Estado de Río Grande do Sul. Es también una pesquería de "bajura o aguas someras" que actúa sobre juveniles y subadultos de la especie (Kapetsky 1982). Los volúmenes extraídos superan 4500 ton métricas (Mistakidis 1965). En otros ecosistemas costeros brasileños, como por ejemplo en las lagunas y manglares de la isla de Santa Catarina, también existe esa modalidad de pesca, la que se realiza con redes de arrastre, trampas camarónicas (gaviao) y atarrajás (tarrafas) (Sierra de Ledo *et al.* 1985).

En la Laguna de los Patos, la temporada de pesca o "zafra" comienza en enero, generalmente un poco antes que en las lagunas del Uruguay y está vedado en ella el uso de embarcaciones de mayor porte que las artesanales.

Las opiniones de los pescadores son coincidentes en que los juveniles egresados en el período marzo-mayo de las lagunas costeras del Uruguay y de Río Grande do Sul, se desplazan hacia el N, hasta las costas del Estado de Santa Catarina. Aquí se ubicaría, en el mar, el stock parental y allí se encontrarían los ejemplares más grandes (10 ejemplares por kg). Existe una veda de pesca en el mar que se extiende desde enero hasta mayo. La pesquería marina tiene lugar con buques de arrastre de doble tangón y mediano porte, durante los meses de invierno y primavera. Los antecedentes de captura en el mar muestran cifras que pueden ser superiores a 600 ton en Santos y también en Florianópolis (Mistakidis 1965).

Otras fuentes (Barcellos 1963) señalan la existencia de "pisos de camarón" en las costas de Río Grande, entre 29°30'S y 30°40'S, a 40-50 m de profundidad. Se reportaron en estos casos hasta 13 ejemplares en 1 kg.

No existe en Uruguay una pesquería marina de *F. paulensis*, si bien varios autores señalan la presencia de adultos en el mar en diferentes oportunidades (Amaro 1974; Santana & Fabiano 1992; 1999). La extracción de camarones es realizada en las lagunas por pescadores artesanales en el momento de la migración de los ejemplares sub-adultos al mar. El período de zafra, o de mayor extracción, corresponde generalmente a los meses de marzo y abril, si bien se identifican etapas previas y posteriores (pre-zafra y post-zafra) en donde la extracción y el número de pescadores es menor. En situaciones de "zafra alta", como la observada en el otoño de 1997, se producen migraciones masivas de pescadores desde otras localidades de los departamentos de Rocha y Maldonado e incluso de otros departamentos, hacia las lagunas más productivas.

Los volúmenes existentes, y por lo tanto la extracción, son muy variables entre los diferentes años. Las capturas pueden ser de escasamente 1 ton, hasta alcanzar aproximadamente 162 ton en las cuatro lagunas. Siempre corresponden las cantidades más importantes a la Laguna de Castillos. Los beneficios de las zafra alta configura un ingreso por pescador de entre U\$S 1000 y 2000. Si se expresan esos volúmenes en el valor que alcanzan para el consumo por el mercado turístico, se observa que *F. paulensis* representa ingresos al país próximos a U\$S 10 millones.

La cosecha de camarones está directamente asociada a la apertura de las barras y sería observable una dependencia de las aperturas artificiales en la primavera tardía con las zafra más grandes registradas. Es interesante observar que las máximas capturas históricas, obtenidas en 1997, corresponden a la apertura artificial de las barras practicadas el 4 y 5 de diciembre de 1996.

Los volúmenes extraídos no son suficientes por lo común para ser exportados y son absorbidos en su totalidad por el mercado interno. Existe como principal problema el encarecimiento del producto por la actuación y el riesgo económico que representa la intermediación y el mantenimiento de precios y de cuadrillas de pescadores trabajando en ecosistemas aislados y con altos costos operativos.

### Artes de pesca

Históricamente, en las lagunas costeras se utilizaban redes de arrastre de playa con malla de 1 cm de lado, confeccionadas inicialmente en yute y luego en materiales sintéticos. La maniobra consistía en arrastres nocturnos en las áreas bajas de las lagunas durante el otoño. En el Arroyo Valizas, la maniobra se hacía con la ayuda de un bote debido a la profundidad (Fig. 3).

El arte de pesca dominante en la actualidad es la "trampa camarónica" (Fig. 4) con farol de origen brasileño o fabricación local, que ha sustituido en gran me-



Figura 3. Red camaronera de arrastre de playa y esquema de la manobra de pesca.

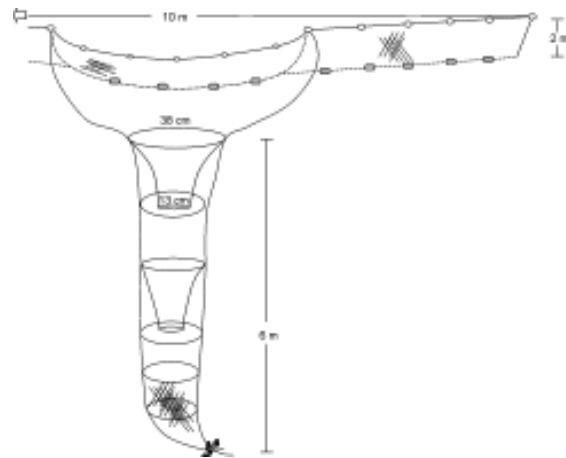


Figura 4. Trampa "camaronera" empleada en Uruguay.

diada a la red de arrastre de playa. La unidad de pesca está conformada además por una pequeña embarcación con remos o motor fuera de borda.

Las trampas habitualmente tienen 10 mm de luz de malla medida entre nudos contiguos y están confeccionadas en polifilamento (equilon). La longitud total aproximada es 6 m. El tubo está equipado con aros de metal y retenciones para evitar el escape de camarones y tiene una bolsa con nudo en el extremo distal. La apertura de las alas tiene generalmente 15 m, aun cuando puede llegar a 20 o 30 m. La trampa es fijada con palos enterrados en las puntas de las alas y en el extremo de la bolsa, donde además se ubica el farol sobre una boya flotante, en general consistente en un trozo de espuma. En su mayoría son de origen y confección brasileña.

En 1991, el arte aún dominante era la red camaronera. El empleo de estas redes de playa de arrastre manual implicaba un estilo de pesca muy esforzado y que involucraba más personas.

Las trampas tuvieron una importante resistencia inicial en la comunidad de pescadores, pero actualmente su uso se ha generalizado. En 1995 eran el arte mayoritario en la Laguna de Castillos y en 1997 se impusieron en la Laguna de Rocha. Un número reducido de pescadores, que residen en la Barra de Valizas, pescaba además en el arroyo en las proximidades de la barra, con red de arrastre provista de pequeños portones y traccionada desde una embarcación con motor. Esta red se emplea también en la pesca de camarones marinos costeros (*Artemesia longinaris* y *Pleoticus muelleri*). Su uso en las lagunas era admisible mientras el número de pescadores presentes era bajo y por ello el impacto (e.g. la remoción del fondo) en los ecosistemas no era considerable.

La captura incidental en la pesquería, es relevante y corresponde a un número importante de ejemplares de cangrejo sirí (*Callinectes sapidus* y *C. danae*), así como a

diferentes especies de peces, en su mayoría juveniles, como fuera registrado por Vieira *et al.* (1996) en el estuario de Laguna de los Patos (Brasil).

#### Malacofauna

El bivalvo de mayor importancia comercial es el berberecho de laguna (*Erodona mactroides*). Es un molusco bivalvo de concha lisa y blanquecina. Tiene una característica valva derecha más grande que la izquierda. Su distribución abarca desde el S de Brasil, Uruguay y Argentina hasta el Río Salado y Samborombón. Está presente en todas las lagunas costeras salobres y ha sido citado para los arroyos Solís Grande, Pando y Santa Lucía. Es una especie eurihalina y prefiere fondos arenosos y areno-fangosos de aguas salobres (Castellanos 1970). Es un importante consumidor primario (suspensívoro fitoplantófago) y, en sus diferentes estadios vitales, es presa de numerosos peces y crustáceos en las lagunas. En estas lagunas se cumplen todas las etapas de su ciclo biológico.

Forma grandes bancos en la Laguna de Rocha, con densidades elevadas (Jorcín 1990), donde es explotado esporádicamente. Se encuentran también en densidades muy elevadas en la Laguna de Garzón, apareciendo en las capturas de pesca experimental con raño camaronero. En algunos sectores, su concentración, evaluada con ese arte de pesca, supera 100 indiv. m<sup>-2</sup>. Jorcín (1989) reporta densidades medias en la Laguna de Rocha de 390 indiv. m<sup>-2</sup> y máximos de 785 indiv. m<sup>-2</sup> en el otoño, cuando se registran los máximos desove (CCU 1989).

La extracción y comercialización son muy importantes en la Laguna de Garzón y en menor escala en la Laguna de Castillos y de Rocha, y también en el Arroyo Maldonado (en este lugar se comercializan con el nombre local de "muergos"). Es extraído con rastras manuales en las zonas de baja profundidad de las lagunas.

Las tallas comerciales suelen ser superiores a 25 mm de longitud total. Se reportan cosechas de 2 a 3 ton de "pulpa" de *E. mactroides* en algunos años, lo que equivale a entre 13 y 20 ton de berberechos enteros. Estos datos de producción corresponden al año 1994 y en su mayor parte a la Laguna de Garzón, donde además se observó una intensa extracción de berberechos en el período 1990–1994 destinada al mercado de Punta del Este. Ingresaban allí en sustitución del berberecho de mar (*Donax hanleyanus*), del cual son difíciles de distinguir, y aún del mejillón azul (*Mytilus edulis*). En ese momento participaban de la pesquería más de 10 pescadores en Laguna de Garzón. El proceso de obtención de las partes blandas ("pulpa precocida") se realizaba en el margen de la laguna por los mismos pescadores y consistía en precocido, zarandeo y empaquetado. En ese período también dos pescadores se dedicaron a la extracción de *E. mactroides* en la parte sur de la Laguna de Castillos y en el Arroyo Valizas, en donde es muy abundante. Estas áreas corresponden a fondos duros compuestos por conchilla y arena y fango (Nion *et al.* 1974). La captura procesada se comercializaba en la ciudad de La Paloma. A pesar de las densidades elevadas en la Laguna de Rocha no se reportó allí una extracción comercial de relevancia.

Los registros métricos de conchillas obtenidos en el lugar de procesamiento en la Laguna de Garzón en el período 1990–1994 permitieron calcular algunos parámetros poblacionales (Santana & Fabiano 1999). La población capturada por la pesca artesanal se estructura en torno a 26 mm de largo total, siendo la talla de primera captura 18 mm. La pesca a la que se encontraba expuesta la población no permitió establecer claramente la longitud máxima que alcanzaría la especie en condiciones naturales.

El  $L_{\infty}$  obtenido fue 40.5 mm. Es un molusco de pequeño porte y con elevada tasa de crecimiento ( $K=0.9$ ). El crecimiento presentó alta estacionalidad ( $C=0.7$ ) y el punto invernal ( $WP=0.5$ ) corresponde a los meses de invierno. Este comportamiento nuevamente aparece asociado a las bajas temperaturas y salinidades de esa época del año en los ecosistemas. La sensibilidad a la estacionalidad de nuestro clima es media. Su punto de crecimiento mínimo está ubicado en los meses de invierno y el ajuste de los datos a la recta de crecimiento es bajo. Esto puede atribuirse a la gran superposición de clases modales en un rango de tallas pequeño.

La mortalidad por pesca ( $F=7.1$ ) observada superó a la mortalidad natural ( $M=1.82$ ), y el coeficiente de explotación ( $E=F/Z$ ) fue 0.796. La tasa de explotación ( $E$ ) superó ampliamente 0.5. Esto correspondería a una explotación excesiva del recurso, que probablemente ocurrió en Garzón en 1994. Posiblemente sea ese el factor que altera la relación de las clases modales, lo que explicaría el bajo ajuste de los datos a las curvas de crecimiento.

Se reportan periódicamente fenómenos de mortandad masiva, como el observado en la Laguna de Garzón en noviembre de 1995. Su causalidad no fue claramente

establecida, pero puede ser atribuible a la floculación de sólidos en suspensión en los frentes de marea dentro de las lagunas.

La pesquería puede considerarse, aún actualmente, de libre acceso, a pesar de que se requiere disponer de un permiso genérico de pescador de tierra o artesanal emitido por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). No existe otro tipo de limitación de su extracción ni medidas específicas de ordenamiento de su pesquería. Esta funciona a demanda del mercado y dependiendo de la abundancia como recurso. No hay igualmente en estos últimos años una extracción organizada ni relevante de berberechos en las lagunas. La investigación existente es insuficiente para delinear medidas ajustadas de manejo aún cuando, como para otros recursos pesqueros de las lagunas, pueden establecerse pautas de tipo cautelar en base a la información disponible.

## COMUNIDADES DE PESCADORES

Están radicados en las lagunas de manera casi permanente en torno a 60 u 80 personas, distribuidas en seis asentamientos. En un censo realizado por la DINARA en invierno de 2003, estación del año de mínima presencia de pescadores, se registraron 67 pescadores y sus respectivos núcleos familiares.

### Laguna de Castillos-Arroyo Valizas

Los grupos de Castillos corresponden al Puente sobre la ruta 10 y el Pueblo de Barra de Valizas. Los pescadores que tienen como base de operación y vida Barra de Valizas, además de pescar en la laguna y el arroyo, lo hacen tradicionalmente en el mar. En el Puente del Arroyo Valizas el número de habitantes en el invierno es muy escaso (hasta cinco personas). En este lugar la pesca coexiste con actividades turísticas como el paseo en bote hasta el Bosque de Ombúes. Esta ocupación puede también considerarse zafra por cuanto está fuertemente vinculada a los períodos vacacionales.

La Barra de Valizas es un pueblo de características muy peculiares donde están presentes un número variado de actividades e infraestructura. El pueblo es extendido y hay casas no habitadas que se ocupan solamente en períodos vacacionales por personas radicadas en otros lugares, incluso fuera del Dpto. de Rocha. Quienes pescan activamente durante el invierno son principalmente aquellos que poseen una barca artesanal (21 personas).

### Laguna de Rocha

En Rocha se separan también dos grupos. Un grupo está ubicado en la barra de la laguna, y se divide a su vez en cuatro nucleamientos. Se destaca en esta zona la cámara de refrigeración que donara el Fondo de Cooperación de Canadá (en convenio con el Programa de Protección de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de los Humedales del Este y el Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria). Junto a los diferentes núcleos se encuentran cantidades variables de animales domésticos de compañía o defensa (perros y

gatos) o de alimento y trabajo (gallinas, patos y caballos). No hay actualmente cerdos que antes eran muy abundantes.

En el bolsón NE de la laguna existen dos poblados, frecuentados por habitantes de la ciudad de Rocha, con finalidad de esparcimiento y pesca deportiva (Puerto de los Botes y La Riviera) donde hay, en períodos de baja producción, no más de cuatro pescadores.

#### Lagunas de Garzón y José Ignacio

En Garzón y José Ignacio, los pescadores (aproximadamente siete en cada laguna) están ubicados en las proximidades de las barras arenosas.

La densidad de pescadores residentes en las cuatro lagunas durante todo el año es baja (0.004 pescadores ha<sup>-1</sup>) y da lugar a una pesquería de peces organizada en zafra sucesivas y con ingresos bajos, que no superen generalmente un salario mínimo nacional mensual. Estos pescadores tienen en su mayoría permisos de DINARA (Pescador de Tierra) y las embarcaciones con que cuentan no reúnen generalmente las condiciones requeridas para la obtención de matrículas de pesca de la Prefectura Nacional Naval.

Los pescadores se desplazan de una laguna a otra, pueden llevar sus artes de pesca y además ser provistos de artes complementarios por los intermediarios. Estos proporcionan además transporte y muchas veces sustento económico inicial. Es posible separar a pescadores residentes y visitantes. Si bien están unidos por la actividad y comparten iguales derechos, sus características no son las mismas. Tampoco es fácil evaluar y comparar su poder adquisitivo, ya que si bien en todos los pescadores residentes éste es bajo, los visitantes tampoco son todos deportivos u oportunistas, ya que buena parte de aquellos que van a pescar a las lagunas son los más desposeídos de los cinturones de pobreza de las ciudades de Rocha y Castillos (Tabla 1).

#### MEDIDAS DE ORDENAMIENTO

En el Decreto 149 de 1997 se fijan medidas de ordenamiento pesquero de las especies sujetas a explotación comercial. Éstas pueden ser aplicadas en las lagunas pero carecen de la especificidad necesaria y por lo tanto su aplicación no asegura un mantenimiento adecuado del estado de conservación. La extracción estaría regulada por el número de permisos de pesca comercial y de investigación emitidos y por limitaciones genéricas (e.g. talla mínima autorizada de algunas especies, modalidad de calado y prohibición de algunos artes de pesca).

Hay aproximadamente 300 permisos de pesca vigentes que autorizan la extracción de peces, moluscos y crustáceos en las lagunas costeras. Estos tienen una duración de cuatro años y la movilidad entre lagunas está permitida. En especies acuáticas de vida corta como el camarón, los permisos deberían ser otorgado sobre una base anual. Si bien las autoridades tendrían la facultad de limitar el número de participantes en cada zafra en base al reclutamiento anual de post larvas a la pesquería, en la práctica esto presenta dificultades legales.

En la pesquería de camarón se han aplicado las Resoluciones del Instituto Nacional de Pesca (hoy DINARA) 8/1998, 2/2000 y 287/2000, en donde se fijan tallas y pesos mínimos (100 mm de longitud total y 10 g de peso húmedo), número y características de los artes de pesca y conducta a seguir frente a las especies de captura incidental. Una de las medidas más interesantes contemplada es el establecimiento de áreas de exclusión pesquera. Estas abarcan el lugar de apertura de las barras arenosas, la boca de la Laguna de Castillos y corredores hacia el interior de las lagunas. Pretenden asegurar el libre desplazamiento de las poblaciones de peces y crustáceos y delimitar "refugios" de juveniles y pre-adultos. Al mismo tiempo, los corredores facilitan el movimiento de pescadores y servicios en período de zafra. Estas medidas de ordenamiento fueron inicialmente muy resistidas y no son aún aceptadas por un número importante de pescadores, fundamentalmente visitantes.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es necesario revisar críticamente la información ya existente colectada por la DINARA en los programas de evaluación y monitoreo pesquero realizados con artes de pesca específicos para las diferentes especies y tallas (baterías multi-mallas utilizadas en la evaluación de peces) y raños ("beam trawl" empleados principalmente en la captura de crustáceos y especialmente camarón).

Dado que la colecta de parte de la información se ha discontinuado es necesario asegurar la obtención de datos (muestreos de pesca exploratoria y desembarcos), de forma de actualizar la información y para poder identificar e interpretar cambios en el comportamiento de los ecosistemas y las especies.

En lo que respecta a *F. paulensis*, especie para la que se dispone de series temporales extensas y continuas, se identifica como investigación puntual de relevancia el evaluar en qué medida los juveniles de camarón que escapan de la pesquería en lagunas uruguayas (y tam-

Tabla 1. Características de pescadores residentes y visitantes de las lagunas costeras salobres de Uruguay.

Característica	PESCADORES RESIDENTES	PESCADORES VISITANTES
Densidad	0.004 pescadores ha <sup>-1</sup>	0.015 pescadores ha <sup>-1</sup> (incluye a pescadores residentes)
Agrupamientos	Radicados permanentemente en 6 núcleos en las lagunas, pero con movilidad siguiendo las zafra de peces	Solamente presentes y dispersos en todas las lagunas en que hay pesca de camarón
Extracción	370 ton año <sup>-1</sup> de peces y 20 ton año <sup>-1</sup> aprox. de berberechos	200 ton año <sup>-1</sup> de camarón
Ingresos	1 salario mínimo	1000-2000 U\$S año <sup>-1</sup> en zafra

bién las riograndenses) contribuyen a la deriva larvaria del año siguiente. La hipótesis cero sería aquella en la cual no existe correlación. La instrumentación de esta investigación requiere de marcado, seguimiento de masas de agua, etc., que deben realizarse en conjunto con varios organismos e instituciones, incluso de Brasil.

*Callinectes sapidus* es objeto de pesquerías de importancia creciente y es necesario incrementar la investigación sobre diferentes aspectos de su biología y comportamiento en estos ecosistemas.

Una actividad menos visible pero económicamente muy importante es la extracción del berberecho de laguna, muy intensa en algunos años. El período de “descanso” para su recuperación como recurso parece ser prolongado y debe permitirse el desarrollo de los bancos para que sean nuevamente explotables. Es necesario investigar también aspectos de la biología general y pesquera de esta especie.

Las lagunas costeras son áreas de cría de un número importante de peces óseos marinos, de la misma manera que las áreas marino-costeras inmediatas. Es necesario cuantificar el aporte de juveniles provenientes de las lagunas al stock reproductor de estas especies, en donde en muchos casos la Captura Máxima Sostenible está sobrepasada. A modo de ejemplo, en zafras “altas” en Laguna de Castillos las trampas pueden capturar hasta 16 millones de juveniles de peces, en gran parte de corvina blanca, lo que equivale, si pudieran alcanzar a 1 kg de peso individual, a 16000 ton. Las especies de peces estuarinos que están presentes en las lagunas se definen como eurihalinas y corresponden a variedades politépicas, con diferencias fenotípicas y posiblemente genéticas.

El comportamiento reproductivo de muchas especies de peces es diferente; por ejemplo la talla de primera madurez de la corvina blanca en las lagunas se sitúa muy por debajo de la registrada en el mar, y en ello es posible que incida la calidad de la dieta obtenida. También parece ser diferente el crecimiento de los juveniles de esas especies; clases etarias similares alcanzan tallas diferentes en igual período de tiempo. Para gran parte de los juveniles de peces (corvinas blancas y negras, lenguados) y también de camarón, uno de los ítem dominantes en la dieta son los poliquetos, ricos en ácidos grasos polinsaturados.

Por último una línea de investigación aún vigente es analizar la conveniencia de preservar el carácter lagunar de estos ecosistemas. En esta característica incide el sistema de apertura-cierre de las barras arenosas. Es por consiguiente fundamental determinar cuándo y cuáles son los mecanismos a emplear para que se dé esta apertura, artificial o natural. Actualmente, muchas instituciones y personas tienen competencia y opinión.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos mantiene un programa de monitoreo de las principales variables ambientales (e.g. régimen de barras, salinidad y tem-

peratura) y de la abundancia y estructura poblacional de algunos recursos pesqueros (peces y crustáceos de relevancia comercial). Registros similares obtienen otras instituciones que trabajan en el área y que es conveniente contribuyan a la formación de una base de datos común.

Es posible discriminar la información anterior ya existente por especies y pesquerías y establecer medidas de ordenamiento de tipo precautorio.

Para mejorar y corregir estas medidas, esta información debe ser contrastada con información reciente y actualizada periódicamente. Ello implica la realización de nuevas prospecciones pesqueras de manera de mantener la continuidad y la estandarización de los registros. Son por ejemplo, de actual revisión las medidas de ordenamiento de la pesquería de camarón, y se estableció ya una zona de exclusión de pesca en la Laguna de Rocha.

La presencia de las instituciones que investigan en el área, trabajando de forma integrada y junto a las comunidades locales, permite que en especial la comunidad de pescadores participe en la gestión, pero no solamente de manera reactiva en la medida en que el ordenamiento la perjudica.

La resolución de conflictos contiene elementos de los ámbitos socio-económicos, de política general y pesquera, y aún psicológicos. El autocontrol de la pesquería es difícil y el arbitraje de situaciones encontradas debe dirimirse en base a la aplicación de la legislación y con los organismos públicos de control actuando efectivamente, pero buscando situaciones de consenso.

La fiscalización se ha realizado con la intervención de los servicios técnicos y jurídicos de la DINARA, la Policía y la Prefectura Nacional Naval. El enfoque actual de gestión de pesquerías en sistemas de áreas protegidas, así como la existencia de comisiones *ad hoc* propiciadas por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la creación de una asociación de pescadores en la Laguna de Rocha, determinan un importante avance en la toma de conciencia colectiva para proteger a los recursos de los que depende la existencia de los propios pescadores.

Parte del éxito en la gestión está basado en brindar mejores opciones de vida que sean compatibles con mantener la calidad ambiental. El avance en la protección de las poblaciones naturales de recursos pesqueros permite suponer que se logrará un cuidado de los ecosistemas en el futuro. Al mismo tiempo, los pescadores han aprendido que si una parte del stock pesquero no es capturada en un año, es posible que puedan seguir pescando en años subsiguientes. También es posible incrementar la disponibilidad de los recursos pesqueros. En la primavera tardía, si se detecta la presencia de post-larvas de camarón en aguas costeras, se sugiere la apertura de las barras arenosas. El momento óptimo lo establece la DINARA en base a cálculos de mareas, condiciones meteorológicas y corrientes marinas. Esta medida es polémica ya que existen enfoques ambientales diferentes e intereses particulares contrapuestos (e.g. de los pescadores, productores rurales, residencias de uso turístico).

La acuicultura en general, y en especial la de camarón, ha sido propuesta por algunas instituciones como una solución de desarrollo. Sin embargo, si se encara como una actividad no subsidiada y rentable económicamente puede no ser sustentable y determina además diferentes grados de deterioro ambiental, aún en pequeña escala. Un elemento a considerar en la adopción de decisiones es que conceptualmente el monocultivo implica que la diversidad biológica disminuye a 0 en el lugar en donde se la practica. Estos ecosistemas pueden considerarse como de alta diversidad relativa para Uruguay.

Una opción podría ser la oferta de mejor valor y mejor comercialización. Esta alternativa fue ensayada con resultados positivos por la Intendencia Municipal de Rocha en coordinación con la de Montevideo a principio de 1990. La Intendencia de Rocha actuó en ese caso como organismo regulador del mercado. Ante una zafra alta de camarón, que determinó la caída de valor del producto fresco, se buscó la obtención de precios mejores y nuevos mercados, interviniendo en el acopio y promoción del producto. También los intermediarios participaron en esa operación. Lo mismo se hizo para el pescado seco salado ("bacalao"), llevando el producto de los pescadores más humildes directamente a los circuitos grandes de comercialización.

Otra alternativa es la incorporación de valor agregado (e.g. preparación de filetes y pulpas). Es necesario o por lo menos recomendable que los procesos se realicen fuera del área inmediata de las lagunas, aún cuando determinen una disociación de las unidades productivas, dado que es una contradicción la construcción de infraestructura tecnológica en áreas de fragilidad ecológica. En las cercanías de las lagunas existe infraestructura, experiencia y aún personal que puede colaborar en este proceso y que evitaría la duplicación de esfuerzos de créditos y donaciones.

## REFERENCIAS

- Amaro J** 1974 Noticia sobre una campaña exploratoria a bordo de "Striker" durante el verano de 1971-1972. Boletín de la Comisión Nacional de Oceanografía 1(1):15-17. Montevideo
- Barcellos** 1968 Localização de estoque de camarões de grande porte (*Penaeus aztecus*) na costa do Rio Grande do Sul. CARPAS/4/DocumentoTécnico 29:1-2
- Boschi EE** 1974 Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Pp 73-95 In: Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina. Montevideo
- Boschi EE Fischbach CE & MI Iorio** 1992 Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo 10 (Sección A):7-94. Montevideo
- Brisson S & P Lucet** 1974 Estudo da população de peneidos na área do Cabo Frío. Projeto Cabo Frío. Estudo da influencia do ciclo diurno e noturno sobre a entrada de post-larvas de peneidos no canal do Cabo Frío. Instituto de Pesquisa da Marinha 88:1-5, 7 fig
- Castellanos ZA** de 1970 ("1967") Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. Anales de la Comisión de Investigación Científica 8:383 pp. Buenos Aires
- Castello JP & OO Möller** 1978 On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brasil). Atlântica 3:67-74. Rio Grande
- Centro Cooperativista Uruguayo** 1989 Programa Almeja. Informe de trabajo producido por el Centro Cooperativista Uruguayo, el Instituto de Cooperación Iberoamericano, la Facultad de Humanidades y Ciencias, el Instituto Nacional de Pesca y la Intendencia Municipal de Rocha. (Inédito)
- Chediak G Delfino R Fabiano G Quirós R & Z Varela** 1984 Metodología de muestreo y estimación de abundancia relativa de peces en el embalse de Salto Grande. In: Vila & Fagetti (eds) Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses (Santiago de Chile, 5-10 de noviembre de 1984) COPESCAL DocumentoTécnico (4): 237 pp
- Fabiano G Santana O & JC Elgue** 1998 Fish communities in the coastal lagoons of Uruguay. Verhandlungen International Vereinigung Limnology 26:1439-144. Stuttgart
- Fenucci JL** 1988 Manual para la cría de camarones peneidos. Programa Cooperativo Gubernamental, FAO-Italia. GCP/RLA/075/ITA. Documento de Campo 8 (Es). 88 pp. Brasilia
- García S & L Le Reste** 1987 Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Documentos Técnicos de Pesca (203):180 pp.
- Jorcín A** 1989 Contribución al estudio de *Erodona mactroides*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. (Inédita)
- Jorcín A** 1990 Características ecológicas de las poblaciones de *Erodona mactoides* en la Laguna de Rocha (Departamento de Rocha, Uruguay). III Congreso Brasileiro de Limnología, Resumos:52
- Kapetsky JM** 1982 Consideraciones para la ordenación de las pesquerías de lagunas y esteros costeros. FAO, Documentos Técnicos de Pesca (218):49 pp.
- Mistakidis HN** 1965 Informe a los gobiernos de Brasil, Uruguay y Argentina sobre la investigación y determinación de los recursos camaróneros. Rep.FAO/EPTA (1934):48 pp
- Nion H Varela Z & H Castaldo** 1974 Evaluación de los Recursos Pesqueros en el Sistema Laguna de Castillos, Arroyo de Valizas, año 1974. CARPAS/6/74/Tec.5:63 pp
- Santana O & G Fabiano** 1992 Aspectos relevantes del camarón rosado (*Penaeus paulensis*) en las lagunas costeras uruguayas. Frente Marítimo 12(Sección A):89-94. Montevideo
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos pesqueros de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas de José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos). Plan de Investigación Pesquera INAPE-PNUD URU/92/003.165 pp+apéndice 1. Montevideo
- Sierra de Ledo B Rocha Gre JC & EJ Soriano-Sierra** 1985 Fishery production, anthropogenic and natural stress in Conceição Lagoon, Santa Catarina, Brazil. NEMAR, Série Contribuições Científicas (15). Editora de FURG, Rio Grande
- Vieira JP Vasconcellos MC Silva RE & LGC Fischer** 1996 A rejeição da pesca do camarão rosa (*Penaeus paulensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica 18:123-142. Rio Grande

## Comunicaciones Personales

- Edemar Andreatta y Elpidio Beltrame.** Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitaria. Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis
- Francisco Villegas.** Investigador del Instituto Nacional de Pesca (†).

## La pesca artesanal en La Paloma (Rocha, Uruguay): período 1999-2001

ELIZABETH DELFINO\*, ORLANDO SANTANA & GRACIELA FABIANO

\*edelfino@dinara.gub.uy



### RESUMEN

La pesca artesanal agrupa a aquellas personas que se dedican a la captura de diferentes especies acuáticas, con un componente manual importante y comúnmente con pequeñas embarcaciones. Esta actividad proviene de lo más antiguo de la historia uruguaya y ha perdurado en la cultura rural de las comunidades costeras. En el litoral atlántico de Uruguay se identifican nueve puntos geográficos (sin considerar las lagunas costeras) en donde se concentran barcas artesanales. Fueron originalmente elegidos por sus habitantes por sus condiciones naturales de reparo a los vientos, provisión de agua dulce, caminería, etc. En el actual Puerto de La Paloma se encuentra la mayor concentración de barcas artesanales en actividad de la costa atlántica uruguaya. Entre los años 1999 y 2001 se registraron 47 barcas, la mayoría entre 1.5 y 5 TRB (Toneladas de Registro Bruto), si bien se observa una tendencia creciente a la sustitución por embarcaciones de mayor porte. También es evidente el empleo creciente de motores internos en reemplazo de los motores fuera de borda. Estas barcas próximas a 9 TRB, son propiedad de intermediarios, no de pescadores independientes, y el marco legal actual no contempla esa situación. Cada barca está generalmente equipada con redes de enmalle o palangres y es tripulada por entre 2 y 5 marineros. Las salidas al mar ocurren durante ca. 9 días al mes y ese número está condicionado sobre todo por las condiciones meteorológicas. Las principales especies capturadas son corvina blanca, brótola y gatuzo y el desembarque medio calculado por salida de pesca es 466 kg. Las capturas anuales totales de la pesca artesanal en La Paloma alcanzan 1300 ton. La promoción de la pesca artesanal debe ser estimulada dado que emplea una elevada cantidad de mano de obra por unidad de capital invertido, no recibe subsidios y en muchos casos ha demostrado ser ambientalmente sustentable.

**Palabras clave:** flota artesanal, capturas, brótola, gatuzo, marco jurídico

### ABSTRACT

The artisanal fishery groups those people dedicated to the capture of different aquatic species, with an important manual component and commonly in small boats. This activity originates from the beginning of Uruguayan history and has prevailed in the rural culture of coastal communities. Nine geographic points where the artisanal boats operate (coastal lagoons not included) were identified in the Atlantic coast of Uruguay. Originally these were chosen because of wind protection, fresh water supply, trails, etc. The present port of La Paloma concentrates the majority of the active artisanal boats in the Uruguayan Atlantic Coast. From 1999 to 2001, 47 small boats were registered, most between 1.5 and 5 GRT (Gross Registered Tonnage), although a growing tendency was observed for the substitution to larger vessels. Also evident, is the use of inboard motors replacing outboard engines. These larger vessels, close to 9 GRT, are mainly property of middlemen not independent fishers, and the current legal framework doesn't contemplate this situation. Generally, each boat is equipped with gillnets or longlines and the crew is comprised of 2 to 5 sailors. Fishing trips occur during approximately 9 days per months and this number is subject mainly to weather conditions. The main species captured are croaker, codling and smoothhound, and the average catch per fishing trip is 466 kg. The total annual catch of the artisanal fishery in La Paloma is around 1300 ton. The artisanal fishery must be promoted given that it employs a large workforce per unit of capital invested, it is not subsidized and in many cases it has proven to be environmentally sustainable.

**Key words:** artisanal fleet, catches, codling, smoothhound, law enforcement

### INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal en una definición amplia agrupa a aquellas personas que se dedican a la captura de diferentes especies acuáticas a escasa distancia de la costa, con un componente manual importante y comúnmente con pequeñas embarcaciones. Es una actividad que viene de lo más antiguo de la historia del Uruguay y ha perdurado en la cultura rural de las comunidades costeras. López de Souza, navegante portugués, escribió el 26 de

diciembre de 1531 haber sido recibido en las inmediaciones del actual Arroyo Solís Grande por un grupo de chaná-beguaes que le ofrecieron mucho pescado y venado (Vidart 1999).

En el litoral atlántico de Uruguay se identifican nueve puntos geográficos (José Ignacio, Playa Anaconda, La Paloma, Cabo Polonio, Valizas, Aguas Dulces, Punta del Diablo, La Coronilla y Barra de Chuy), en donde se concentran barcas artesanales. No se consideraron las



lagunas costeras salobres en donde se ubican barcas de porte más pequeño. Esos puertos fueron originalmente elegidos por los habitantes, luego pescadores, dadas sus naturales condiciones geográficas de cercanía de los caladeros, reparo a los vientos, mercados, provisión de agua dulce, posibilidad de arribo a la costa y disponibilidad de tierra.

Si bien se cuenta con diagnósticos y censos de la actividad pesquera artesanal de alcance nacional (Nion 1985; MTSS 1988; CCU 1996) o regional (Vizziano *et al.* 2001; Fernández *et al.* 2003) son escasos los antecedentes con respecto a la variabilidad, composición de las capturas y volúmenes de pesca a los que la flota artesanal accede (Norbis & Verocai 2001). En el área de La Paloma se destacan los trabajos de Marín & Puig (1987) referido a la pesca al palangre de tiburones; Santana & Fabiano 1991; Riestra & Fabiano 2000; Acuña 2001; Santana *et al.* 2001; Cabanne *et al.* 2003.

La Paloma (ca. 34°39'S-54°08'W) (Dpto. de Rocha) es base de buena parte de la flota pesquera artesanal que históricamente se ha desarrollado en la costa oceánica uruguaya. Cuenta con dos puntos principales de concentración de barcas, uno ubicado en el Puerto de La Paloma y otro en el denominado "Puerto de los Botes" en el extremo W de Playa Anaconda o Serena. El actual Puerto de La Paloma, asiento después de la década del 70 de una importante flota industrial, fue en sus orígenes un pequeño puerto de barcas artesanales. Actualmente ambas actividades coexisten, operando artesanales e industriales sobre recursos que en algunas épocas del año se superponen (Delfino *et al.* 2001).

La obtención de información de la flota artesanal es generalmente difícil por la natural dispersión geográfica de las pesquerías y por el escaso retorno en los reportes de extracción (partes de pesca). Por lo tanto, la información básica relacionada con el número de barcas activas o los volúmenes capturados de las diferentes especies es muchas veces incompleta. Este trabajo pretende describir las características de la pesquería artesanal que tiene como puerto base a La Paloma (período 1999-2001).

### Marco jurídico

El marco jurídico que regula la pesca artesanal está contenido en el Decreto 149/97 ("Ajustase y actualízase la reglamentación y dominio sobre riquezas del mar") de 1997. En el Capítulo II, Artículo 3° de ese Decreto se define al pescador artesanal como "todo aquel pescador que desarrolla actividades de pesca comercial en pequeña escala, mediante embarcaciones cuyo tonelaje de registro bruto (TRB) no exceda de 10". También se define a los pescadores de tierra, que en el sentido amplio de la definición también son pescadores artesanales por oposición a industriales.

En el Capítulo IV relativo a Permisos y Autorizaciones se fijan una serie de normas relativas a los permisos del pescador artesanal. Para obtener el permiso (Art. 5) es necesario efectuar una solicitud ante la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), no requiriendo

de la presentación de un proyecto. El permiso es gratuito (Art. 23) y la vigencia del mismo es por cuatro años, renovable por iguales períodos (Art. 10). La renovación se debe presentar antes del vencimiento y debe acreditar estar al día con las obligaciones establecidas por la DINARA (Art. 11). El Permiso caduca por suspensión de las labores de explotación por un período de dos años consecutivos y para la reactivación del mismo se debe probar las razones de inactividad. DINARA, si lo considera justificado, fija un nuevo plazo para el reinicio de la actividad (Art. 15).

En el Capítulo VI sobre Contralores, se establece que los patronos de pesca están obligados a dar la información requerida en partes de pesca y esta información tiene valor de declaración jurada y debe ser entregada dentro de los 15 días subsiguientes al término de cada viaje en DINARA o la Prefectura Nacional Naval (PNN). La infracción de esta obligación trae aparejada la suspensión preventiva del registro correspondiente hasta que se dé cumplimiento a lo dispuesto.

En el Capítulo VIII sobre Ordenación Pesquera se establecen artículos que regulan genéricamente la operatividad de los pescadores artesanales. Se limita la forma del calado de redes de enmalle y trampas (Art. 46), y se fijan tallas mínimas de extracción de algunas especies (Art. 49). Estos artículos no responden necesariamente a las variaciones observadas en las diferentes áreas geográficas del país y por lo tanto carecen de generalidad. Otras medidas de ordenamiento se determinan por emisión de Resoluciones de la DINARA, que no requieren la firma del Ministro correspondiente, pero que igualmente están subordinadas al Decreto. Esto permite tratar cada pesquería de manera independiente, con cuerpos normativos más reales, pero tiene la dificultad algunas veces de la falta de aplicación por desconocimiento de las normas por parte de quienes deben vigilar su cumplimiento o por quienes deben respetarlas.

En resoluciones recientes de la DINARA (Resolución N° 012/002 de enero de 2002 y N° 140/2004), que si son de aplicación general por cuanto se requiere un pronunciamiento en el momento de solicitar el permiso de pesca, se establece que el concepto de "Puerto Base como lugar de incorporación de las embarcaciones se complementará con áreas geográficas de operatividad, relacionadas con los recursos acuáticos y las características de las unidades de pesca". Se delimita en lo que concierne a este trabajo una zona, que se extiende desde Punta del Este hasta el límite lateral marítimo con el Chuy y que puede ser ampliada hacia el W hasta Piriápolis. En este tramo de la costa las barcas pueden desplazarse solicitando a la PNN, el cambio de puerto de operación.

### METODOLOGÍA

#### Características estructurales de la flota artesanal de La Paloma

De los registros de la DINARA se utilizó la información contenida en los permisos de pesca y en las fichas técnicas de las barcas, que se elaboran en el momento de

solicitar el permiso. La información consiste en nombre del propietario, puerto base, fecha de vencimiento del permiso de pesca, características de la embarcación, tripulación mínima de operación y artes de pesca.

Las características de la embarcación (eslora, manga, puntal, puerto base, distancia de navegación autorizada desde la costa y tipo de motor) fueron contrastadas con las que constan en los Certificados de Navegabilidad extendidos por la PNN. Estos certificados se otorgan luego de una inspección anual, donde se registran las características de la barca y las reformas efectuadas.

Las TRB se calcularon utilizando la ecuación simple planteada en la Regla III, artículo 71 del Decreto N° 24.106 Reglamento de arqueo de la Prefectura General Marítima:

$$TRB = [\text{eslora} * \text{manga} * \text{puntal}] / 5$$

La eslora corresponde a la longitud (m) que tiene la barca sobre la cubierta principal de proa a popa. La manga es el ancho mayor (m) de la barca y el puntal corresponde a la altura (m) de la barca desde su plan hasta la cubierta principal o superior.

Se consideraron en este trabajo las barcas que tuvieron permiso vigente a setiembre de 1999, con o sin actividad y aquellas que presentaron su solicitud de renovación antes de diciembre de 2001, aunque no estuviesen activas y su permiso hubiera caducado con anterioridad a la fecha mencionada.

#### Actividad

Se utilizó como indicador de actividad el número de salidas de las barcas al mar en faenas de pesca independientemente del éxito en las capturas. La PNN de La Paloma, a través de Control Marítimo, cedió los registros diarios de despachos de barcas artesanales. En estos registros consta diariamente las horas de salida y llegada de las barcas a Puerto. Con esos datos se calculó el número de salidas mensuales y anuales por barca y para la totalidad de las mismas. Se utilizó información correspondiente al período comprendido entre setiembre de 1999 y diciembre de 2000.

#### Capturas

Se utilizó la información contenida en los Partes de Pesca de DINARA. Este documento se confecciona en cada salida de pesca al mar y detalla las especies y volúmenes capturados. Se consideraron los partes de pesca recibidos entre setiembre 1999 y junio 2001.

Se calcularon los desembarques medios por viaje para cada barca de acuerdo con lo consignado en los partes de pesca. Los valores de capturas anuales por barca y capturas totales para la flota resultan de expandir los datos de los desembarques declarados al total de viajes registrados por PNN. Las variaciones mensuales en las capturas y en la composición por especies se calcularon utilizando partes de pesca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características estructurales de la flota artesanal de La Paloma

#### Estado de los permisos

En diciembre de 2001 se registraron 47 barcas con Puerto Base La Paloma. De éstas, 20 tenían permisos vigentes y 14 habían iniciado regularmente su renovación. Estas 34 barcas operaban con cierta regularidad, aún cuando el hecho que una barca tenga su permiso regularizado no es un indicador de operación. Otras cinco barcas habían iniciado la renovación después de su vencimiento y seis barcas tenían el permiso vencido y no habían realizado ninguna gestión ante la DINARA (una de ellas se encontraba en Montevideo). Finalmente dos barcas habían sido vendidas a otra localidad sin realizar el traslado del puerto base. Estos permisos "irregulares" (13) corresponden básicamente a barcas que operan muy poco, están paradas o incluso ya no existen.

Algunos propietarios poseen varias unidades de pesca (Tabla 1) y son o han sido al mismo tiempo, pescadores y acopiadores e intermediarios.

**Tabla 1.** Propiedad de las barcas artesanales en La Paloma (período 1999-2001).

Propietario	Nº de barcas
A	3
B	6
C	4
D	4
E	2
F	4
Propietarios unitarios de barcas activas	13
Propietarios unitarios de barcas inactivas	9
Otras	2

El hecho de poseer varias barcas, así como la posibilidad de construcción de barcas de mayor porte, indican mayor poder adquisitivo y de inversión por parte de sus propietarios. Estos son más bien empresas en donde los "dueños" funcionan como armadores, tienen o ellos mismos son patronos de tierra, acopiadores e intermediarios y boca de salida (venta directa al público), dado que también tienen pescaderías y micro-fábricas procesadoras. La tripulación a bordo (patrón y marineros) es en realidad empleada de la empresa y la modalidad de pago y ganancia se establece de manera variable según si aportan o no equipos propios, si se hace cargo de la marinería, etc.

En el Puerto de La Paloma existe igualmente un número importante de pescadores independientes que generalmente tienen barcas más pequeñas y que dependen igualmente de la existencia de intermediarios, dado que difícilmente proceden a la venta directa de la pesca. Ex-

cepción a esto es la venta en el muelle donde se comercializan directamente camarones y filetes de peces (en general corvina, gatuza, etc.). Esto tiene un gran atractivo turístico sobre todo en temporada y fines de semana donde los visitantes y lugareños asisten a la llegada de las barcas.

Al cerrarse, por parte de la DINARA, la incorporación de barcas y la extensión de permisos, sumado a las limitaciones de la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) en cuanto a la capacidad de amarras y del muelle, el valor de las barcas con permiso de pesca y determinados puertos base, pasaron inmediatamente a aumentar de valor (a más del doble por lo menos) y de la misma manera a depreciarse las barcas que no lo tenían.

#### *Características técnicas de las barcas*

Las embarcaciones que operan en la zona varían en tamaño y tipo de motor (Tabla 2). El casco es predominantemente de madera o fibra. El motor es generalmente fuera de borda con potencia que varía entre 15 y 48 HP. Se observa una tendencia a sustituir los motores fuera de borda por motores internos más potentes y económicos, que permiten el uso de gasoil como combustible y abaratan significativamente los costos de operación. Algunas barcas han sido ampliadas y las últimas incorporaciones corresponden a barcas cercanas a 10 TRB con motor interno.

La flota está constituida por 13% de embarcaciones menores de 1.5 TRB, 50% entre 1.5 TRB y 3 TRB, 15% entre 3 TRB y 5 TRB y sólo 9% superan las 5 TRB. Las barcas menores de 1.5 TRB están inactivas o tienen muy pocas salidas anuales. Las barcas entre 3 y 5 TRB, que generalmente operan con tres tripulantes, corresponden a las barcas de mayor porte que operaban en la zona hasta el año 2000, mientras que las barcas mayores a 5 TRB fueron incorporadas o reformadas a partir de 2001.

La información referida a las barcas es actualizada periódicamente por la PNN en el momento de la inspección anual obligatoria de cada barca, por la que se certifican sus condiciones de navegabilidad y se registran las modificaciones en las dimensiones. Las modificaciones en las medidas y por consiguiente en las TRB deben ser comunicadas y aprobadas previamente por la DINARA y la PNN. La DINARA actualiza la información en el Registro General de Pesca cada cuatro años, cuando se presenta la solicitud de Renovación de Permiso.

#### *Personal ocupado*

El número de tripulantes oscila entre dos tripulantes en las barcas más pequeñas y cuatro o hasta cinco en las de mayor porte. La información relacionada a la tripulación mínima necesaria para operar una barca es un indicador del personal involucrado en ésta actividad. Si las barcas emplearan solamente la tripulación mínima requerida ocuparían en torno a 80 personas. No obstante normalmente salen tres o más tripulantes por barca, por lo tanto la operativa en el mar involucra por lo menos a 100 pescadores. Se suma a este número el de aquellas

personas que participan en la descarga, transporte y alistado de los artes de pesca en tierra.

#### *Artes de pesca*

El arte de pesca empleado varía en función de las especies objetivo. En la pesca de enmalle se utilizan redes de monofilamento con aperturas de malla de 10 y 12 cm entre nudos opuestos para la captura de "común" (corvina y gatuza básicamente) y entre 25 a 35 cm para tiburón. Las barcas pueden ser alistadas con un número variable de paños que puede oscilar entre 20 y 80, de 70 a 120 m de longitud y 2.5 a 5 m de alto. Estos paños se unen en "trenes" o "vagas" de extensión variable, aunque generalmente son de cinco redes.

Las barcas pueden ser equipadas además con un número de palangres que varía entre 20 y 50 o más. El armado de éste arte depende también de la especie objetivo. Si la pesca se dirige a la extracción de "fino" (brótola, *Urophycis brasiliensis*), el palangre cuenta con una línea madre de 100 a 180 m provista de 90 a 100 brazoladas y anzuelos (generalmente de marca Mustad N° 10). La carnada usual es lacha (*Brevoortia aurea*), proveniente generalmente de los pescadores artesanales de Laguna de Rocha. En la pesquería dirigida a tiburones los palangres llevan en cambio 50 a 60 anzuelos N° 7. No hay actualmente en La Paloma pesca de cazón con palangre, siendo ésta exclusivamente una pesquería "a la malla". El equipamiento de las barcas con palangres involucra, además del arte en sí, la compra de carnada y una tarea de alistado más compleja que en el enmalle, consistente en el encarnado y armado de la línea en la espuerta. Este es uno de los motivos que determina que los palangres se usen sólo cuando el precio del producto o su abundancia lo justifican.

Algunas barcas cuentan con rastras de marco fijo y copo, de 10 cm de malla entre nudos opuestos, que utilizan en la extracción de caracol negro (*Pachycymbiola brasiliana*) cuando hay demanda. También suelen tener una red de arrastre de fondo sin marco fijo para la captura de langostinos y camarones.

La hora de las maniobras de pesca también está determinada por la especie objetivo. Los palangres para la pesca de brótola son calados al anochecer y virados al amanecer. La pesca de "común" o tiburones con redes de enmalle se realiza en el día. De la misma manera, los arrastres de camarón y caracol se hacen en el día.

#### *Actividad*

##### *Salidas de pesca*

Las salidas de pesca son diarias, aún cuando algunas barcas grandes tienen autonomía (condiciones y autorización) para permanecer más de 24 h en el mar. Las barcas deben comunicar a Control Marítimo de la Prefectura Nacional Naval (PNN) el momento de zarpe y la tripulación ("despacho") antes de cada partida y avisar la hora de retorno al Puerto de La Paloma.

En el último cuatrimestre de 1999 operaron efectivamente 27 barcas y 30 en el año 2000. El promedio de

**Tabla 2.** Características técnicas de las barcas de las que se obtuvo información registradas con Puerto Base La Paloma en el período 1999-2000. (fb=fuera de borda; sm=sin motor; int=interno; los espacios en blanco corresponden a ausencia de información).

Barca	TRB	Motor HP	Tipo	Eslora	Manga	Puntal	Tripulantes
Alífer	0.75	15		5.00			2
Isolina II	0.99	14		5.35			2
Naranja	1.04			5.54			2
Concorde	1.20	25	fb	5.30	1.80	0.63	2
Andrea	1.31	15	sm	5.10	2.00	0.64	2
Caña Hueca	1.32			5.95	1.75	0.37	2
Andrea III	1.70	15	sm	6.75	2.27	0.55	2
Moni del Mar	1.75	15	fb	6.30	2.32	0.60	2
María Elena	1.87	25		7.20	2.55	0.51	2
Marianel	1.87	25	fb	6.76	2.31	0.60	2
Elimar	1.88			6.22			2
Isabel	1.93	22		7.00			2
Machipe II	1.98			6.10			2
Andrea II	2.01	15	sm	6.30	2.45	0.65	2
La Deseada	2.27			7.38			2
Marina	2.30	25	fb	7.70	2.41	0.62	2
Malagueña III	2.37	25	int	7.70	2.48	0.55	2
Buen Día	2.39	18		6.59	2.24	0.76	2
Keka	2.49			7.05			2
Doña Eva	2.49	25		7.16	2.35	0.70	2
Gitana	2.52		int	7.46	2.60	0.65	2
Chiki II	2.54	25	int	8.20	2.50	0.62	3
Ría	2.57			6.64	2.35	0.70	2
Yuma	2.60	25		7.60			3
Maris del Mar	2.61	25	fb	7.54	2.68	0.58	2
Santa Bárbara	2.62	25		7.24			3
Esperanza	2.69			7.40			2
María Ximena	2.73	34		7.53	2.71	0.60	2
Marisol II	3.00	42/80		8.19	2.73	0.67	3
María Isabel	3.02		int	7.40	2.55	0.80	2
María Bettina	3.16	48	fb	8.24	2.70	0.71	3
Guta	3.26	40	fb	8.45	2.54	0.76	3
Mary José II	3.55	29	int	8.05	2.90	0.76	3
Aranjuez	3.78	48	int	7.60	3.06	0.82	3
Malagueña II	4.11		int	8.84	2.94	0.79	3
Paraná Hum	4.03	75		7.67	2.50	1.05	3
El Catalán	7.23		int	8.92	2.62	1.20	3-4
Malagueña	8.16		int	10.50	3.70	1.75	3
Mareley I	8.50		int	10.00	3.40	1.25	3
Mareley II	8.50		int	10.00	3.40	1.25	3-4

salidas de pesca (anuales y por barca) en La Paloma fue 104 , sin considerar a barcas con muy poca actividad. Esto es coincidente con el número de días de trabajo pesquero artesanal calculado para aguas uruguayas a partir de Nion (1985) y Astori & Buxedas (1986).

En 2000, seis barcas registraron menos de 10 salidas y sólo 13 más de 100. De éstas últimas, seis son mayores a 3 TRB y siete tienen TRB comprendidos entre 1.9 y 2.7 TRB. Por lo tanto, 67% de las barcas mayores de 3 TRB hacen más de 100 salidas al año, mientras que sólo 32% de las menores de 3 TRB alcanzan dicha cifra. No hay una relación significativa entre TRB y número de salidas medias mensuales por barca (Coeficiente de correlación

de Pearson=0.353). Sin embargo, las barcas de mayor porte tendrían posibilidad de salir con mayor frecuencia durante todo el año con menor riesgo para la tripulación y a mayor distancia de la costa. Eso explica la tendencia a incrementar el TRB. Esto permite además el transporte a bordo de un número más elevado de artes y su eventual utilización en condiciones de pesca favorable.

La actividad es altamente discontinua, las salidas al mar están sujetas a las condiciones climáticas y a la abundancia de pescado en zonas cercanas a la costa, así como a la demanda de pescado. El mayor número de salidas se produce en el verano y luego en el mes de agosto.

## Capturas

### *Especies comerciales desembarcadas por la flota artesanal*

Los desembarques artesanales en La Paloma se orientan a algunas pocas especies de valor comercial. La lista de las especies registradas por lo menos una vez en la información de pesca se presenta en la Tabla 3.

Estas especies integran el denominado "variado costero", que corresponde a un conjunto de especies característico de profundidades menores a la isóbata de 50 m, y que fuera identificado por Cousseau & Perrotta (1998) como "conjunto costero bonaerense".

**Tabla 3.** Especies comerciales desembarcadas habitualmente por la flota artesanal en La Paloma.

Nombre común	Nombre científico
PECES	
Cazón	<i>Galeorhinus galeus</i>
Gatuzo	<i>Mustelus schmitti</i>
Sarda	<i>Carcharias taurus</i>
Angelito	<i>Squatina guggenheim</i>
Bagre de mar	<i>Genidens barbatus</i>
Brótola	<i>Urophycis brasiliensis</i>
Pescadilla de calada	<i>Cynoscion guatucupa</i>
Pescadilla de red	<i>Macrondon ancyllodon</i>
Corvina blanca	<i>Micropogonias furnieri</i>
Pargo blanco	<i>Umbrina canosai</i>
CRUSTACEOS	
Langostino	<i>Pleoticus muelleri</i>
Camarón siete bigotes	<i>Artemesia longinaris</i>
MOLUSCOS	
Caracol negro	<i>Pachycymbiola brasiliana</i>

### *Zonas de pesca y desembarque*

Las embarcaciones artesanales generalmente están autorizadas a navegar hasta 5 millas náuticas (mn) de la costa, aún cuando las más grandes tienen autorización para desplazarse hasta una distancia mayor (15 mn e inclusive más). Todas las barcas suelen alejarse en busca de buenos caladeros a mayor distancia que la permitida. Es un reclamo permanente, por parte de los pescadores, que la pesca ha disminuido en los caladeros costeros habituales. Las barcas se desplazan hacia el E más de 10 mn, sobrepasando La Pedrera y hacia el W hasta las proximidades de la barra de la Laguna de Rocha, Garzón y José Ignacio. Es frecuente la interferencia con el accionar de la flota industrial, a pesar de que esta no tiene autorización para el empleo de artes de arrastre a distancias menores de 5 mn de la costa.

Los puntos de concentración de barcas son el Puerto de La Paloma y la Playa Anaconda, en la zona conocida como Puerto de los Botes. La elección de este lugar, a pesar de las dificultades en el arribo a la playa sorteando la rompiente, se debe a que en determinadas épocas del año se accede a la zona de pesca de las especies objetivo más rápido y con un costo menor de combustible. Las

presiones de operadores turísticos y propietarios de terrenos, han desplazado la actividad de las barcas que utilizaban este puerto fundamentalmente en verano. Esto ha causado un serio perjuicio a la actividad y aún al turismo, dado que ese lugar era un clásico mercado de productos frescos directamente adquiridos a las barcas.

En la figura 1 se indican los principales puntos de desembarque artesanal. Se señala también la implantación de plantas pesqueras industriales. La pesca artesanal difícilmente es derivada a esas instalaciones y existen numerosas y pequeñas plantas de procesamiento, que pertenecen en general a pescadores-intermediarios que trabajan con la captura de las barcas. Sus propietarios son a su vez los identificados como propietarios múltiples de barcas.

El Puerto de La Paloma, en donde se encuentra la mayor cantidad de barcas, cuenta con un muelle de madera que permite el amarre de las barcas, así como un fácil acceso y buena aproximación de los camiones que transportan el pescado, pero cuya capacidad está limitada y generalmente colmada. Muchas barcas deben utilizar la playa del Puerto y recurrir al amarre a boyas y anclaje desde la costa, debido a los costos de uso del muelle y a la capacidad del mismo. Una chalana tipo de 7 m de eslora tiene un costo diario de amarre establecido por la Dirección Nacional de Hidrografía (Ministerio de Transportes y Obras Públicas, MTOP) de ca. \$U 71. Un pequeño grupo de embarcaciones está eximido de este pago por formar parte del grupo histórico de barcas ligadas a este puerto. Además, el muelle de madera no cuenta con adecuadas condiciones de mantenimiento y la operativa de descarga muchas veces es dificultosa. Si bien suele venderse pescado recién desembarcado directamente al público, el lugar no cuenta con comodidades suficientes para un adecuado proceso.

### *Capturas medias por viaje de pesca*

El desembarque medio calculado en función de la captura declarada en los partes de pesca por viaje, fue de 466.3 kg y osciló entre capturas medias máximas de 604.2 kg y valores nulos. Se reportan capturas individuales de hasta 7000 kg. Los valores de capturas medias por barca son independientes del TRB (Coef. de correlación de Pearson=-0.159) pero presentan variaciones relevantes entre una barca y otra, determinadas por la pericia del patrón y el número de artes con que son alistadas en cada salida de pesca.

### *Capturas anuales totales y por barca*

El número de partes de pesca entregados es 35.8% menor al número de salidas de las barcas al mar en faenas de pesca declaradas a la PNN (despachos de pesca). El valor máximo de salidas realizadas por una barca fue 270 salidas en el año y el valor medio para todas las barcas fue 104 salidas. Las capturas anuales totales declaradas en los partes de pesca se sitúan en 1205.7 ton. Considerando el número de barcas activas, las capturas medias obtenidas y el número de salidas de pesca en el



Figura 1. Costa de La Paloma y ubicación de los principales puntos de desembarque artesanal.

período analizado, las capturas totales de la flota artesanal en La Paloma se sitúan en torno a 1302 ton y la captura anual total de una barca se ubicaría entre 48 y 60 ton. Se reportan barcas que alcanzaron capturas superiores a 100 ton.

#### Variaciones mensuales y composición por especies de las capturas

Se observan variaciones en las capturas en los diferentes meses del año, con los valores más elevados en noviembre, enero, febrero, julio y agosto (Fig. 2).

La pesca de verano (diciembre a marzo) corresponde claramente a la captura de "fino" compuesto especialmente por brótola. Estudios realizados sobre la pesquería de *U. brasiliensis* (Acuña 2001) establecen que las mayores capturas de esa especie se registran en La Paloma (Rocha) y Piriápolis (Maldonado) durante los meses de verano, siendo luego la abundancia menor ya que existiría un desplazamiento poblacional hacia el W, desarrollándose la pesquería entonces entre San Luis (Canelones) y Pajas Blancas (Montevideo). El incremento en

la abundancia y la demanda turística son factores que explican su mayor representación en los desembarques y el empleo de artes selectivos para su extracción.

Durante el invierno y comienzos de la primavera (julio hasta octubre inclusive) las especies más relevantes fueron gatuzo y cazón. Los reportes de pesca no permiten separar a *Mustelus* spp. de *Galeorhinus galeus*, aunque observaciones de campo permiten afirmar que *Mustelus schmitti* es la especie dominante. También en invierno (junio y agosto) se reportaron zafras de corvina que alcanzaron capturas de 250 y 300 ton en 2000 y 2001, respectivamente. Los mayores rendimientos corresponden a fines de julio y principio de agosto.

La composición de las capturas varía también para iguales meses en los diferentes años analizados, probablemente por cambios en las condiciones ambientales o en la abundancia de las especies. Igualmente, en términos amplios la representación de las diferentes especies o grupos de especies en los desembarques corresponde a la que se presenta en la figura 3.

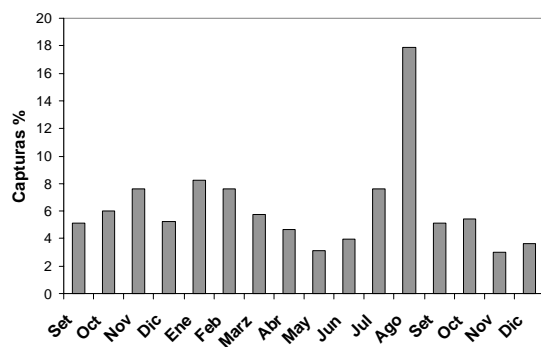


Figura 2. Variación en las capturas mensuales para el total de las barcas (expresada en %) desde setiembre 1999 hasta diciembre 2000.

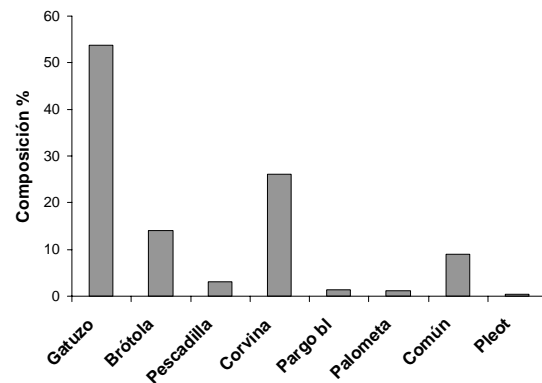


Figura 3. Composición porcentual de especies de las capturas en el 2000.

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es imprescindible, para establecer medidas de ordenamiento pesquero, contar con información veraz sobre los volúmenes de extracción de las diferentes especies acuáticas sobre las que operan las pesquerías. Muchas veces la información utilizada proviene exclusivamente de los partes de pesca y al escaso retorno de partes de pesca se suma el hecho que contienen información poco confiable. Es deseable promover el empleo de formularios institucionales sencillos y la sensibilización de los usuarios acerca de la importancia de esta información. Ante la ausencia de bases descentralizadas de la DINARA, la PNN funciona adecuadamente como lugar receptor de los partes de pesca. Dispone además de información muy valiosa que permite mejorar los análisis de las pesquerías (e.g. características de las barcas, registro de salidas al mar, número de barcas efectivamente operativas).

Adicionalmente, se debe implementar un programa de muestreo de campo aleatorio de los desembarques en los diferentes puertos por parte de la institución competente (DINARA), que permita corregir la información y contar con datos más precisos.

Igualmente es necesario fomentar el trabajo coordinado entre las instituciones del Estado relacionadas a la temática (e.g. DINARA, PNN, MTOP, Universidad de la República) y los pescadores. Este accionar interdisciplinario permitirá optimizar el uso de la información generada, promover el desarrollo de investigaciones puntuales y mejorar la gestión.

Es conveniente también revisar la legislación existente y modificarla en ciertos casos. Por ejemplo, algunos propietarios poseen más de una barca y no hay límites en la legislación en este sentido. Se puede establecer más de una categoría de pescador artesanal, asignando un costo al permiso de pesca, para quienes poseen más de una barca o para aquellas barcas de TRB elevado. Esto debería generar fondos que se afectaran directamente al manejo integral de las pesquerías en sus correspondientes puertos de desembarque.

Gran parte de los recursos costeros han sido ya declarados plenamente explotados y no se conceden actualmente nuevos permisos de pesca de tierra o artesanales que superen 3 TRB. Tampoco se extienden permisos de pesca para barcos industriales de las categorías de pesca A (merluza y fauna acompañante), B (corvina y pescadilla) y C (otros recursos considerados "no tradicionales"). Es necesario rever estas decisiones en lo que se refiere específicamente a la pesca artesanal y permitir la incorporación de unidades de pesca artesanales y sin restricciones de TRB. En este caso deberán establecerse otros mecanismos diferentes de ordenamiento pesquero que permitan asegurar la sustentabilidad de los recursos.

Los desembarques medios y el número medio de salidas al mar no exhiben una clara relación con las TRB. La tendencia a aumentar el tamaño de las barcas responde

sobre todo a la necesidad de navegar a mayor distancia de la costa con mayor seguridad a bordo y menores costos operativos al emplear motores internos y gasoil como combustible. Es posible igualmente prever el incremento en las capturas si se produce el aumento en forma combinada de número de barcas, TRB, radio de acción y número de artes de pesca a bordo. Por lo tanto, si se permitiera la incorporación de nuevas unidades de pesca a la actividad artesanal, por su indudable efecto social, debe asegurarse un mejor monitoreo del estado de los recursos pesqueros, así como medidas de ordenamiento combinadas como las restricciones a la modalidad y número de artes de pesca, establecimiento de áreas y períodos de veda rotativos. Es deseable además reservar algunas pesquerías costeras (e.g. langostino, caracol negro) para la extracción artesanal y eventualmente dar de baja a permisos de pesca industriales de manera de asegurar una nueva distribución de cupos de pesca.

En el momento de elaboración de ese trabajo se observa que efectivamente las barcas han aumentado sus dimensiones, dentro de los límites establecidos por la reglamentación. Se menciona la incorporación a la actividad pesquera de cuatro barcas de 8-9 TRB y entre 9 y 11.5 m de eslora, de construcción y procedencia brasileña. Se constata también el incremento sostenido en el número de artes de pesca empleados y el alejamiento de las barcas a mayor distancia de la costa para obtener capturas rentables.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO

Las capturas obtenidas por los pescadores artesanales en La Paloma superaron 1300 ton anuales, valor similar al desembarque de nueve buques industriales (Categoría C de arrastre con redes de baja apertura vertical) dirigidos a la extracción de lenguado (*Paralichthys* spp.), caracol fino (*Zidona dufresnei*), angelito (*Squatina guggenheim*) y gatuzo que operaron también en el año 2000 en ese Puerto (Delfino *et al.* 2000). El valor medio de extracción calculado para una unidad de pesca artesanal en La Paloma fue 40 ton anuales. Es posible asumir que la incorporación de una unidad de pesca artesanal en este puerto ejercería una presión de pesca sobre las especies objetivo de la zona que raramente puede superar 100 ton totales anuales compuestas por gatuzo, cazón, brótola, corvina y otras especies del "variado" costero.

El carácter de "pesca artesanal" no debe identificarse por lo antedicho con capturas bajas o escasa incidencia sobre los recursos. Sin embargo, es una actividad de relevancia para la zona, especialmente si se considera que la mano de obra es totalmente local, tanto la que opera las barcas como aquella que interviene en el procesado del producto. La actividad de pesca artesanal involucra directamente por lo menos a 80-90 personas, pero tiene un efecto multiplicador mucho mayor en el entorno, ya que una vez que la barca llega a tierra comienza la operativa de descarga, preparación de la captura y aliste de los artes de pesca para la próxima jornada. Estas tareas son

desarrolladas frecuentemente por otro grupo de personas diferente al que oficia como patrón o marinero y muchas veces integran sus mismos núcleos familiares.

Por otra parte, si exceptuamos la pesca artesanal de arrastre dirigida a caracol y camarones, las otras modalidades de pesca (enmalle y palangre) pueden considerarse muy selectivas, consistiendo casi el único descarte de peces las piezas que son quitadas por leones marinos (*Otaria flavescens*) (ver Szteren & Lezama en este volumen). Un tratamiento aparte y no contemplado en este trabajo es el impacto de la pesquería de enmalle costero sobre las poblaciones de cetáceos y tortugas marinas (ver Abud *et al.* y Laporta *et al.* en este volumen). Si se compara desde esa óptica la pesca artesanal y la industrial, debe señalarse que un buque arrastrero del tipo de los que operan en el Puerto de La Paloma que desembarcara 10 ton en cada viaje de pesca, extrae al cabo del año aproximadamente 360 ton a las que se suma una cantidad igual por concepto de descarte. Por consiguiente, la captura total de las barcas artesanales en este puerto de ejemplares de tallas comercializables no supera la extracción total de dos barcos arrastreros.

No fueron analizados en este trabajo factores esenciales en la gestión de estas pesquerías como lo son la comercialización y el tratamiento de la captura. La regulación de esos factores junto a políticas pesqueras que permitan asegurar la disponibilidad de los recursos son esenciales para mantener la sustentabilidad de estas pesquerías.

#### AGRADECIMIENTOS

A los pescadores artesanales, a la Prefectura Nacional Naval y a la Dirección Nacional de Hidrografía en La Paloma y al Registro General de Pesca de la DINARA por la información suministrada y la permanente colaboración.

#### REFERENCIAS

- Acuña A** 2001 Importancia de la pesquería artesanal y biología de la brótola (*Urophycis brasiliensis*) en costas uruguayas. *Investigaciones Marinas* 29(1):47-58. Valparaíso
- Astori D & M Buxedas** 1986 La Pesca en el Uruguay, balance y perspectivas. CIEDUR, Ediciones de la Banda Oriental. Montevideo. 207 pp
- Bértola L Bermúdez L & M Camou** 1996 Centro Cooperativista Uruguayo: pesca, sinsabores y esperanzas: síntesis de las acciones del CCU en el área de la pesca artesanal en los últimos 25 años. 142 pp, Montevideo
- Cabanne Ch Norbis W & J Verocai** 2003 Análisis de la pesquería artesanal en las costas atlánticas del Uruguay (Período 1992-1993). II Jornadas de Conservación y Uso Sustentable de la Fauna Marina (Montevideo, 1-3 de octubre 2003), Libro de Resúmenes:33
- Cousseau MB & RG Perrotta** 1998 Peces marinos, de Argentina. Biología, distribución y pesca. INIDEP, Mar de Plata. 163 pp
- Decreto 149/997** Ajústase y actualízase la reglamentación referente a la explotación y dominio sobre riquezas del mar. Uruguay.
- Decreto Nº 24.106** Reglamento de arqueo de la Prefectura General Marítima. Uruguay.
- Delfino E Fabiano G & O Santana** 2001 Desembarques industriales y flota pesquera en el Puerto de La Paloma. Período 1998-julio 2000. *Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 21:21-47. Montevideo
- Fernández S [Friss C Pollak A Varela E Campot J & A Perretta]** 2003 La pesca artesanal costera en Uruguay: aspectos productivos, tecnológicos y ambientales. *Infopesca Internacional* (16):34-39. Montevideo
- Marín Y & P Puig** 1987 La pesquería de tiburones con palangre desde el Puerto de La Paloma. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítima 3:117-123. Montevideo
- MTSS (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social)** 1988 Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales. MTSS-Dirección Nacional de Fomento Cooperativo, 40 pp. Montevideo
- Nion H** 1985 Evaluación de la investigación biológico Pesquera en el Uruguay. *In: Evaluación y perspectivas del Complejo Pesquero Uruguayo. Serie Investigaciones* (22) del CIEDUR. Montevideo. 162 pp
- Norbis W & J Verocai** 2001 Características de la actividad de pesca y evolución de las capturas realizadas por la flota artesanal. Pp 199-215 *In: Vizziano Puig Mesones & Nagy* (eds) *Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Programa Ecoplata, Montevideo*
- Riestra G & G Fabiano** 2000 Moluscos gasterópodos de interés socio-económico párale Uruguay. Pp 13-16 *In: Rey* (ed) *Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos. Proyecto PNUD/URU/92003. INAPE-PNUD, Montevideo*
- Santana O & G Fabiano** 1991 Una nueva industria pesquera artesanal en La Paloma: caracol negro (*Adelomelon brasiliense*). *Revista de Rocha* 1(2):24-27
- Santana O López Soullier M & G Fabiano** 2003 Nota sobre la pesquería de *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea: Decapoda: Solenoceridae) en La Paloma (Uruguay). *Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras* (24):11. Montevideo
- Vidart D** 1989 El Uruguay visto por los viajeros. Parte 1: Paranaguazú, el río como mar. Ediciones Banda Oriental, Montevideo. 110 pp
- Vizziano D Puig P Mesones C & GJ Nagy** 2001 Investigación para la gestión del ambiente, los recursos pesqueros y la pesquería en el frente salino. Programa Ecoplata, Montevideo, 311 pp



## Situación de la administración del recurso lobos y leones marinos en Uruguay

ENRIQUE PAEZ

qpaez@dinara.gub.uy



### RESUMEN

La situación del manejo de las poblaciones de lobos (*Arctocephalus australis*) y leones marinos (*Otaria flavescens*) en Uruguay es compleja. Poco se conocía hasta fines de la década del 80 de su abundancia y parámetros demográficos. A partir de 1988 se han realizado estimaciones de abundancia de cachorros de lobo fino. En 2001 se calculó el mínimo de nacimientos en 45000 cachorros, siendo el máximo de 93000 en 2004. La tasa de crecimiento poblacional estimada fue 0.02 y la finita 1.02. La ausencia de dos muestreos (2000 y 2003) implicó una pérdida de 35-40% de la información necesaria para detectar cambios poblacionales. El león marino presentó una disminución en la tendencia poblacional. El grupo reproductor se redujo desde 1993 a una tasa de 1.4% anual para machos, 2.1% en hembras y 4.5% en cachorros. Ante la falta de parámetros demográficos se realizó un modelo estructurado con tasas de preñez y sobrevivencia aleatorias por clase de edad. La población del león marino se proyectó desde 1990 por 20 años e incluyó la comercialización de ejemplares. La población total modelada presentó una disminución anual de 2%, con 12000 ejemplares para 2005 y un 3% de nacimientos. El efecto de la comercialización de ejemplares fue importante al final del período. Los cometidos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) incluyen conservación y preservación de mamíferos marinos, pero no estarían siendo cumplidos con eficiencia. En los últimos diez años no han existido acciones ante la tendencia poblacional negativa en los leones marinos. Mientras las decisiones de manejo sigan siendo tomadas sin basarse en la investigación, las poblaciones de lobos y leones marinos en Uruguay seguirán teniendo claros problemas de manejo.

**Palabras clave:** estimados de abundancia, modelo matricial, parámetros demográficos, tendencia poblacional

### INTRODUCCIÓN

Los primeros indicios de explotación de las loberías en Uruguay se remontan al descubrimiento mismo del Río de la Plata durante la expedición de Solís, comenzando en forma organizada en 1792 por medio de la Real Compañía Marítima. Es recién en 1949 que el Estado uruguayo se hace cargo de la explotación directa y de la comercialización de las loberías con un éxito relativo. El sacrificio de ejemplares con fines comerciales fue finalizado en 1991 cuando se realizó la última cosecha de lobo

### ABSTRACT

The management of fur seal (*Arctocephalus australis*) and sea lion (*Otaria flavescens*) populations in Uruguay is complex. Until the late 80s, little was known about population abundance and demographic parameters. Since 1988, fur seal pup abundance estimations have been made. In 2001, the minimum number of births was calculated at 45000 pups and the maximum was 93000 in 2004. The estimated continuous and finite rates of population growth were 0.02 and 1.02 respectively. The absence of two samplings caused the loss of 35-40% of the needed information to detect population changes. Sea lions showed a decreasing population trend. Since 1993 the reproductive stock was reduced at an annual rate of 1.4% in males, 2.1% in females, and 4.5% in pups. Due to the lack of demographic parameters, a structured model with pregnancy and survival random values by age class was constructed. Sea lion population was projected for 20 years since 1990 and included the commercialization of individuals. The total population modeled decreased annually by 2%, with 12000 individuals in 2005 and a 3% annual birth rate. The effect of the commercialization of individuals was significant at the end of the modeled period. The responsibility of the National Direction of Aquatic Resources (DINARA) includes the conservation and preservation of marine mammals, but these are not being fulfilled efficiently. Despite the negative population trend in sea lions, no actions have been taken during the last ten years. As long as management decisions continue to be taken without being based on research, the populations of fur seals and sea lions in Uruguay will continue to have clear management problems.

**Key words:** abundance estimates, matrix model, demographic parameters, population trends

fino (*Arctocephalus australis*). Desde 1965 a la fecha, en Uruguay se sacrificaron cerca de 234000 lobos finos y 42000 leones marinos (*Otaria flavescens*). Ambas poblaciones han sido explotadas también en otros países a lo largo de su rango de distribución (Bonner 1968).

En Uruguay, la situación respecto al manejo de las poblaciones de lobos y leones marinos es compleja ya que no existía antes de la década de 1980 un sustento científico cuantitativo sólido. A pesar del número relativamente importante de ejemplares, poco se conocía acer-

ca de parámetros demográficos y estructuras poblacionales en ambas especies. Datos básicos de estimaciones de abundancia o tamaños poblacionales son extremadamente escasos o parciales, excepto los realizados por Vaz-Ferreira *et al.* (1984) en Isla de Lobos y Ximénez (1973) en Cabo Polonio. Los estimados poblacionales pueden ser interpretados y referirse al total de la población o alguno de sus componentes, pero en manejo de poblaciones silvestres es necesario que otros parámetros poblacionales como natalidad y mortalidad también sean estimados (Eberhardt *et al.* 1979). Por lo tanto, es obvio que no existieron criterios para establecer el número de animales a ser cosechados, excepto quizá aquellos de índole comercial.

La información poblacional es trascendental, ya que la mayor parte de la disciplina conocida en la dinámica de poblaciones (MacArthur & Wilson 1967; May 1976) concierne a la abundancia animal y a los factores que la afectan (Andrewartha & Birch 1954; Krebs 1972; Caughley 1977; Begon *et al.* 1986; Royama 1992). Sin embargo, solo recién a fines de 1980 se inicia una base de datos biológica sistemática, tomando datos de estructura de edades de hembras, fecundidad, tasas de preñez y sobrevivencia y abundancia. También se han ajustado las técnicas de lectura de edad en caninos superiores en el lobo fino, de acuerdo a las técnicas estándar desarrolladas en otáridos para estudiar patrones de historia de vida (Anas 1970; Schiavini *et al.* 1992). Para conocer mejor la situación de manejo actual es necesario ver qué ha sucedido con las poblaciones de ambas especies en forma individual.

## LOBO FINO SUDAMERICANO

### Estimaciones de abundancia

Existen diferentes métodos para estimar la abundancia poblacional, que comprenden desde procedimientos *ad hoc* hasta modelos altamente sofisticados, siendo los métodos de máxima verosimilitud muy utilizados en los cálculos de las estimaciones de abundancia por marca-recaptura (Seber 1982).

Desde 1988 se han realizado estimaciones de abundancia de cachorros en las áreas reproductivas de Isla de Lobos y Cabo Polonio con un método de marca-recaptura (Chapman & Johnson 1968), para el cual la validez del estimado depende de la aleatoriedad del muestreo. Los muestreos se realizan en el mes de enero debido a que ya se produjo el máximo de nacimientos (Vaz-Ferreira 1950) y los cachorros permanecen en tierra, asegurando su permanencia en tierra durante los muestreos. En 2000, 2003 y 2005 no se realizaron estimaciones de abundancia. Se ha utilizado un modelo de estimación  $M_0$  donde la probabilidad de captura es la misma para cada animal (Otis *et al.* 1978; White *et al.* 1982; Pollock *et al.* 1990).

La totalidad de las áreas reproductivas fue dividida en 16 zonas (13 en Isla de Lobos y tres en Cabo Polonio) para generar submuestras en la estimación de abundancia. Esta división se basó en el criterio de aprovechar los límites naturales de los diferentes sectores de las islas.

Los cachorros son marcados en el primer muestreo con un corte de pelo en la parte superior de la cabeza, exponiendo la "felpa", dando como resultado una marca fácil de identificar. Las recapturas (segundo muestreo) son visuales y realizadas ca. cinco días después, con el objeto de permitir que las marcas se mezclen aleatoriamente. Se utilizaron tres o cuatro observadores en forma simultánea e independiente, que registraron el número de animales marcados. Otro dato adicional es el conteo de cachorros muertos en cada zona en ambos muestreos.

Para que el valor paramétrico de la población pueda ser estimado sin error por el valor calculado de abundancia se debe cumplir con los supuestos: 1) la población es cerrada; 2) todos los cachorros tienen la misma probabilidad de ser capturados y marcados en el primer muestreo; 3) la marca no afecta la capturabilidad del cachorro; y 4) los animales no pierden sus marcas entre los muestreos.

Para calcular los tamaños muestrales óptimos se utilizaron las bandas de confianza de Robson & Regier (1964) que asignan la expresión  $1-\alpha$  para no diferir del verdadero tamaño poblacional por más de un  $A \times 100\%$ , recomendando un valor de  $1-\alpha=0.95$  con una precisión  $A=0.10$  para estudios en dinámica poblacional.

El estimador utilizado para el cálculo de abundancia fue el de Chapman (1951), el cual fue seleccionado por pertenecer al grupo de estimados de máxima verosimilitud (Burnham *et al.* 1987), calculándose además la varianza (Seber 1970) y el coeficiente de variación (Seber 1973) para cada observador.

En 2001 se registró el valor mínimo de nacimientos de cachorros en 45000 ejemplares, mientras en 2004 ocurrió el máximo, con 93000 cachorros (Fig. 1). Los esfuerzos de colocación de marcas han descendido en el tiempo al igual que los coeficientes de variación (Fig. 2). La tendencia poblacional para el total del período, calculada a través de las estimaciones de abundancia de cachorros tomadas como índice de abundancia, fue 2% anual (tasa continua  $r=0.02$  y tasa finita  $l=1.02$ ). Si se elimina el año 2004, la tasa continua es 0.008 y la tasa finita 1.00; pero ambos incluyen el caso de una población estacionaria de  $r=0$  y  $l=1$  ( $p=0.08$  y  $p=0.46$ , respectivamente), siendo estos valores similares a los calculados por Páez (1995).

Es notorio que la información que suministran los estimados de abundancia para conocer la tendencia poblacional es imprescindible para la administración de recursos biológicos. El concepto de desarrollar un monitoreo de la población año tras año se toma como algo simple. Sin embargo, es usual que no se comprenda su importancia si no se analizan los datos estadísticamente. Un programa de monitoreo efectivo y eficiente debe ser con costos operativos bajos en el tiempo y esfuerzo. Por otro lado, con tamaños muestrales insuficientes el monitoreo pierde eficiencia y precisión en detectar cambios poblacionales (Gerrodette 1987).

Se realizaron 1000 simulaciones Monte Carlo con los resultados de las estimaciones de abundancia y sus desvíos estándar para estimar la potencia para detectar tendencias poblacionales con la pérdida de las estimaciones

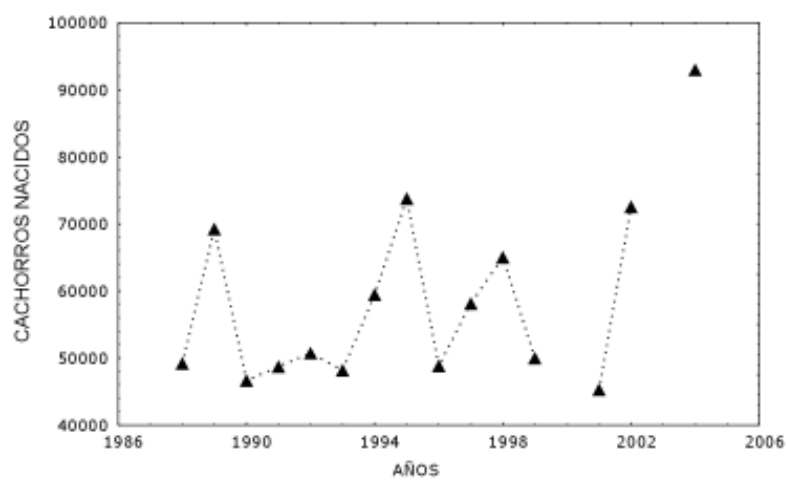


Figura 1. Valores estimados de abundancia de cachorros mediante método de marca recaptura, desde 1988 a 2005, en Uruguay.

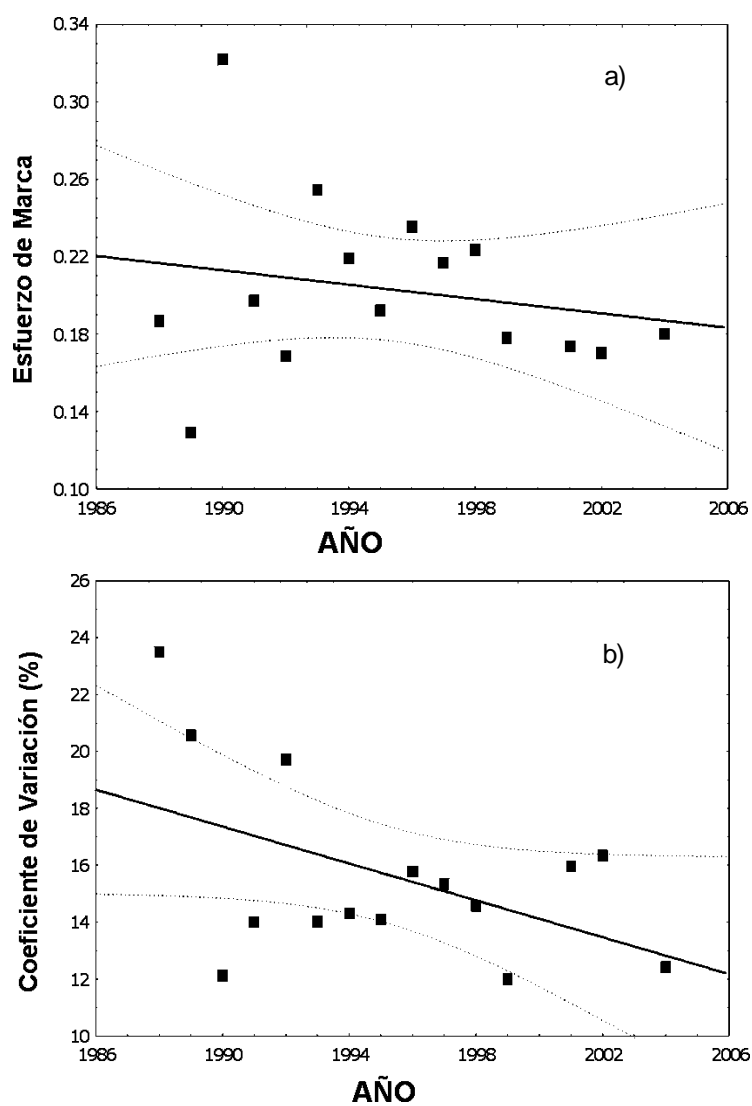


Figura 2. a) Tendencia en el tiempo de la fracción de marcas colocadas en el primer muestreo y b) tendencia en los coeficientes de variación durante los diferentes años (línea punteada: intervalos de confianza).

de abundancia de 2000 y 2003. Se utilizó un coeficiente de variación fijo de 0.20, un  $\alpha$  de 0.05 y una prueba de dos colas para encontrar tendencias positivas o negativas en dos escenarios de monitoreo diferentes: a) con continuidad en el tiempo y b) con la ausencia de dos muestreos. Estos valores fueron ingresados en las ecuaciones propuestas por Gerrodette (1987, ec. 1,3,7,9-12). El resultado fue una pérdida de casi 35-40% de la información para los próximos cuatro años debido a la ausencia del resultado de la estimación de abundancia de cachorros en los años 2000 y 2003 (Fig. 3), hoy agravada con la pérdida de datos de 2005.

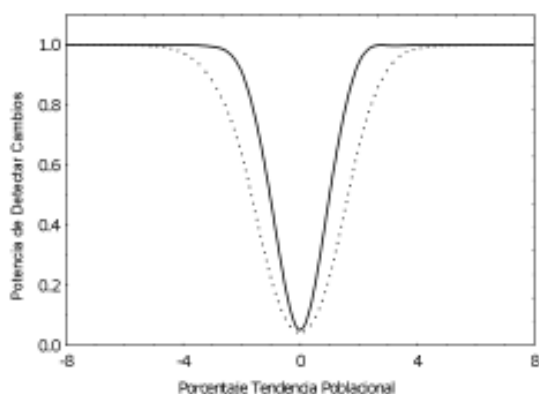


Figura 3. Resultado del análisis de poder para detectar tendencias poblacionales para las dos situaciones: a) con continuidad en el tiempo (línea continua) y b) con ausencia de dos muestreos.

### PATRONES DE HISTORIA DE VIDA

La información sobre la edad de crecimiento específica y tablas reproductivas son escasas en los otáridos. Ambas variables son componentes de los ciclos de vida (Caswell 1989) y por lo tanto su interacción con la variabilidad espacio-temporal del ambiente determinan la estructura y dinámica poblacional. Estos estudios requieren aproximaciones cuantitativas enfocadas en atributos como estructura por edad y sexo, patrones de crecimiento individual, tasas reproductivas y tamaños poblacionales (Yablokov 1986).

Los patrones de crecimiento y reproducción de hembras de lobo fino sudamericano fueron estudiados por Lima & Páez (1995), llegando a la conclusión que los primeros fueron similares a otras especies de lobo fino (Payne 1979; McLaren 1993) con largos corporales similares, a pesar de condiciones ambientales diferentes (Gentry & Kooyman 1986). En cuanto a las tasas reproductivas, si bien mostraron diferencias en los diferentes años muestreados, presentaron un bajo impacto en organismos de larga vida (Caswell 1989), así como también en poblaciones de mamíferos marinos (York 1987; Brault & Caswell 1993).

El solapamiento entre rasgos demográficos y altas tasas de sobrevivencia en adultos es un patrón común en organismos de larga vida (Brault & Caswell 1993). La población de hembras de lobo fino sudamericano estaría

caracterizada por altos valores de sobrevivencia entre 1.5 y 3.5 años de edad, decreciendo en las edades de 3.5 a 10.5 años, además de presentar senescencia en sus tasas reproductivas (Lima & Páez 1997). Los estimados de sobrevivencia fueron similares a los obtenidos para otras especies de otáridos, como el lobo fino del norte (*Callorhinus ursinus*, York 1987) y el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*, Boyd *et al.* 1990; 1995). Son muchos los factores que pueden estar operando en la reducción de las tasas de sobrevivencia, particularmente la existencia de altos costos reproductivos o los efectos de cosechas comerciales no selectivas durante fines de 1970 y mediados de 1980 (Lima & Páez 1997).

### MODELO POBLACIONAL

Los modelos matriciales de Leslie (1945; 1948) utilizan métodos demográficos estándar para proyectar el crecimiento poblacional a partir de la edad y las tasas específicas de mortalidad y reproducción (Caswell 1989). Sin embargo, en las poblaciones naturales sólo se dispone de información demográfica fragmentada. Lima & Páez (1997) aplicaron un modelo clásico de matriz de Leslie (Caswell 1989) para describir la dinámica de la porción de hembras de la población, estimando las tasas continua y finita de la población. La tasa finita de crecimiento poblacional estimada con el modelo matricial fue  $\lambda=1.014$ , la cual es similar a la observada en las estimaciones de abundancia de cachorros.

Si los estimados de las tasas de sobrevivencia por edad específica y reproducción coinciden con los parámetros demográficos verdaderos, entonces la tasa de crecimiento poblacional inferida por el modelo matricial y la tasa observada de las estimaciones de abundancia deberían ser similares (Seber 1982). La similitud entre los datos observados y las tasas inferidas de crecimiento poblacional hacen suponer que los parámetros estimados concuerdan con las características de las historias de vida. Particularmente, las tasas de sobrevivencia en adultos pueden ser consideradas estimados confiables de la población del lobo fino sudamericano. Sin embargo, las tasas de crecimiento en el lobo fino sudamericano son menores que en otras poblaciones (*C. ursinus*, 1.08, York 1987; *A. gazella*, 1.16 y 1.107, Boyd *et al.* 1995). Esto puede haberse producido por los efectos de las cosechas comerciales (Lima & Páez 1997), ya que York & Hartley (1981) sugirieron que la cosecha comercial sobre hembras puede justificar hasta 70% en la declinación del número de cachorros en el lobo fino del norte. A pesar de ello, el lobo fino en Uruguay podría tener problemas de conservación a largo plazo, más allá que la presencia de mecanismos de retroalimentación en la población pueden dar un escenario más optimista (Lima 1998).

### LEÓN MARINO SUDAMERICANO

#### Estimaciones de abundancia

Las características morfológicas externas del león marino hacen más sencillo el conteo de estructuras reproductivas, en relación con el lobo fino, lo que permi-

tió registrar el número de harenes de la especie durante el período reproductor. Ambos valores son tomados como índices de abundancia del número de ejemplares dentro del grupo reproductor de la población, teniendo sesgos asociados a que no todos los ejemplares, fundamentalmente hembras, están presentes al momento del muestreo. Desde 1993 a la fecha se ha notado una reducción en el número de machos de 1.4% anual (rango=785 en 2004; 1168 en 1993). El número total de hembras (rango=1527 en 2002; 2807 en 2001) también se ha reducido en 2.1% anual.

Las estimaciones de abundancia de cachorros se han realizado todos los años durante el mes de febrero desde 1993, excepto en 2000 y 2003. Se utilizan entre cuatro a seis observadores independientes registrándose el número de cachorros en cada una de las 16 zonas, calculándose la abundancia según Regier & Robson (1967 *vide* Seber 1982). La población de cachorros de león marino estaría descendiendo a un ritmo de 4.5% anual con una tasa finita de 0.956 (Fig. 4). Esto parece ser un problema local, ya que no ocurriría lo mismo en las áreas reproductivas más cercanas a Uruguay (Reyes *et al.* 1999; Dans *et al.* 2004; Schiavini *et al.* 2004).

#### Patrones de historia de vida

La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) no cuenta con datos acerca de la estructura poblacional de la especie ni datos de fecundidad o sobrevivencia en hembras. Sin embargo, a los efectos de contar con datos para poder proyectar la población en el tiempo, se generó una serie de simulaciones estocásticas con diferentes estructuras poblacionales, con el fin de obtener una distribución hipotética de edades en hembras (Páez 1996). Se generaron 48 escenarios diferentes, encontrándose que existe una distribución de edades que concuerda con el número de nacimientos, número de hembras y machos.

Se tomó entonces esta distribución y se generó un modelo estructurado por clase de edad, basado en las matrices de Leslie (cachorros y 25 clases en hembras y 20 en machos). La diferencia con el modelo de Leslie está en que las tasas de preñez y sobrevivencia por clase de edad son aleatorias entre rangos y extraídos de otras poblaciones de leones marinos (Pascual & Adkison 1994; York 1994). El modelo se corrió 200 veces para 20 años a partir de 1990, con una población inicial de 15000 animales. Se incluyó la comercialización de ejemplares, como ha ocurrido en la realidad (entre 40 y 60 ejemplares de 1 año de edad). En la proyección de la población, el número medio de cachorros que nacen coincide con el número de cachorros nacidos entre 1995 a la fecha (Fig. 4). Si bien los valores del modelo subestiman la abundancia de cachorros para 1993 y 1994, se debería a un error metodológico que sobrestimó la abundancia de cachorros, ya que en esos años se aplicó marca-recaptura.

La tasa de preñez en la población simulada para los 20 años fue entre 60 y 63% del total de las hembras, mientras que entre la edad 4 a 12 años se concentraron entre 77 y 80% de los nacimientos. La población total no superaría los 12-13000 ejemplares y decrecería con una tasa intrínseca de 2% anual durante el período simulado ( $F=538.87$ ;  $g_1=1.19$ ;  $p<0.001$ ;  $r^2=0.96$ ). El número de nacimientos también descendería con una tasa de ca. 3% ( $F=5308.87$ ;  $g_1=1.19$ ;  $p<0.001$ ;  $r^2=0.99$ ). El efecto de la comercialización de animales vivos es importante al final del período simulado ya que existieron diferencias entre las poblaciones con y sin extracción de animales ( $U=1453$ ;  $p<0.001$ ). La sobrevivencia durante el primer año de vida ha sido reportada como uno de los parámetros más variables que afectan las poblaciones de lobos y leones marinos (Wickens & York 1997).

Si bien estos análisis están basados en tamaños y estructuras poblacionales hipotéticas, los datos que se extraen son similares a los datos disponibles entre 1993 y 2005, siendo los modelos de simulación la única forma

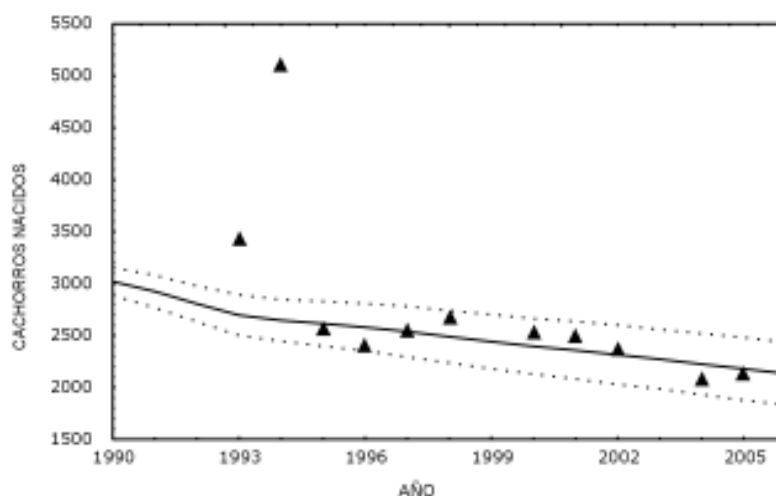


Figura 4. Estimados de abundancia de cachorros del león marino sudamericano (triángulos) y valores promedios simulados por el modelo (línea continua) con los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (líneas punteadas).

de acceder a posibles situaciones que puedan estar ocurriendo en la población de leones marinos de Uruguay. Es claro que existe un problema de administración y conservación en la población de leones marinos, si se piensa que hace tan solo 30 años se sacrificó más del doble de su posible tamaño actual. Esto es más crítico aún si se considera que según los datos de Vaz-Ferreira (1982) y Vaz-Ferreira *et al.* (1984), entre 1953 y 1980 la población de cachorros creció en 1.3% anual, pero entre 1956 y 1981 en Isla de Lobos descendió con una tasa del 3.6% anual.

Los posibles problemas estarían en la estructura poblacional, fundamentalmente en los parámetros de sobrevivencia y preñez. Quizás por las características comportamentales de la especie y un deterioro de los recursos alimenticios la interacción con las pesquerías haya aumentado (ver Szteren & Lezama en este volumen), conjuntamente con una mayor mortalidad por el sacrificio de animales en el mar. Esta interacción con las pesquerías se produce en hembras e individuos juveniles y subadultos (Szteren & Páez 2002), impidiendo su reclutamiento al stock reproductor y consecuentemente una disminución en el número de cachorros nacidos anualmente.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACION

Las bases de datos que posee el Estado para ambas poblaciones son diferentes. La información biológica en la especie de lobo fino es mayor en relación a la del león marino, a pesar de lo cual no es suficiente como para tomar medidas de manejo con bases sólidas. Serían necesarios estudios de parámetros demográficos actualizados en ambas poblaciones para entender alguno de los procesos internos que en ellas están ocurriendo, complementándose con otros estudios de ecología poblacional.

Por otro lado surge la interrogante si es el Estado quien debe realizar toda la investigación sobre estas poblaciones o sería conveniente la asociación con centros de investigación a los efectos de completar el conocimiento sobre ambas especies. En forma personal considero que Isla de Lobos es un laboratorio natural único muy poco desarrollado. Posee un enorme potencial para la ciencia y la investigación en Uruguay pero que aún no se le ha sabido (o no se ha querido) dar su real magnitud e importancia.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

El manejo de vida silvestre puede ser de manipulación o de custodia (Caughley & Sinclair 1994), siendo notorio que en ambas especies de pinnípedos ha sido el primero de ellos el que se ha aplicado en Uruguay. A partir de 1991, con la finalización de las capturas comerciales del lobo fino por parte del Estado, se pasó fundamentalmente a un manejo de custodia tendiendo a minimizar influencias externas en la población, no así de su hábitat.

Peor suerte ha sido la de la población del león marino, que a pesar que el sacrificio de animales se detuvo hacia fines de 1970 (aunque su captura para la comercialización de animales vivos persiste), su población ha continuado descendiendo. En ambos casos, posterior al cierre de la Industria Lobera y Pesquera del Estado (ILPE) no existieron estrategias ni definiciones claras para el logro de una meta establecida por ley. Hoy la administración de las poblaciones es competencia de la DINARA y los cometidos por ley relacionado a los mamíferos marinos incluyen la "... conservación, preservación y los más amplios poderes de policía...". La definición de la meta está asociada a juicios de valor independientes de aspectos científicos, pero las opciones de manejo así como la o las acciones más apropiadas para lograrla, sí están directamente relacionadas con la investigación. Sin embargo, el Estado no ha sido eficiente en su cometido, la ausencia de programas de investigación a corto, mediano y largo plazo es un debe importante en el estudio de las poblaciones, e.g. para los últimos diez años no han existido acciones con respecto a la tendencia negativa en los leones marinos.

La realización de los estimados de abundancia de cachorros en ambas poblaciones no es suficiente como para adoptar medidas de manejo eficientes. Mientras las estrategias y decisiones de manejo sean tomadas sin criterio definido y sin base sólida en la investigación, la administración de recursos naturales renovables a cargo del Estado, tales como las poblaciones de lobos y leones marinos en Uruguay seguirán teniendo serios problemas de manejo.

#### REFERENCIAS

- Anas RE 1970 Accuracy to assigning ages to fur seals. *Journal of Wildlife Management* 34:844-852
- Andrewartha HG & LC Birch 1954 The distribution and abundance of animals. University Chicago Press Ltd, Chicago. 275 pp
- Begon MJ Harper L & CR Townsend 1986 Ecology: individual populations and communities. Sinauer Associates Inc Publishers, Sunderland. 555 pp
- Bonner WN 1968 The fur seal of South Georgia. *British Antarctic Survey Scientific Report* 56:1-81
- Boyd IL Croxall JP Lunn NJ & K Reid 1995 Population demography of Antarctic fur seals: the cost of reproduction and implications for life-histories. *Journal of Animal Ecology* 64:505-518
- Boyd I L N J Lunn P Rothery & J P Croxall 1990 Age distribution of breeding female Antarctic fur seals in relation to changes in population growth rate. *Canadian Journal of Zoology* 68:2209-213
- Braut S & H Caswell 1993 Pod-specific demography of killer whales (*Orcinus orca*). *Ecology* 74:1444-1454
- Burnham KP Anderson DR White GC & KH Pollock 1987 Design and analysis methods for fish survival experiments based on realrese-recapture. *American Fisheries Society Monograph* 5: 437 pp
- Caswell H 1989 Matrix populatio models. Sinauer Associates Inc Sunderland. 328 pp
- Caughley G 1977 Analysis of vertebrate populations. John Wiley & Sons, New York. 234 pp

- Caughley G & ARE Sinclair** 1994 Wildlife Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications, Oxford 334 pp
- Chapman DG** 1951 Some properties of the hypergeometric distribution with application to zoological censuses. University of California Publications of Statistics 1:131-160
- Chapman DG & AM Johnson** 1968 Estimation of fur seal pup populations by randomized sampling. Transactions of the American Fisheries Society 97:264-270
- Dans SL Crespo EA Pedraza SN & M Koen Alonso** 2004 Recover of the South American sea lion (*Otaria flavescens*) population in northern Patagonia. Canadian Journal Fisheries Aquatic Science 61(9):1681-1690
- Eberhardt LL Chapman DG & JR Gilbert** 1979 A review of marine mammal census methods. Wildlife Monographs 63:46 pp
- Gentry RL & GL Kooyman** 1986 Fur seals: maternal strategies on land and at sea. Princeton University Press, Princeton New Jersey. 292 pp
- Gerrodette T** 1987 A power analysis for detecting trends. Ecology 68:1364-1372
- Holt RS Gerrodette T & JB Cologne** 1987 Research vessel survey design for monitoring dolphin abundance in the eastern tropical Pacific. Fishery Bulletin 85:435-446
- Krebs CJ** 1972 Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Roe, New York. 694 pp
- Leslie PH** 1945 Of the use of matrices in certain population mathematics. Biometrics 33:183-212
- Leslie PH** 1948 Some further notes on the use of matrices in population dynamics. Biometrika 33:213-245
- Lima M** 1998 Population persistence and extinction of the south American fur seal at Uruguayan coasts. Estudios Oceanológicos 17:87-94
- Lima M & E Páez** 1995 Growth and reproduction patterns in the South American fur seal. Journal of Mammalogy 76:1249-1255
- Lima M & E Páez** 1997 Demography and population dynamics of South American fur seals. Journal of Mammalogy 78:914-920
- MacArthur RH & EO Wilson** 1967 The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton New Jersey. 203 pp
- May RM** 1976 Theoretical ecology: Principles and applications. WB Saunders Co, Philadelphia. 317 pp
- McLaren IA** 1993 Growth in pinnipeds. Biological Reviews 68:1-79
- Otis DL Burnham KP White GC & DR Anderson** 1978 Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs 62:133 pp
- Páez E** 1995 Dinámica poblacional del lobo fino *Arctocephalus australis* en Uruguay. Tesis de Maestría, Programa Regional Manejo Vida Silvestre, Universidad Nacional de Costa Rica. 187 pp (Inédita)
- Páez E** 1996 Simulaciones estocásticas en el león marino sudamericano *Otaria flavescens* en Uruguay. Resúmenes VII Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 1er Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Viña del Mar):116
- Pascual MA & MD Adkison** 1994 The decline of the Steller sea lion in the northeast Pacific: Demography harvest or environment? Ecological Applications 4:393-403
- Payne MR** 1979 Growth in Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella*. Journal of Zoology 187:1-20
- Pollock KH Nichols JD Brownie C & JE Hines** 1990 Statistical inference for capture-recapture experiments. Wildlife Monographs 107:97 pp
- Reyes LM Crespo EA & V Szapkievich** 1999 Distribution and population size of the southern sea lion (*Otaria flavescens*) in central and southern Chubut Patagonia Argentina. Marine Mammal Science 15:478-493
- Robson DS & HA Regier** 1964 Sample size in Petersen mark-recapture experiments. Transactions of the American Fisheries Society 93:215-216
- Royama T** 1992 Analytical population dynamics. First Edition. Chapman & Hall, London. 371 pp
- Schiavini ACM Crespo EA & V Szapkievich** 2004 Status of the population of South American sea lion (*Otaria flavescens*) Shaw 1800) in southern Argentina. Mammalian Biology 69:108-118
- Schiavini ACM Lima M & LM Batallés** 1992 Growth structure of maxillary canines of the southern fur seal *Arctocephalus australis*. Marine Mammal Science 8:89-93
- Seber GAF** 1970 The effects of trap response on tag-recapture estimates. Biometrics 26:13-22
- Seber GAF** 1973 The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin & Com, London. 506 pp
- Seber GAF** 1982 The estimation of animal abundance and related parameters. Second edition. Macmillan Publishing Company, New York. 654 pp
- Szteren D & E Páez** 2002 Predation by southern sea lions (*Otaria flavescens*) on artisanal fishing catches in Uruguay. Marine and Freshwater Research 53:1161-1167
- Vaz-Ferreira R** 1950 Observaciones sobre la Isla de Lobos. Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias 5:145-176. Montevideo
- Vaz-Ferreira R** 1982 *Arctocephalus australis* (Zimmermann) South American fur seal. Mammals in the Seas Food and Agriculture Organization Fisheries Service 5:477-495
- Vaz-Ferreira R Lessa E Achával F & A Melgarejo** 1984 Recuento de cachorros de lobos marinos *Arctocephalus australis* y *Otaria flavescens* Isla de Lobos Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 2:32-35
- White GC Anderson DR Burnham KP & DL Otis** 1982 Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, Nuevo México. 235 pp
- Wickens P & AE York** 1997 Comparative population dynamics of fur seals. Marine Mammal Science 13:69-120
- Ximénez I** 1973 Nota preliminar sobre la repoblación de *Arctocephalus australis* en la Isla Rasa Trabajos V Congreso Latinoamericano de Zoolgía 1:281-288
- Yablokov AV** 1986 Population biology: Progress and problems on natural populations. Advances in Science and Technology in the URSS. MIR Publishers, Moscow. 303 pp
- York AE** 1987 On comparing population dynamics of fur seals. Pp 133-140 In: Croxall & Gentry (eds) Status biology and ecology of fur seals. Proceedings of an international symposium and workshop. Cambridge National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report NMFS
- York AE** 1994 The population dynamics of northern sea lions 1975-1985. Marine Mammal Science 10:38-51
- York A E & J R Hartley** 1981 Pup production following harvest of female northern fur seals. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 38:84-90

## Ballena franca (*Eubalaena australis*) en la costa atlántica uruguaya

MARIANA PIEDRA, PAULA COSTA, PAULA FRANCO FRAGUAS  
& RAFAEL ÁLVAREZ

francaaustral@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Las ballenas francas (*Eubalaena australis*) fueron diezmadas por la industria ballenera entre los siglos XVIII y XIX. Investigaciones realizadas en Argentina y Brasil sugieren que esta especie se estaría recuperando en el Atlántico Sudoccidental. Durante el verano se las encuentra en latitudes altas, en zonas de alimentación subantárticas. En el invierno migran a latitudes medias (40°S) y bajas (20°S) para la reproducción y cría. Poseen un patrón de callosidades en su cabeza, variable en cada individuo, el que permite la identificación individual. Durante el período 2001-2003 se llevó a cabo el primer estudio sistemático, con el fin de evaluar la presencia de esta especie en la costa atlántica uruguaya. Se realizaron relevamientos aéreos mensuales en el período julio-noviembre a lo largo de 220 km de costa. Asimismo, se llevaron a cabo dos relevamientos mensuales, para realizar observaciones simultáneas desde nueve puntos fijos distribuidos en el área de estudio. El período entre agosto y octubre concentró la mayor cantidad de individuos. Se observó gran variabilidad en la distribución dentro y entre temporadas, sugiriendo que no hay una preferencia por alguna zona de la costa de Uruguay. El comportamiento más frecuente fue la interacción. Es necesario continuar la investigación para poder evaluar si la costa uruguaya constituye un antiguo sitio de reproducción en proceso de recolonización. La información obtenida es importante para tomar decisiones con respecto a la conservación de esta especie en Uruguay y la región.

**Palabras clave:** ballena franca, foto-identificación, relevamiento aéreo, conservación

### ABSTRACT

The right whale (*Eubalaena australis*) was on the verge of extinction, between the XVIII and XIX centuries, due to the whaling industry. Research done in Argentina and Brazil suggest that this species is recovering in the Southwest Atlantic. During summer it is found in high latitudes, in sub-antarctic feeding grounds. In winter it migrates to medium (40°S) and low latitudes (20°S) for mating and calving. Each individual presents a callosity pattern on its head, allowing for individual identification. The first systematic study to evaluate the presence of right whales along the Uruguayan Atlantic coast was performed during 2001-2003. Aerial monthly surveys were performed from July to November, covering 220 km of coastline. In addition, simultaneous observations took place twice a month from nine fixed points distributed along the study area. The period between August and October concentrated the highest number of individuals. Great variability in whale distribution was observed within and between survey seasons, suggesting that there is no preference for any particular area of the Uruguayan coast. The most common behavior observed was that of interaction. It is necessary to continue research in order to evaluate if the Uruguayan coast could be an ancestral reproductive site under a recovery process. The information obtained in this study is relevant for decision making with respect to the conservation of this species in Uruguay and the region.

**Key words:** right whale, photo-identification, aerial survey, conservation

### INTRODUCCIÓN

La ballena franca (*Eubalaena australis*) se distribuye exclusivamente en el Hemisferio Sur. Sus poblaciones fueron diezmadas entre los siglos XVIII y XIX por la actividad ballenera (IWC 2001). Desde 1970 algunas poblaciones han mostrado signos de recuperación (Best 1990; Payne *et al.* 1990), pero aún se desconocen aspectos de su biología (Best *et al.* 1996). Con el fin de ampliar el conocimiento de la distribución de la ballena franca y a la identificación de stocks fue recomendado identificar zonas pasadas y presentes de reproducción y cría, así como áreas de alimentación asociadas (IWC 2001).

Actualmente, esta especie se encuentra en la categoría de Bajo Riesgo: dependiente de la conservación (UICN 2003), e incluida en el apéndice I de CITES. En los países

en los que estas ballenas utilizan sus costas con fines reproductivos o de alimentación, se han creado leyes y ratificado acuerdos internacionales para contribuir a su conservación.

Las ballenas francas del S son animales migratorios. Durante el verano se las encuentra en latitudes altas en zonas de alimentación subantárticas (60°S). A principio del invierno migran a latitudes medias y bajas buscando aguas cálidas y calmas apropiadas para la reproducción y cría (Payne 1976; Whitehead *et al.* 1986; Payne *et al.* 1990; Rowntree *et al.* 2001). Entre las áreas de cría con mayor número de animales se encuentran Península Valdés, Argentina y Santa Catarina, Brasil (Flores *et al.* 2000) en el Atlántico Sudoccidental (Bastida & Lichtstein de Bastida 1984; Payne 1986; Payne *et al.* 1990; Rowntree



*et al.* 2001), África del S, (Best 1970; 1981; 1990; 2000; Best & Underhill 1990; Best & Ruther 1992), Australia (Bannister 1990; 2001; Burnell & Bryden 1997; Burnell 2001) y Nueva Zelanda (Patenaude *et al.* 1998; Patenaude & Baker 2001).

Uruguay se sitúa entre dos importantes sitios de reproducción de ballena franca: las costas del Estado de Santa Catarina (27°-25°S) y Península Valdés (42°S). Nuestra latitud coincide con la de otros sitios de reproducción del Atlántico Sur: Sudáfrica y la Gran Bahía Australiana (ambos entre los 30°-35°S). En la costa uruguaya existen registros de actividad de la industria ballenera desde fines del siglo XVIII. En Punta del Este (Maldonado) fue establecida una factoría en 1789 por la Real Compañía Marítima (Acosta y Lara 1987). Son pocos los registros sobre el número de ballenas capturadas debido a que en 1806, durante las Invasiones Inglesas, fueron quemados los almacenes y oficinas instaladas por la Real Compañía. Sin embargo, en el año de fundación de la Real Compañía, en la Bahía de Maldonado fueron cazadas cuatro ballenas, en 1791 30 y en 1795 20 (Díaz de Guerra 2003). En 1823 se concedió permiso de caza a un ballenero inglés en la Bahía de Maldonado, pero no existen registros del número de capturas efectuadas (Acosta y Lara 1987). Si bien los registros de captura no son completos, los relatos históricos sugieren un importante número de ejemplares durante la explotación comercial (Díaz de Guerra 2003).

En Uruguay, algunos avistamientos fueron registrados desde la década de 1970 (Mermoz 1980; García 2000). En las últimas décadas se ha incrementado el interés público por estos cetáceos, por lo que los reportes de avistajes son más frecuentes. Sin embargo, la información sobre ballena franca en la costa uruguaya es escasa debido a la falta de estudios sistemáticos. Por otro lado, existen decretos y leyes nacionales concernientes a su protección; en estas normas se protege a las especies migratorias, se prohíbe la caza de cetáceos y los disturbios en sus zonas de agregación (Decreto 238/998) y se regulan las actividades turísticas de avistamiento de ballenas (Decreto 268/002).

Durante 2001-2003 el Proyecto Franca Austral llevó a cabo el primer estudio sistemático con el fin de evaluar la presencia de *E. australis* en la costa atlántica uruguaya. Para ello fueron realizados relevamientos aéreos mensuales, así como registros de comportamiento desde punto fijo. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el período de estudio referentes a la distribución espacio-temporal, composición grupal, comportamiento e identificación de ejemplares.

## METODOLOGÍA

### Área y período de estudio

La zona donde se realizó el trabajo de campo se extiende desde Punta Ballena (Maldonado) hasta Santa Teresa (Rocha), abarcando 220 km de costa (Fig. 1) y cubriendo prácticamente toda la costa atlántica uruguaya. Esta zona fue establecida por ser el sector que cuenta

con más bahías y arcos de playa en la costa atlántica uruguaya, teniendo en cuenta que las ballenas utilizan este tipo de hábitat en su período reproductivo. El estudio se llevó a cabo en el período julio-noviembre desde 2001 hasta 2003.

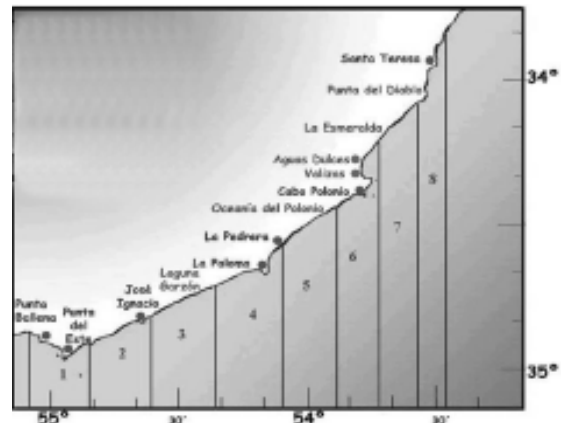


Figura 1. Área de estudio (costa atlántica uruguaya). Los relevamientos aéreos cubren desde la zona 1 a la 8. Los puntos fijos de los relevamientos de tierra corresponden a las localidades que presentan círculos negros.

### Relevamientos de tierra

Las observaciones se realizaron de forma simultánea, cada 15 días, durante 8 h (9:00 a 17:00 h) desde puntos fijos (Fig. 1). En cada punto de avistamiento se contó con la presencia de dos observadores. Para ello se conformó un grupo de voluntarios, los cuales fueron capacitados previamente, y se coordinó con el Servicio de Balizamiento del Comando General de la Armada Nacional el acceso a los faros. El registro del comportamiento fue realizado mediante el método de muestreo focal con registro continuo (Martin & Bateson 1991). Se define como grupo focal al individuo o grupo en el cual todos sus integrantes se pueden mantener bajo observación continua durante un período de muestreo (Altmann 1974). Para ello se tomaron en cuenta tres estados comportamentales, previamente definidos: 1) Descanso: individuos sin movimiento aparente; 2) Traslado: desplazamiento con una dirección definida; y 3) Interacción: individuos en contacto frecuente (Fig. 2).



Figura 2. Grupo de interacción.

El registro de los eventos comportamentales fue realizado en un total de 30 muestreos focales de 20' de duración cada uno en el año 2002. Además, se registró el tiempo que pasaron los individuos, tanto solitarios como en grupos de 2 y 3, en superficie y sumergidos, quedando así fuera de la vista del observador.

### Relevamientos aéreos

Se realizaron relevamientos aéreos mensuales, utilizando aviones CESSNA 172. Se recorrió el área de estudio de forma ininterrumpida, siguiendo la línea de costa a una distancia constante de 500 m y a una altura de 1000 pies. Se registró el número de individuos, composición grupal y su ubicación geográfica mediante GPS. Los relevamientos se realizaron en condiciones climáticas ideales: mar calmado, sin viento y buena visibilidad. El área de estudio fue dividida en ocho zonas de 27.5 km de línea de costa como ayuda a la delimitación de áreas de concentración de ballena franca (Fig. 1).

### Foto-identificación

Las callosidades que se encuentran en distintas áreas de la cabeza de las ballenas francas presentan un patrón general de distribución pero son sumamente variables individualmente, permitiendo la identificación de individuos (Payne 1983).

Las fotos fueron tomadas desde el avión a una altura promedio de 400 pies perpendicularmente a la cabeza del individuo, especialmente en la zona de las callosidades (Payne 1983) (Fig. 3).

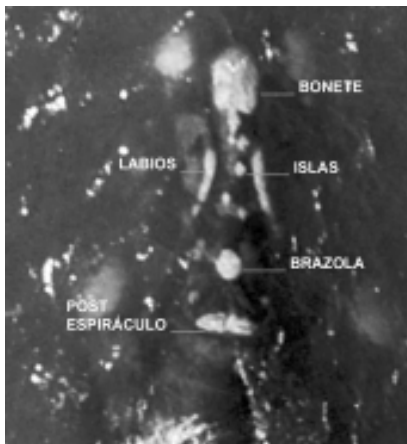


Figura 3. Patrón de callosidades presente en la cabeza de los individuos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución temporal

Los datos obtenidos a partir de los relevamientos aéreos y de tierra muestran que el período comprendido entre agosto y octubre fue el que concentró mayor cantidad de individuos (Fig. 4 y 5). Esta estacionalidad coincide con lo observado en Península Valdés (Payne 1986) y Santa Catarina (Flores *et al.* 2000).

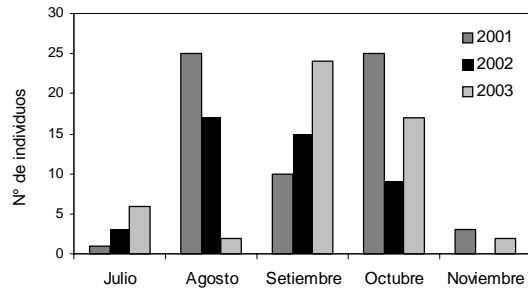


Figura 4. Número de individuos avistados en cada relevamiento aéreo en los años 2001, 2002 y 2003.

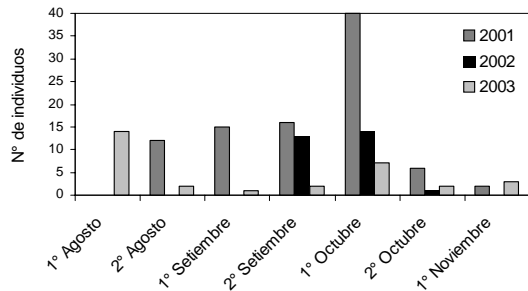


Figura 5. Número de individuos avistados desde tierra en los años 2001, 2002 y 2003. 1º y 2º corresponden a la primera y segunda quincena de cada mes.

### Distribución espacial

La distribución espacial registrada en los relevamientos aéreos varió a lo largo de las tres primeras temporadas de estudio. Se observó un total de 63 individuos en el año 2001, de los cuales la mayoría (n=18) se encontraron en la zona 6. En el año 2002 se observó un total de 45 individuos, de los cuales 16 se hallaron en la zona 1. Por último, en 2003, se observaron 51 individuos de los cuales 21 se hallaron en la zona 5 (Fig. 6).

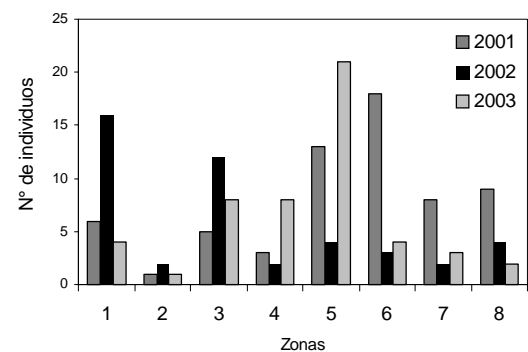


Figura 6. Número de individuos avistados en los relevamientos aéreos en cada zona para los años 2001, 2002 y 2003. Cada zona corresponde a 27.5 km de costa.

### Foto-identificación

Se identificaron 74 ejemplares, de los cuales ninguno ha sido re-identificado. El hecho de no haber realizado re-identificaciones durante una temporada no permitió establecer la residencia de ningún individuo en el área de

estudio. A esto se suma que el número, la composición y la distribución de individuos varían entre relevamientos, lo que sugiere que existe alta frecuencia de movimientos y/o de recambio de individuos en el área de estudio. Esto también indica que, en la mayoría de los casos, la residencia no supera los 30 días. Asimismo, tampoco se ha podido determinar si algunos individuos retornan en años consecutivos a la costa uruguaya, dado que no se han reidentificado individuos entre temporadas. Esta variabilidad en la distribución dentro y entre temporadas sugiere que no hay establecida una preferencia por alguna zona de la costa uruguaya.

De los pares madre-cría identificados (n=7) asumimos que una cría pudo haber nacido en aguas uruguayas por medir aproximadamente un cuarto del largo de la madre y presentar una coloración blanquecina. El resto de las crías medían aproximadamente un medio del largo de la madre, lo que sugiere que tendrían entre dos y tres meses de nacidas (Thomas & Taber 1984). Esto difiere de lo observado en Península Valdés (Rowntree *et al.* 2001) y Santa Catarina (Groch & Freitas 2000) donde habitualmente se observa una alta proporción de hembras con crías recién nacidas. Las hembras permanecen en el área hasta que las crías alcanzan un desarrollo motoriz para comenzar la migración hacia zonas de alimentación. Esto sugiere que la costa uruguaya no es intensamente utilizada como área de cría.

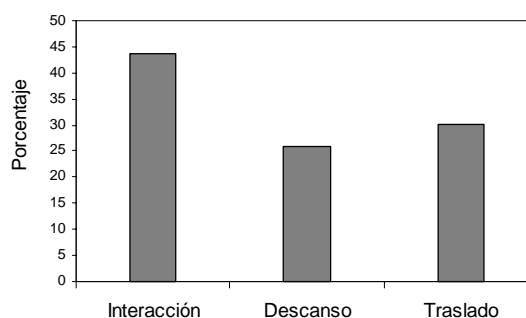
#### Composición grupal y comportamiento

En los tres años de estudio se realizaron 68 avistamientos (n=174 individuos) en relevamientos aéreos. Del total de individuos observados, el 81.6% se encontraron en grupos. Con respecto a la composición grupal, se observó que 45.8% de los individuos se encontraban formando agregaciones. Éstas se definen como grupos de 11 individuos promedio (Desvío Estandar (DS)=4.1) observados en 8.5 km de línea de costa promedio (DS=4.5). La mayor frecuencia de avistamiento se registró en los grupos de dos individuos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Proporción de individuos conformando las diferentes categorías de grupos y frecuencia relativa con que fueron observados para los años 2001, 2002 y 2003.

Composición grupal	% de Individuos	Frecuencia de avistamiento
Solitarios	18.4 %	0.47
Agrupados	81.6 %	0.53
<b>Categorías de grupos</b>		
Agregaciones	45.8 %	0.17
2 Individuos	18.3 %	0.36
3 Individuos	8.5 %	0.11
4 Individuos	14.1 %	0.14
5 Individuos	3.5 %	0.03
Pares madre-cría	9.9 %	0.19

De 96 registros realizados en los relevamientos de tierra, el estado comportamental más frecuente fue la interacción (43.8%) (Fig. 7). Excluyendo a los individuos solitarios del análisis, la interacción aumenta a 57.8%. Del total de individuos solitarios observados, 58.6% se encontraron en traslado y el resto en descanso. Los eventos comportamentales fueron registrados en 13 grupos de 2 y 3 individuos. Dichos eventos fueron la exposición de aletas pectorales y caudal, exposición de la cabeza, exhibición de la zona ventral y golpes en la superficie del agua con aletas pectorales.



**Figura 7.** Proporción de los estados comportamentales observados para los años 2001, 2002 y 2003.

Con respecto a los grupos de interacción, algunos de éstos fueron observados a bajas profundidades (entre 3 y 4 m), donde la cópula sería poco probable. Además, no se observaron penes extendidos. Por estas razones se considera que varios de estos grupos no son de reproducción.

Por otro lado, se ha observado que los grupos de interacción en los que ocurre la cópula, se componen por una hembra en el centro del grupo rodeada por varios machos que compiten por acceder a los lados de ésta, de forma de tener mas probabilidad de copular (Kraus & Hatch 2001; Best *et al.* 2003). Por limitantes metodológicas, no se identificaron los roles de los diferentes individuos ni la proporción de sexos en los grupos. El estudio de esto último trajo aparejado una serie de interrogantes sobre el comportamiento social y cuestiona las estrategias de apareamiento de esta especie (Kraus & Hatch 2001; Best *et al.* 2003).

Grupos en interacción, los cuales presentan eventos como golpe y exposición de aletas pectorales y caudal, exposición de cabeza y zona ventral fueron tradicionalmente definidos como grupos de cópula (Payne 1976). En particular, se ha relacionado el evento "exposición de zona ventral" con un comportamiento realizado por la hembra dentro de un grupo (Cassini & Vila 1990; Best *et al.* 2003), postura que dificulta la cópula. De esta forma, la hembra incita a que los machos compitan por ella. Si bien este comportamiento se registró en seis de los 13 grupos estudiados, no es conveniente utilizarlo como indicador de cortejo dado que en los estudios de tierra tampoco se pudo determinar el sexo de los individuos.

Dada la alta proporción de individuos agrupados en interacción, se sugiere que la costa uruguaya podría ser una importante área de socialización. Con respecto a los individuos solitarios, éstos podrían recorrer el área hasta el encuentro con más individuos. El resto de los eventos comportamentales pueden aparecer en múltiples contextos y ser realizados por individuos de ambos sexos y diferente edad (Cassini & Vila 1990).

Los individuos solitarios, tanto en traslado como en descanso, pasaron 82.2% del tiempo sumergidos. Los grupos de dos individuos pasaron 75% del tiempo en esta situación y contrariamente, los grupos de tres individuos pasaron únicamente el 26% del tiempo fuera de la vista del observador (Tabla 2). Es necesario tener en cuenta esta información dado que esta especie es promocionada para realizar actividades turísticas, como el avistamiento de ballenas desde embarcaciones. Es importante conocer tales aspectos comportamentales con el fin de planificar dicha actividad de forma de causar el menor impacto sobre los cetáceos.

Se considera que la presencia de ballena franca en la costa uruguaya puede deberse a la ocurrencia de un proceso de recolonización de un antiguo sitio de agregación, donde los individuos socializan y tal vez se reproduzcan. En este marco podría existir una alternancia de individuos entre la zona costera y mar adentro.

**Tabla 2.** Proporción de tiempo que pasaron los individuos sumergidos y en superficie.

Solitarios		
	Superficie	Sumergido
Traslado	21.8 %	78.2 %
Descanso	13.7 %	86.3 %
Grupos		
2 Individuos	25 %	75 %
3 Individuos	74.2 %	25.8 %

## PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Es necesario continuar con el relevamiento de esta especie en la costa atlántica uruguaya. De esta forma se podrá establecer el estatus y uso del hábitat de *E. australis* en Uruguay. Por otro lado, esta información es una herramienta fundamental para la conservación y manejo de la especie tanto a nivel nacional como regional. Además, sería importante incluir nuevas líneas de investigación como ser, evaluar la existencia de sitios de alimentación en zonas cercanas a la Confluencia Subtropical, identificación de stocks en el Atlántico Sudoccidental y el estudio del comportamiento social, profundizando en las estrategias de apareamiento.

## IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACION Y EL MANEJO

Los resultados obtenidos no permiten, a corto plazo, delimitar áreas de preferencia a ser protegidas. Sin em-

bargo, se propone dirigir medidas de manejo hacia las zonas de mayor riesgo para la conservación de la especie. Estas serían los puertos de Punta del Este (zona 1) y de La Paloma (zona 4). En el primer puerto existe un importante tráfico de embarcaciones privadas y además se promociona el avistamiento de ballenas, mientras que en el segundo funciona una importante flota pesquera.

El Proyecto Francaustral recomienda las siguientes acciones tendientes a la conservación de la ballena franca en Uruguay: 1) la designación de la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) como Monumento Natural de acuerdo a la Ley 17.234; 2) enfatizar la fiscalización y el cumplimiento de la normativa legal vigente en toda la costa y especialmente en las zonas mencionadas; 3) la coordinación interinstitucional en la implementación de medidas para la conservación y manejo de la especie; 4) crear una red de intercambio de información entre navegantes e investigadores a través de la coordinación con Prefectura Nacional Naval; y 5) fomentar y apoyar los estudios científico-técnicos sobre la especie en el país.

En tal sentido las futuras acciones del Proyecto Francaustral son: 1) continuar con los relevamientos aéreos anuales, con la finalidad de mantener los estudios de distribución espacio-temporal y el programa de foto identificación; 2) trabajar en coordinación con la Prefectura Nacional Naval. En este marco, los investigadores notificarían la ubicación de las ballenas luego de cada relevamiento aéreo con el fin de prevenir posibles colisiones y eventuales enmalles; 3) generar informes anuales y ponerlos a disposición de las autoridades competentes y público en general; y 4) mantener actualizados los datos de avistajes en la página web del proyecto: <http://francaustral.fcien.edu.uy>.

## AGRADECIMIENTOS

A Whale and Dolphin Conservation Society (WDSC), Cetacean Society International (CSI) y FREPLATA por el apoyo financiero. A Vida Silvestre Uruguay. A Kodak Uruguay por brindar material fotográfico. A Marila Lázaro, los voluntarios, Verónica Iriarte, al piloto Juan Plateiro. Al Servicio de Balizamiento del Comando General de la Armada. A Rodrigo Menafrá y Ramiro Pereira dado que las medidas de manejo fueron escritas en el marco del Grupo de Trabajo Áreas Marinas Protegidas, Vida Silvestre Uruguay. A nuestras familias.

## REFERENCIAS

- Acosta y Lara EF** 1987 Un ballenero inglés en la Cisplatina. Hoy es Historia 4(24):82-88. Copygraf, Montevideo
- Altmann J** 1974 Observational study of behaviour: sampling methods. Behaviour 49:337-367
- Bannister J** 1990 Southern right whale off western Australia. Report of International Whaling Commission (Special Issue) 12:279-288
- Bannister J** 2001 Status of southern right whale (*Eubalaena australis*) off Australia. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:103-110
- Bastida R & V Lichtschein de Bastida** 1984 Informe preliminar sobre los estudios de ballena franca austral (*Eubalaena australis*)

- en la Zona de la Península Valdés (Chubut, Argentina). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales 21:197-209
- Best P** 1970 Exploitation and recovery of right whales, *Eubalaena australis*, off the Cape Province. Investigational Report of the Sea Fisheries Institute, South Africa 80:1-20
- Best P** 1981 The status of right whales (*Eubalaena glacialis*) of South Africa, 1969–1979. Investigational Report of the Sea Fisheries Institute, South Africa 123:1-44
- Best P** 1990 Natural marking and their use in determining calving intervals in right whales of South Africa. South African Journal of Zoology 228:595–614
- Best P** 2000 Coastal distribution, movements and site fidelity of right whales, *Eubalaena australis*, off South Africa, 1969-1998. South African Journal of Marine Science 22:43-55
- Best P & H Ruther** 1992 Aerial fotogrametry of southern right whales, *Eubalaena australis*. Journal of Zoology 228:595-614
- Best P & L Underhill** 1990 Estimating populational size in southern right whale, *Eubalaena australis*, using naturally marked animal. Report of International Whaling Commission (Special Issue) 12:279-288
- Best P Payne R Rawntree V Palazzo T & M Both** 1996 Long range movements of South atlantic right whales, *Eubalaena australis*. Marine Mammals Science 9(3):227-234
- Best P B Schaeff CM Reeb D & PJ Palsboll** 2003 Composition and possible function of social grouping of southern right whales in south african waters. Behaviour 140:1469-1494
- Burnell S** 2001 Aspect of the reproductive biology, movements and site fidelity of right whales off Australia. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:89-99
- Burnell S & M Bryden** 1997 Coastal residence periods and reproduction timing in southern right whales (*Eubalaena australis*). Journal of Zoology 241:613-21
- Cassini MH & L Vila** 1990 Cluster analysis of group types in southern right whales (*Eubalaena australis*). Marine Mammals Science 6(1):17-24
- Díaz de Guerra MA** 2003 La Real Compañía Marítima. Editora El Galeón, Montevideo. 189 pp
- García R** 2000 Cinco años de avistajes de ballena franca austral (*Eubalaena australis*) en Uruguay, de la investigación a la conservación. 9ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 3º Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Mamíferos Acuáticos - SOLAMAC (Buenos Aires, 31 octubre-3 noviembre de 2000). Pp 52
- Flores PA C Groch KR & JT Palazzo Jr** 2000 Distribuição e tamanho de grupo da baleia franca austral (*Eubalaena australis*) na Centro Sul de Santa Catarina, Brasil. 9ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 3º Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Mamíferos Acuáticos - SOLAMAC (Buenos Aires, 31 octubre-3 noviembre de 2000). Pp. 49
- Groch KR & TRO Freitas** 2000 Observações preliminares sobre o comportamento mae-filhote da baleia franca austral, *Eubalaena australis*, no litoral sul do Brasil. 9ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, 3º Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Mamíferos Acuáticos - SOLAMAC (Buenos Aires, 31 octubre-3 noviembre de 2000). Pp. 54
- IWC (International Whaling Commission)** 2001 Report of the workshop on the comprehensive assessment of right whale. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:1-60
- Kraus SD & JJ Hatch** 2001 Mating strategies in the North Atlantic right whale (*Eubalaena australis*). Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:237-244
- Martin P & P Bateson** 1991 La medición del comportamiento. Alianza, Madrid. 237 pp
- Mermoz JF** 1980 Preliminary report on the southern right whale in the Southern Atlantic. Report of International Whaling Commission 30:183-186
- Patenaude N & C Baker** 2001 Populations status and habitat use southern right whale in the sub-Antarctic Auckland Island of New Zealand. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:111-116
- Patenaude N Baker C & N Gales** 1998 Observation of southern right whales on New Zealand's subantarctic wintering grounds. Marine Mammals Science 14:350-355
- Payne R** 1976 At home with right whales. National Geographic 149:322-339
- Payne R** 1986 Long term behavioural studies of the southern right whales (*Eubalaena australis*). Report of International Whaling Commission (Special Issue) 10:161-167
- Payne R Brazier O Dorsey E Perkins J Rowntree V & A Titus** 1983 External features in southern right whales, (*Eubalaena australis*) and their use in identifying individuals. Pp 371-445 In: Payne (ed) Communication and Behavior of Whales. AAAS Selected Symposia Series 76. Westview Press, Boulder. Colorado. 643 pp
- Payne R Rowntree V Perkins JS Cooke JG & K Lankaster** 1990 Populations size trends and reproductive parameters of right whales (*Eubalaena australis*) of Península Valdés. Report of International Whaling Commission (Special Issue) 12:271-78
- Rowntree V Payne RS & DM Schell** 2001 Changing patterns of habitat use by southern right whales (*Eubalaena australis*) on their nursery ground at Península Valdés, Argentina, and their long-range movements. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2:133-143
- Thomas PO & SM Taber** 1984 Mother-infant interaction and behavioural development in southern right whales, *Eubalaena australis*. Behaviour 88:42-60
- UICN** 2003 IUCN Red list of threatened species www.redlist.org. Consultado el 12 octubre de 2004
- Whitehead H Payne R & M Payne** 1986 Populations estimate for the right whale off Península Valdés, Argentina, 1971-76. Report of International Whaling Commission (Special Issue) 10:169-71
-

## Evaluación del turismo de observación de ballenas como una herramienta para la conservación y el manejo de ballena franca austral (*Eubalaena australis*)

RODRIGO GARCÍA\* & UZI SABAH

\*rodrigo@ballenafranca.org



### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer una herramienta útil para la conservación y manejo de áreas protegidas costero-marinas en Uruguay. Las cualidades de las ballenas junto al turismo de observación de ballenas pueden aportar, además de ingresos económicos, un modo de acercamiento y entendimiento de la especie avistada y del ecosistema en el cual se encuentra. Una de las estrategias para la conservación de un ecosistema es la caracterización de una especie bandera o emblemática. En este caso se propone a la ballena franca austral (*Eubalaena australis*), no solo como una especie bandera, sino también como una especie paraguas como ejemplo para desarrollar programas de concientización, educación y conservación. Se considera que el turismo de observación de ballenas (whale watching) desde la costa o con embarcaciones funciona como un instrumento fundamental para la instrumentación de estos programas a nivel ecosistémico. Además, se propone a este tipo de turismo como una forma de apoyar programas de investigación y monitoreo, y como un modo de contribuir hacia el desarrollo sostenible de las comunidades locales.

**Palabras clave:** *Eubalaena australis*, especie bandera, especie paraguas, conservación ecosistémica, desarrollo sostenible

### ABSTRACT

The objective of this paper is to propose a useful tool for the conservation and management of coastal-marine protected areas in Uruguay. The qualities of whales in addition to whale-watching tourism can offer, besides economic income, a means of understanding the species and the ecosystem it belongs to. The use of a flag or emblematic species is one of the strategies to protect an ecosystem. In this case, the southern right whale (*Eubalaena australis*) is proposed not only as a flag species, but an umbrella species as well, in order to develop awareness, education and conservation programs. Whale watching tourism, either from the coastline or at sea, is considered to be an essential tool for the instrumentation of these programs at an ecosystem level. In addition, this type of tourism is proposed as a means to support research and monitoring, and as a way to contribute to the sustainable development of local communities.

**Key words:** *Eubalaena australis*, flag species, umbrella species, ecosystem conservation, sustainable development

### INTRODUCCIÓN

Los registros de ballena franca en Uruguay se remontan a las operaciones balleneras efectuadas entre 1784 y 1920. Según Díaz de Guerra (2003), Don Francisco Medina inicia la caza de ballenas. Luego la Real Compañía Española, bajo el mando del Rey Carlos IV, apostada en la Isla Gorriti de la Bahía de Maldonado (1792) llegó a cazar en sólo cuatro meses 20 ballenas, obtuvo 240 pipas de aceite y 100 quintales de barba. Esta actividad productiva originó dos poblados: Maldonado y Punta del Este. Maldonado iluminó sus calles por primera vez con el aceite extraído de la ballena.

El estatus poblacional de la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) es aun inestable y está especie es considerada "dependiente de la conservación" (UICN 1998). Son cetáceos altamente migratorios que alternan su presencia estacional en áreas pelágicas y costeras y están sujetos a una diversidad de amenazas efectivas y potenciales (Palazzo 1999).

La destrucción o degradación activa y directa del hábitat costero-marino representa el peligro más inmediato para *E. australis* que, "siendo una especie costera en su período reproductivo, está aun entre las especies de grandes cetáceos más vulnerables a la degradación de los ambientes costeros" (Klinowska 1991).

Debido a que el monitoreo y manejo de todos los aspectos relacionados a la biodiversidad (incluyendo riqueza y composición de especies, estructura física y los procesos involucrados) son tareas muy complejas y difíciles, se han propuesto una variedad de "atajos" dependiendo de si el enfoque se hace en una o en varias especies (Simberloff 1998). Uno de estos atajos propuestos para hacer efectiva la conservación de ecosistemas completos e incluso áreas mayores, es el concepto de Especie Bandera (Shrader-Frechette & McCoy 1993), generalmente una especie de vertebrado con carácter carismático. Es decir, que por las características

que presenta esta especie frente al público en general, convoca simpatía e interés y es adecuada para realizar campañas de conservación, no solo de esa especie en particular sino de todo un hábitat al cual representa. A través de esta especie se trata de lograr la conservación a múltiples escalas de la funcionalidad de una región (conservar biodiversidad y los procesos que mantienen funcionando al sistema).

En relación estrecha a este concepto está el de Especie Paraguas, especies cuyos requerimientos de hábitat encapsulan ampliamente una variedad de ambientes de especies adicionales (Launer & Murphy 1994). Wilcove (1993) considera que estas especies serían grandes vertebrados con amplios rangos de distribución y que su preservación salvaría ecosistemas enteros. Al proteger mamíferos con grandes requerimientos de área y con necesidad variada de hábitat, se puede proteger a especies con distribución más restringida y con hábitat más específicos (Berger 1997).

Se entiende que no existen "formulas mágicas" y no se pretende sugerir que protegiendo a una sola especie de estas características directamente se este protegiendo a otras. Los planes de manejo para una sola especie tienen varias limitaciones. La primera, es que distintas poblaciones naturalmente fluctúan y varían de modos distintos, y por otra parte la conservación y manejo de un sitio para una sola especie puede fallar en la conservación de otros componentes críticos para el ecosistema.

En este trabajo se considera que tratando a la ballena franca como una especie paraguas y a su vez como una especie bandera, puede aportar herramientas fundamentales para llevar a cabo programas de conservación a largo plazo (especialmente desde el plano educacional) y programas de manejo primarios para un área protegida costero-marina.

Una de las maneras menos controvertidas de medir la contribución que brindan las ballenas a la humanidad es a través de estudios económicos que comparen las ganancias que producen las industrias del avistaje vs. las de cacería de ballenas. Hoyt (2001) realizó un estudio sobre los beneficios de la industria del avistaje de ballenas a través de una encuesta a más de 1000 empresas de avistaje de ballenas en 87 países. Según Hoyt (2001) en 1998 más de 9 millones de personas participaron en el avistaje de ballenas; un cálculo moderado de lo que ellos consumieron realizando dichas actividades fue de ca. U\$S 1.05 billones. Debido a que la industria del avistaje de ballenas ha crecido en forma exponencial, estos números son presumiblemente mucho mayores, e.g. a) en 1991 había ca. 4 millones de observadores de ballenas en 31 países y territorios en todo el mundo; b) en 1994 creció a 5.4 millones en 65 países; y c) en 1998 a 9 millones en 87 países.

Estos incrementos producidos en la década de 1990 han sido exponenciales y hay razón para creer que crecimientos similares han seguido ocurriendo (Hoyt 2001).

Las ballenas son mucho más valiosas para la economía de las naciones que han invertido en la industria de

la observación, que para aquellas que esperan mejorar su economía con la caza de ballenas. Si se toma como ejemplo el caso de la Provincia de Chubut (Argentina) solamente en 2001 se generaron ingresos por U\$S 60 millones en productos relacionados con la actividad de avistamiento de ballenas.

Por lo anteriormente expuesto se considera que el turismo de observación de ballenas (cuando se realiza de modo organizado, conociendo la capacidad de carga del lugar y según la normativa adecuada), puede generar divisas que sirvan para financiar programas de monitoreo de las especies avistadas y de la propia actividad de observación y su incidencia en el área protegida. Esta actividad también genera ingresos para los pobladores de las localidades donde se realiza, redundando en el desarrollo sostenible de éstas.

En el año 2000, una vez cumplidos los estudios básicos para determinar el uso del hábitat de ballena franca en la costa uruguaya (1995-1999), se gesta como asociación sin fines de lucro, la Organización para la Conservación de Cetáceos (OCC). Desde entonces, además de la investigación, sus objetivos prioritarios incluyen la educación ambiental y la conservación marina integrando los aspectos naturales, socio-culturales y económicos. Este último, representado por el turismo sostenible "whale watching", haciendo partícipes directos a las comunidades costeras en la creación de áreas marinas protegidas para ballena franca en la costa uruguaya.

Entre los objetivos de la OCC están:

a) Educación y concientización-contribuir con la educación ambiental de las comunidades costeras a todo nivel educativo, autoridades gubernamentales competentes y privados en la toma de conciencia;

b) Conservación-la implementación y gestión del Área Marina Protegida para ballena franca austral y su hábitat en la costa uruguaya; y el apoyo a los acuerdos regionales e internacionales referidos a la conservación de cetáceos y su hábitat; y

c) Desarrollo sustentable-revalorizar los aspectos naturales, turísticos (whale watching), histórico-culturales y económicos, de la ballena franca, mediante el turismo responsable de observación de cetáceos.

## ACTIVIDADES REALIZADAS

### Investigación

Desde 1995 a 2000 se implementó una red de observación sistemática desde distintos puntos de la costa uruguaya, con el objetivo de relevar el estado y ocurrencia de *E. australis*. Participaron diversas comunidades costeras de Rocha y Maldonado, capacitadas mediante charlas y cursos cortos. El objetivo fue crear una base preliminar de datos sobre ballena franca: frecuencia de aparición, período y utilización del hábitat. Se utilizó el método de muestreo "one-zero sampling" descrito por Thomas & Taber (1983). Para la cuantificación comportamental se utilizó el método de muestreo de SCAN o barrido, Altmann (1974), el cual consiste en cuantificar la mayor diversidad de comportamientos

observados por todos los animales dentro del rango de observación, en una fracción determinada de tiempo y de esta forma poder inferir cuáles han sido cada uno de los comportamientos predominantes de la especie en determinado tiempo y hábitat. De esta manera, se puede deducir cuál es la utilización del hábitat o al menos que comportamiento predominó durante el monitoreo.

En el año de mayor esfuerzo de avistaje (1998) se totalizaron en promedio 3 h/día, sumando 84 h/mes y 420 h/temporada. De esta manera se cumplieron 1252 h de observación en los cinco años, con un promedio de 250.4 h por temporada.

### Educación

Una vez conocidos los resultados preliminares de la investigación y a medida que ésta se realizaba fueron impulsadas diversas estrategias educativas y acciones interdisciplinarias para lograr la revalorización de esta especie "dependiente de la conservación" (IUCN 1998). Se realizaron campañas educativas (1996-2005) en coordinación con voluntarios locales capacitados, recorriendo escuelas, liceos y las sedes de la Universidad del Trabajo de Uruguay (UTU) de Maldonado, Rocha y en menor grado Montevideo dando charlas y proyectando videos sobre la naturaleza de los mamíferos marinos y las acciones necesarias para su conservación. Conjuntamente se editó un manual educativo para maestros y niños escolares con el apoyo del Ministerio de Educación y Cultura (MEC) el cual se distribuyó gratuitamente entre los destinatarios para profundizar la información sobre los cetáceos y su hábitat.

Para abarcar otros sectores de la sociedad se procedió a la creación de un evento anual que incluye todos los aspectos relacionados a la conservación de *E. australis*: La Semana de la Ballena Franca (2001-2005). Se conjugaron así exposiciones de carácter científico dirigidas al público en general, espectáculos artísticos, desfiles alegóricos bajo el lema "salvemos los océanos y a nuestras ballenas" y concursos de narrativa y expresión plástica. Esta actividad propone la generación de conciencia conservacionista en el público y la valoración del recurso ballena franca como propio, el fortalecimiento de los valores cívicos y su aprovechamiento sustentable.

Con el fin de generar un impacto en la sociedad y buscando la inserción de la temática en diferentes niveles, se trabajó para crear el "Día Nacional de Protección de la Ballena Franca Austral", decretándose para el primer viernes de cada octubre por la Cámara de Representantes (2002); se busca así oficializar a nivel político-institucional a la ballena franca como símbolo de la conservación de la naturaleza.

### Áreas protegidas y whale watching

Se gestionó ante el Ministerio de Turismo (MINTUR) y los demás ministerios competentes las Normas y Reglamentación para la Observación de Cetáceos desde plataformas náuticas (Decreto 261/02) y se propuso la construcción de nueve plataformas costeras para la ob-

servación de cetáceos en sitios estratégicos de Maldonado y Rocha, con infografía adjunta sobre aves costeras y los cetáceos más comunes que se avistan desde la costa uruguaya (Fig. 1). Con el apoyo del MINTUR, se impulsó el avistaje desde estas plataformas interpretativas por considerar que esta modalidad es ambientalmente menos invasiva, además de ser más democrática por ser gratuita.



Figura 1. Plataforma de avistaje en Playa Mansa, Punta del Chileno (Bahía de Maldonado). El coordinador local de la red de avistaje, Jorge Millán, en su rutina matinal.

Desde el 2000 se han dictado cursos cortos de capacitación sobre avistaje y observación de ballenas, dirigidos a operadores turísticos, autoridades, docentes y estudiantes, cuyo espectro incluyó personal de Prefectura, hoteleros, marineros y dueños de embarcaciones, docentes, profesionales, empresarios, políticos y estudiantes.

Con la participación de expertos regionales de Brasil y Argentina, desde 2001 se viene impartiendo clases prácticas y teóricas sobre avistaje embarcado responsable. Asimismo, se realiza desde 2003 una experiencia innovadora, otorgando un sello de calidad doméstico a una empresa náutica de Punta del Este, cuyo capitán se capacitó mediante un curso trimestral y cuyo navío cumple requisitos ambientales y de gestión interna. La embarcación, mediante convenio escrito, se compromete a llevar un guía a bordo, garantizando un turismo de calidad y el cumplimiento de la normativa. La embarcación está iden-



tificada por una bandera con el sello como incentivo a demás operadores y como señalización hacia el turista. Paralelamente, se realizó en las salidas un análisis socio-económico mediante encuestas auto-administradas, obteniendo datos sustanciales para el enfoque apropiado de la actividad, incluyendo el perfil típico de los visitantes, procedencia y grado de satisfacción de la salida en "busca de ballenas".

Se trabajó en el ámbito de los organismos que tienen incidencia en la toma de decisiones (Dirección Nacional de Medio Ambiente-DINAMA, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos-DINARA, MINTUR, Prefectura Nacional Naval, Intendencias Municipales) convocando instancias de trabajo con expertos internacionales y con autoridades e investigadores nacionales. Se realizó un Taller sobre "Turismo Responsable de Avistaje de Cetáceos" en Manantiales (Maldonado) y una exposición itinerante (muestra de maquetas y pósters) en espacios de gobierno y públicos claves, bajo el lema "Hacia el Corredor de Conservación de la Ballena Franca Austral: Ballena del MERCOSUR, Conservación y Desarrollo en Áreas Marinas Protegidas." En ésta se invitó, además de las autoridades correspondientes a cada ministerio, a las escuelas de las zonas vecinas.

Por otro lado se efectuó una propuesta formal solicitando declarar las Áreas Marinas Protegidas para Ballena Franca a reglamentarse por Ley 17.234/00 (MVOTMA); se trabajó con las autoridades del ministerio para la creación de áreas marinas protegidas y normas primarias para el manejo de *E. australis*.

## RESULTADOS

### Investigación

Los comportamientos observados durante el relevamiento demuestran, a pesar de falta de sistematización (en la frecuencia de recolección, no en la metodología puntual de observación) que la ballena franca utiliza la costa uruguaya con el fin de reproducirse (apareamiento, gestación y lactancia). El 82% (n=133) de los comportamientos observados correspondió a las actividades de reproducción, 16% a traslados y apenas 2% a reposo. Los comportamientos reproductivos de apareamiento fueron idénticos a los descriptos por Payne *et al.* (1972; 1986), donde una o dos hembras son perseguidas por varios machos, con muchos giros donde la mayoría parecen ser esfuerzos por escapar de cópulas no deseadas. La postura panza arriba en la superficie fue una técnica habitual observada, usada por las hembras para evitar apareamientos, ya que su hendidura ventral queda inaccesible.

Los resultados del monitoreo describen ballenas interponiéndose e impidiendo el paso de otras (n=18), roces violentos con sus callosidades (n=9), posicionarse dos machos alrededor de otra ballena, cuerpo a cuerpo por los lados y rodeándola. La postura de la hembra con el vientre hacia arriba predominó en los grupos (n=79), postura típica de resistencia a la cópula de la hembra (grupos de apareamiento).

Por lo general, los grupos se asociaron por períodos de al menos tres días en una misma localidad, con un máximo de siete días continuos (La Paloma y Bahía de Maldonado).

Las crías presentaron los comportamientos lúdicos típicos, con una serie de hasta seis saltos continuados y de varios tipos: a) de cuerpo entero con caída de costado; b) medio cuerpo con caída de vientre; c) saltos con caída de cabeza; y d) natación hacia atrás.

Entre los tamaños de los ballenatos se distinguieron cuatro tipos (Thomas & Taber 1984): los tamaños 2, 3, 4 y 5. El tamaño 2 posee  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  del largo de la madre; el tamaño 3 es la  $\frac{1}{2}$  del largo de la madre; el tamaño 4 aparentan más de  $\frac{1}{2}$  largo de la madre; y el tamaño 5 se reconocieron como sub-adultos, cuya piel aun permanece de color blanquecina con manchas más oscuras (pigmentación aliblanca o semi-albinos).

### Educación

Es muy difícil evaluar los resultados de las estrategias aplicadas en cuanto a la educación, ya que resulta prácticamente imposible valorizarlos en términos tangibles o materiales. A pesar de ello se puede visualizar algunos resultados palpables.

Como resultado de las campañas de divulgación y educación ambiental en las escuelas y liceos se han generado más de 3000 dibujos, 150 maquetas y más de 400 narrativas seleccionadas para los concursos. Los mejores cuentos, dibujos, maquetas y propuestas referentes a la ballena franca han sido premiados con el apoyo de empresarios y particulares. En estas campañas se han recorrido ca. 50 escuelas en Maldonado y Rocha, totalizando ca. 75 h de clase a más de 4000 niños en 2004, distribuyéndose ca. 5000 ejemplares del manual educativo para maestros y niños.

Asimismo, en las localidades de Maldonado y La Paloma grupos de trabajo con distintos actores de la comunidad (maestros, estudiantes, etc.) continuamente actúan en sus ámbitos con iniciativas propias generando conciencia hacia el respeto por el medio y valorizando a la ballena como un recurso suyo y como símbolo de la conservación. A través de ellos se ha conformado un plan de trabajo con niños en situación de calle que participan en actividades directamente relacionadas con la investigación, conservación y el cuidado de la ballena franca.

Las Ligas de fomento y turismo de ambas localidades anualmente organizan y coordinan las actividades de la Semana de la Ballena Franca donde se realizan espectáculos artísticos (con artistas de la zona, nacionales e internacionales), desfiles alegóricos por las principales avenidas con participación de la ciudadanía en general, escolares, liceales, organizaciones civiles, intendencias, turistas, Prefectura y otros. Durante estos eventos se moviliza prácticamente toda la sociedad bajo el símbolo de la ballena franca y la conservación. También se logró la participación de distintas empresas que se adhieren a esta iniciativa con la generación de productos con el símbolo de la ballena franca: alfajores con leyendas

de "salvemos a la ballena franca", recuerdos tales como mates, remeras, vinchas, artesanías con la imagen de distintos cetáceos.

### Áreas protegidas y whale watching

Se aprueba la normativa y regulación para el turismo de cetáceos desde embarcaciones (Decreto 261/02, DINARA). El Decreto regula el adecuado acercamiento y observación de ballenas y de otras especies de cetáceos de nado lento, por parte de aquellas embarcaciones debidamente registradas y autorizadas según lo dispuesto. Se define un radio de protección de la ballena (RPB) comprendido en 300 m, donde quedan prohibidos el nado, el buceo, la moto náutica, la pesca y el acercamiento de embarcaciones no registradas y otras actividades náuticas, salvo aquellos casos expresamente autorizados por la DINARA. El Decreto estipula que el acercamiento a la ballena o a la manada podrá ser realizado por una sola embarcación a la vez, durante un período de hasta 20 minutos. En un mismo momento podrán permanecer dentro del RPB, no más de tres embarcaciones autorizadas. Cuando exista más de una embarcación que transporte observadores dentro del RPB, las otras embarcaciones deberán respetar el orden de llegada de la primera. Igualmente, se prohíbe el acercamiento de aeronaves con alas fijas a una distancia menor a 300 m (RPB) o a una altitud menor de 1000 pies. (artículos 2°, 3°, 6° del decreto 261/00; reglamentación del decreto, DINARA, 2002).

Se capacitó a dos guías de avistaje, de profesión docente que ejercen en escuelas y liceos públicos y privados de Maldonado, mediante una serie de charlas y cursos cortos ejecutados durante dos años consecutivos (2002-2003), además de experiencias prácticas desde las distintas plataformas de avistaje (embarcado, torres terrestres fijas y puntos estratégicos costeros). Además se formó un grupo permanente de voluntarios en la ciudad de Maldonado.

Por otro lado, también como resultado del proceso de toma de conciencia de los miembros de la comunidad local, se ha constatado en diversas ocasiones que ellos mismos avisan a Prefectura cuando ven que algunas embarcaciones se acercan demasiado a las ballenas, se aproximan de forma inadecuada o están en su ruta de navegación. Este detalle no es menor ya que uno de los puntos más importantes de cualquier estrategia de manejo es involucrar a la sociedad local para lograr que ellos mismos sean los gestores y vigilantes de esa área y sus recursos.

Uno de los resultados más visibles son las campañas publicitarias del MINTUR durante 2002 a 2004 y la cantidad de empresas registradas en el propio ministerio, para hacer whale watching. Las campañas publicitarias se extienden durante toda la temporada de ballenas, en ésta se utiliza el mobiliario urbano para informar que "llegaron las ballenas a la costa atlántica". En muchos casos esta publicidad se ubica en las estructuras que se usan para el reciclaje de pilas, plástico o vidrio. Además

de la publicidad estática se logra, a través del MINTUR, un espacio en la edición central del noticiero de Canal 12 (televisión abierta). En este espacio, el día viernes, se brinda la última ubicación donde se ha avistado ballenas y la probabilidad de verlas en determinada playa. También es destaca la construcción de las nueve plataformas costeras de observación por parte del MINTUR. Otro resultado de los cursos de capacitación es el registro de siete empresas de turismo que se han interesado en obtener la licencia o permiso para realizar whale watching. De estas siete empresas solamente una realiza efectivamente este tipo de turismo en la ciudad de Punta del Este.

Por último, se ha obtenido abundante material gráfico. Se cuenta con ca. 15 h de filmación de las actividades de varios grupos de ballenas en la Bahía de Maldonado y numerosas fotografías, que si bien no tienen validez para aplicar las técnicas de fotoidentificación, tienen valor educativo, informativo y documental sobre las actividades y comportamientos de apareamiento y cría de la ballena franca en al costa uruguaya.



Figura 2. Salida de Turismo Responsable de Avistaje junto a especialistas de Center for Coastal Studies, International Wildlife Coalition or OCC.

### DISCUSIÓN

En muchas ocasiones el conocimiento de base es insuficiente para realmente entender el funcionamiento de un ecosistema y resulta más eficiente, en términos sociales, económicos y de conservación, utilizar los conceptos de especie paraguas o especie bandera. La utilización de estos conceptos en conservación actúa como nexo entre los enfoques específicos y sistémicos.

En este caso el conocimiento que se tenía de *E. australis* era insuficiente. Se consideraba que solamente utilizaba la costa uruguaya como una ruta de paso entre dos destinos. Con los resultados del relevamiento preliminar (primer período de cinco años) se lograron datos importantes acerca de la ocurrencia de esta especie en la costa uruguaya. Si bien estos datos son faltos de una sistematización propiamente dicha, su valor radica en que demuestran el tipo de actividad y uso de hábitat de esta especie. El hecho de que estos animales presenten actividad reproductiva merece, *per se*, que se inicien planes de acción para la conservación de esta especie, en particular

conociendo su delicado estatus de “dependiente de la conservación”. Las ballenas no solamente están de paso por aguas uruguayas, sino que vienen a realizar una actividad específica. Las ballenas francas adultas enfrentan la migración y el período reproductivo invernal sin ingerir alimento en volumen significativo dependiendo así de la energía acumulada al final del verano. Por lo tanto, las perturbaciones hacia los animales representan un dispendio adicional de su reserva o una amenaza para su reproducción y supervivencia. Estos elementos motivaron, por tanto, la implementación de los programas educativos.

Uno de los puntos más interesantes que surgieron de los programas de divulgación y educación es la idea que la ballena franca tiene un atractivo especial para el público general. La fuerte adhesión de la sociedad a los eventos tales como la Semana de la Ballena Franca y desfiles alegóricos, sumado al gran interés mostrado en las campañas educativas y el impacto generado en la sociedad a través de la idea que en Uruguay hay ballenas, permite sugerir la idea que esta especie sería un caso ideal de especie bandera.

Se considera que utilizando a esta especie como símbolo de la conservación se pueden crear campañas de conservación de todo el patrimonio costero-marino y acercar al público a otros temas tanto o más urgentes en términos de conservación. El primer paso ya está dado, y las localidades del litoral oceánico ya están transitando este camino, han tomado a la ballena franca y su entorno como suyos.

Un aspecto importante que conllevan las plataformas de avistaje es el de “aulas en la naturaleza”: modalidad de aprender, sensibilizar y servir de nexo entre personas y los recursos naturales, promoviendo un contexto apropiado para la interpretación ambiental. Asimismo, informan durante todo el año al turista acerca de la presencia y características de los cetáceos costeros y del circuito costero que recorre puntos estratégicos para su observación en Maldonado y Rocha, denominado la “ruta de las ballenas”. Se impulsa la actividad de whale watching desde la costa por considerar que esta modalidad es ambientalmente menos invasiva y por otro lado es más democrática ya que es gratuita. Por otro lado genera menos estrés sobre las ballenas que el avistaje desde embarcaciones.

Se analizó la relación espacial entre las Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP) propuestas por FREPLATA y la distribución de la ballena franca, encontrándose una alta concordancia espacial (FREPLATA 2005). En tal sentido, el rol de la ballena franca como “especie bandera”, asociado a su alto reconocimiento social, representa un importante valor en términos de conservación, ya que la convierte en una “especie paraguas” ideal, en el sentido de que su protección podría coayudar a la conservación de otras especies de la región (Brazeiro *et al.* 2004).

Es notorio que los impedimentos de orden económico han sido los más fuertes para la efectiva conservación

del patrimonio natural y las especies amenazadas. En el entendimiento que es posible integrar conservación y desarrollo, se propone impulsar en forma gradual el turismo responsable de avistaje de ballenas-whale watching, como alternativa económica potencial para revitalizar las comunidades locales, promoviendo el desarrollo sostenible de la biodiversidad marina

Se ha podido constatar que el whale watching puede generar fuentes de trabajo alternativas y directas; de hecho algunos individuos en Maldonado ya están recibiendo ingresos adicionales por concepto de esta actividad. Es posible que la misma financie investigaciones científicas y sirva como plataforma para tales estudios. Los barcos que hacen observación deben llevar a un investigador a bordo, instancia que se puede y debe aprovechar para realizar las salidas de campo necesarias en toda investigación. Por otro lado el whale watching genera entrada de divisas al área protegida. Este hecho no es menor, ya que una de las dificultades más grandes para gestionar y manejar un área son las limitaciones económicas. Un correcto manejo de los beneficios económicos del whale watching puede redundar en una gestión económicamente viable y real.

Finalmente, se considera que un plan de Manejo Integrado de la Zona Costera, sería la base científica para el manejo de los ecosistemas costeros. El propósito fundamental de toda iniciativa de manejo integrado de la zona costera es el de mantener, restaurar o mejorar cualidades específicas de un ecosistema costero y a la sociedad humana que lo integra (Olsen 2003). Se toma al manejo costero como un proceso adaptativo y a medida que se van obteniendo resultados se van cambiando las pautas de manejo. En este punto se cree oportuno mencionar que el manejo siempre responde a las necesidades humanas. Se entiende al MIZC como un proceso continuo y dinámico que une al gobierno y a la sociedad, ciencia y manejo, intereses sectoriales y públicos en preparar e implementar un plan integrado para la protección y desarrollo de los ecosistemas costeros y sus recursos (Olsen *et al.* 1998) Se considera al manejo ecosistémico como una disciplina holística. Se considera que solo se puede entender algún componente de un sistema como parte integral de este. Es imposible conservar (manejar) una sola especie. Los humanos son parte de los ecosistemas. Tanto como gestores de ecosistemas que protegen a otras especies o como especie que utiliza recursos que integran un ecosistema.

Se considera que en el caso de *E. australis* se conjugan tres elementos muy útiles para la gestión y manejo de las áreas costero-marinas en Uruguay: 1) la presencia de la ballena franca; 2) su carácter carismático (Especie Paraguas y Bandera); y 3) el crecimiento mundial del turismo de whale watching. Se debe aprovechar esta situación para generar planes de manejo efectivos, reales y que redunden en la conservación de estas especies y en el aumento de a calidad de vida de las comunidades costeras que están en relación con éstas.

### Prioridades y perspectivas de investigación

Se considera que desde este enfoque es de fundamental importancia la realización de estudios que evalúen el efecto del avistaje sobre las ballenas y su repercusión en el resto del sistema. Rivarola *et al.* (1996) sugieren que "las observaciones sencillas desde la costa permiten estimar impacto, medido como simples cambios en el comportamiento. Luego, es posible efectuar monitoreos de utilidad práctica para el control y manejo de la actividad de avistaje. Dada la longevidad de los animales implicados, la baja tasa de reproducción, la dificultad de medir mortalidad y fertilidad, y el costo de estimar parámetros poblacionales de crecimiento, no puede pretenderse basar el manejo de la actividad únicamente en datos que evidencien un efecto sobre la supervivencia y el éxito reproductivo de los individuos. Una evaluación de impacto debe ser rápida, sencilla y poco costosa y debe acompañarse de un estudio a largo plazo que permita medir tendencias poblacionales".

Todos los avistajes que se realizan tienen un efecto. Cuando una ballena se acerca a una embarcación, probablemente interrumpe actividades propias de la reproducción y cría (e.g. lactación, apareamiento) y esto es una forma de impacto. Cuando un individuo se aleja de la embarcación que lo está avistando, se suma al impacto provocado por interrumpir el comportamiento normal, aquel causado por la potencial molestia originada en la presencia del barco (IWC 1986).

"La evaluación de impacto es un requisito que debería anteceder y acompañar a toda actividad de desarrollo con potencial efecto sobre la biodiversidad. Uno de los objetivos principales de efectuar estudios de impacto es asegurar que una actividad económica sea sustentable (Hofman *et al.* 1985). Consecuentemente, estimar el efecto de los avistajes sobre el comportamiento de las ballenas es un objetivo relevante para la actividad privada que depende del recurso, el gobierno que decide sobre su uso y la comunidad interesada en su conservación. Una manera óptima de evaluar el impacto sobre una especie altamente vulnerable, es mostrar el efecto que la misma tiene sobre la supervivencia y la reproducción de los individuos. No existe información que sugiera que las ballenas abandonan las áreas donde se producen los avistajes, ni tampoco datos que indiquen que la actividad causa mortalidad directa de individuos. Sin embargo no es posible obtener dicha información a corto plazo para una especie longeva y de baja tasa de reproducción como la ballena franca." (Rivarola *et al.* 1996).

### Implicancias para la conservación y el manejo

Existe una necesidad inmediata de la creación de áreas protegidas. Se han podido observar frecuentemente una serie de amenazas localizadas, perturbación en áreas reproductivas, colisiones con embarcaciones de gran porte (registros en Río Grande do Sul), enmallamientos en artes de pesca y varamientos de ballenas francas con severas lesiones externas; estos son testimonio y alerta de una problemática registrada en la costa uruguaya.

A través de la actividad de observación, ya sea embarcada o desde la costa, se ha podido constatar el turismo informal, reconocido como el acercamiento a distintos grupos de ballenas de modo incorrecto por embarcaciones de recreación, kayaks y tablas de surf. También se tiene constancia del peligro de tales actitudes; en dos casos se han documentado el levantamiento de veleros deportivos y veleros de clase "snipe" por parte de ballenas, como señales de advertencia a tener en cuenta con potenciales perjuicios para la especie y las personas.

Un porcentaje importante de estos conflictos costeros pueden "prevenirse o mitigarse" mediante un Plan de Acción o de Manejo Preliminar impulsado por una Red de Avistaje/ Observadores Voluntarios capacitados, que realicen investigación científica básica, educación, sensibilización y conservación ambiental. La función y participación de las autoridades nacionales respectivas será vital para llevar a cabo este plan.

Uno de los pilares básicos para el manejo de un área protegida es la participación de las comunidades costeras; para esto es fundamental la implementación de programas educativos orientados a todos los sectores de la sociedad.

Las estrategias de manejo deberían atender con especial detalle el hecho de que los cetáceos pueden verse desde plataformas costeras o desde lugares específicos de la orilla, lo que genera una modalidad de turismo de observación más apropiada y coherente con un desarrollo sostenible de este tipo de actividad comercial. Por otro lado, esto hace que la experiencia de observación sea participativa hacia sectores de menores recursos económicos, la hace más democrática e integradora.

"A largo plazo, es muy probable que el mayor valor que tiene la observación de cetáceos es su potencial de educar personas de todas las edades y con cualquier bagaje cultural para apreciar, valorar y comprender a los mamíferos marinos (IFAW 1998)", y a través de ellos al resto de los componentes del ecosistema.

Es de gran importancia el trabajo que se viene realizando para que Uruguay reintegrese a la Comisión Ballenera Internacional, y la consideración de la Ballena Franca como La ballena mercosureña dentro del SGT6 (sub grupo de trabajo 6) en el marco del MERCOSUR. Es de indudable necesidad que los actores políticos tomen el compromiso y protagonismo en estos y otros ámbitos de decisión para poder lograr un manejo integrado de los recursos costeros de Uruguay.

### REFERENCIAS

- Altmann J 1974 Observational study of behaviour: sample methods. *Behaviour* 49:222-267
- Berger J 1997 Populations constraints associated with the use of Black Rhinos as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology* 11:67-69
- Brazeiro A Acha M Mianzan H Gómez-Erache M & V Fernández 2004 Aquatic priority areas for the conservation and management of the ecological integrity of the Río de la Plata and its Maritime Front. Technical Report. PNUD Project/GEF RLA/99/G31, 82 pp. [www.freplata.org](http://www.freplata.org)

- Díaz de Guerra M** 2003 La Real Compañía Marítima. Editorial El Galeon, Montevideo. 189 pp
- FREPLATA** 2005 Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Documento Técnico. Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Proyecto PNUD/GEF/RLA/99/G31, 311pp
- Hoyt E** 2001 Whale watching: worldwide tourism numbers, expenditures and expanding socioeconomic benefits. A special report from the International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port, MA. i-vi+158 pp
- Hofman RJ & WN Bonner** 1985 Conservation and protection of marine mammals: past, present and future. Marine Mammal Science 1(2):109-127
- IFAW** 1998 Report on Workshop on the educational values of whale watching. Provincetown, USA
- IFAW WWF & WDCCS** 1997 Report of the International Workshop on the Educational Values of Whale Watching. Provincetown, 40 pp
- IWC** 1986 Reaction to Vessels. Pp 27-30 In: Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 8)
- Klinowska M** 1991 Dolphins, Porpoises and Whales of the World. The IUCN Red Data Book. IUCN, Gland. 386 pp
- Launer AE & DD Murphy** 1994 Umbrella species and the conservation of habitat fragments: a case of a threatened butterfly and a vanishing grassland ecosystem. Biological Conservation 69:145-153
- Olsen S** 2003 Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. Ocean & Coastal Management 46:347-361
- Olsen S Tobey J & M Kerr** 1997 A common framework for learning from ICM experience. Ocean & Coastal Management 37(2):155-174
- Palazzo JT Jr Flores PA Groch KR & PH Ott** 1999 First resighting of Southern Right Whale in Brazilian waters with an indicative of three year return and calving interval. 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (Wailea, Hawaii):143-144
- Payne R** 1986 Long term behavioral studies of the southern right whale, *Eubalaena australis*. Right whales: past and present status. International Whaling Commission.
- Rivarola M Tagliorette A Losano P & C Campagna** 1996 Impacto del avistaje de ballenas en Península Valdés, Argentina. Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica-Fundación Patagonia Natural (Puerto Madryn, Argentina) (28):1-54
- Simberloff D** 1998 Flagships, umbrellas and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. Biological Conservation 3:247-257
- Shrader-Frechette KS & ED McCoy** 1993 Methods in ecology: strategies for conservation. Cambridge University Press, Cambridge. i-ix+328 pp
- Thomas PO & SM Taber** 1984 Mother-infant interreaction and behavioral development in southern right whales, *Eubalaena australis*. Behaviour 88:42-60
- IUCN/SSC Cetacean Specialist Group** 1994 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans. IUCN, Gland. 91 pp
- Wilcove D** 1993 Getting ahead of the extinction curve. Ecological Applications 3(2):218-220

## Biodiversidad y calidad de agua de 18 pequeñas lagunas en la costa sureste de Uruguay

CARLA KRUK\*, LORENA RODRIGUEZ-GALLEGO, FEDERICO QUINTANS, GISELL LACEROT, FLAVIO SCASSO, NESTOR MAZZEO, MARIANA MEERHOFF & JUAN CESAR PAGGI

\*ckruk@yahoo.com



### RESUMEN

Las pequeñas lagunas de la costa uruguaya son importantes para la conservación y como fuente de agua potable, debido a la elevada biodiversidad y calidad de agua. Sin embargo, se desconoce la estructura y funcionamiento natural de muchas de ellas. Durante el verano de 2003 se realizó un relevamiento de las características limnológicas, así como de las cuencas de 18 de estos sistemas en Canelones, Maldonado y Rocha, con el objetivo de describirlas y analizarlas en términos de biodiversidad y calidad de agua para generar herramientas para su manejo. Las características morfométricas y de cuenca fueron los factores ambientales más importantes, pero fueron las macrófitas las que determinaron las diferencias entre sistemas. Las macrófitas promovieron la mayor diversidad y fases de agua clara. La mayoría de las lagunas presentaron un estado de mesoeutrófico a eutrófico. A partir de datos biológicos, de estado trófico, de la cuenca y humedal litoral se desarrolló un índice multicriterio basado en la hipótesis de los estados estables. Dicho índice estima la aptitud de los sistemas a pasar o mantenerse en un estado de agua turbia, de menor calidad. Las lagunas que no presentaron humedales litorales y/o vegetación sumergida se estimaron como las más vulnerables al incremento de los usos que se desarrollan en sus cuencas.

**Palabras clave:** plancton, necton, macrófitas, lagunas someras, cuenca

### ABSTRACT

The small coastal lagoons of the Uruguayan coast are relevant for conservation purposes and as a source of drinking water, due to their high biodiversity and good water quality. Nevertheless, their structure and functioning are unknown. During the summer of 2003, 18 lagoons were sampled in Canelones, Maldonado and Rocha. Limnological and catchment area characteristics were surveyed, and biodiversity and water quality analyzed to generate information for their management. Morphometric and catchment characteristics were the most relevant environmental factors, but macrophytes were the main conditioning factor determining differences between systems. Moreover, macrophytes promoted the highest diversity and clear water state. Most systems were meso to eutrophic. A multicriteria index was developed with trophic state, biological variables, littoral wetland and catchment area characteristics, to estimate the suitability of the lagoons to develop or maintain a turbid water phase. The index indicated that the lagoon systems with no wetlands or submerged vegetation would be the most vulnerable to the increasing human uses being developed in their catchment areas.

**Key words:** plankton, nekton, macrophytes, shallow lagoons, catchment area

### INTRODUCCIÓN

#### Calidad de agua y eutrofización

Las lagunas y/o lagos someros, los ecosistemas acuáticos más abundantes del planeta (Wetzel 2001), representan sitios de recreación, fuente de agua dulce y sustentan pesquerías, entre otros servicios ambientales. Se caracterizan por una profundidad media no mayor a 4 m, amplia cobertura por plantas acuáticas (macrófitas), mezcla continua del agua e importante interacción con el sedimento (Scheffer 1998). Pueden presentar grandes y rápidos cambios y son muy susceptibles a las presiones externas (Huszar *et al.* 1998). Su mayor amenaza es la eutrofización antrópica causada por el aporte de nutrientes, partículas en suspensión y materia orgánica que reciben por escorrentía desde la cuenca. La eutrofización se manifiesta por un deterioro de la calidad del agua, principalmente la proliferación de fitoplancton y en menor medida de macrófitas, disminu-

ción de la transparencia y alteración de la coloración, disminución del oxígeno y generación de malos olores (Ryding & Rast 1992).

En sistemas someros meso a eutróficos pueden ocurrir dos estados estables: uno de agua clara y otro de agua turbia. El primero se caracteriza por alta disponibilidad de luz, baja biomasa fitoplanctónica y dominancia de las macrófitas sumergidas, que proveen hábitat y refugio a peces y zooplancton. Este estado suele presentar mayor heterogeneidad espacial (debido a las macrófitas), biodiversidad y calidad del agua. En el estado de agua turbia, la biomasa fitoplanctónica es alta y hay pocas o ninguna macrófita sumergida (Scheffer 1998). Como consecuencia, disminuye la biodiversidad en todos los niveles tróficos y se deteriora la calidad de agua, desarrollándose por ejemplo cianobacterias potencialmente tóxicas (Moss 1998). Algunos sistemas someros pueden además presentar un enriquecimiento de materia orgánica

disuelta cromofórica (MODC) producto de la descomposición del material vegetal del propio cuerpo de agua, del humedal litoral y de la cuenca. Dicha MODC otorga un color marrón-amarillento al agua, disminuyendo la penetración de la luz y alterando la disponibilidad de nutrientes (Wetzel 2001).

#### Usos de la cuenca y problemática asociada

El funcionamiento de los sistemas acuáticos está estrechamente ligado a las características de la cuenca y el uso del suelo (Wetzel 2001). En Uruguay, muchas lagunas naturales pequeñas han sido degradadas por cambios en su cuenca, debido a la eutrofización y a alteraciones físicas. A pesar de esto, son poco comunes las investigaciones en dichos sistemas que integren a sus cuencas (ver Mazzeo *et al.* 2003). La escasa información existente incluye análisis y recopilaciones muy generales (PROBIDES 1999; Scasso 2002) o analiza solo algunos sistemas específicamente (Bonomi 1984; Canzani & Varela 1984; Crossa *et al.* 1990; Mazzeo *et al.* 1993, 1995; 2001a; 2001b). Otras fuentes de información como monitoreos parciales de calidad de agua realizados por OSE (Obras Sanitarias del Estado) y DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) son de difícil acceso.

El uso de índices para determinar la calidad del agua es una eficiente manera de sintetizar información. Sin embargo, muchos de ellos fueron diseñados para sistemas profundos, por lo que su aplicación a lagunas someras pueden confundir y omitir procesos importantes (Canfield *et al.* 1984). Este es el caso de la disminución de la transparencia por la abundancia de plantas sumergidas, o la omisión de los nutrientes del sedimento, altamente disponibles en sistemas someros. La utilización de modelos multicriterio son un ejemplo de una metodología sencilla que ayuda a diseñar un único índice que permite tomar decisiones de manejo. Este puede ser confeccionado a partir de un grupo amplio de variables relevantes, permite la incorporación de un marco teórico adecuado y facilita la toma de decisión, combinando variables ecológicas y socioeconómicas. Además, la metodología permite incorporar al proceso de diseño del índice la participación de diversos actores interesados.

Los objetivos del presente estudio incluyen la descripción y análisis integrado simultáneo de: 1) las actividades antrópicas en las cuencas; 2) las características físico-químicas del agua; 3) la estructura de las comunidades e indicadores de biodiversidad; 4) la influencia de 1 y 2 sobre 3 en términos de calidad de agua y estados estables; y 5) el desarrollo de herramientas para el análisis de la información que faciliten la toma de decisiones para el manejo, en 18 lagunas pequeñas de la costa SE de Uruguay.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

Las lagunas se ubican en los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha (Fig. 1). Se originaron durante transgresiones marinas en el Cuaternario y hoy es-

tán aisladas del océano por una flecha arenosa. Se ubican en zonas de baja pendiente y están rodeadas de bañados. Originalmente, la vegetación de sus cuencas se caracterizó por comunidades herbáceas y arbustivas de las cuales quedan relictos en estado semi-natural, fundamentalmente en Rocha (Scasso 2002).

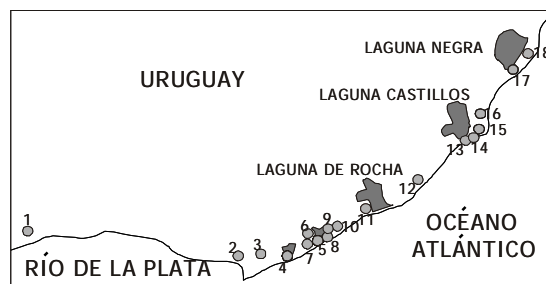


Figura 1. Localización de las lagunas. 1: Cisne; 2: Diario; 3: Blanca; 4: Barro; 5: Escondida; 6: Chica; 7: Techera; 8: Nueva; 9: Mansa; 10: Nutrias; 11: Chaparral; 12: Ponderosa; 13: Clotilde; 14: García; 15: Aguada; 16: Moros; 17: Redonda; 18: Pajarera.

### Muestreo y análisis de las muestras

Los muestreos se realizaron durante la estación estival de 2003. En la zona central de cada laguna se determinó la profundidad máxima, la transparencia (como profundidad del Disco de Secchi, DS) y se realizaron perfiles de temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), conductividad (K) y radiación fotosintéticamente disponible para calcular el coeficiente de atenuación de luz ( $K_d$ ). En cada sistema se eligieron al azar tres transectas, incluyendo la zona litoral. Sobre cada una, y en cinco puntos equidistantes, se colectaron submuestras de toda la columna de agua con un tubo de PVC (20 cm de diámetro). Para obtener una réplica por transecta, las submuestras de agua se integraron, y se tomaron muestras para los análisis químicos y comunidades planctónicas. Las variables químicas (Tabla 2) fueron determinadas según métodos estándar (APHA 1991; Arocena & Conde 1999). La MODC se estimó por fluorescencia y se aplicó el índice de fuente de ácidos fúlvicos (F) (McKnight *et al.* 2001).

La abundancia del fitoplancton (fito) fue estimada aplicando el método de Uthermol (Guillard 1978). Se estimó la cobertura de las macrófitas (mac) sumergidas y se calculó el volumen del sistema ocupado por vegetación sumergida (PVI, Canfield *et al.* 1984), sobre transectas equidistantes, cubriendo el sistema. La abundancia zooplanctónica (zoo) fue estimada según Paggi & de Paggi (1974). Los peces (pec) fueron muestreados utilizando dos técnicas: pesca eléctrica y redes de mallas múltiples de 30 m de longitud, en las áreas litoral y pelágica. El bentos no fue considerado y otras comunidades no fueron consideradas en este trabajo.

El estado trófico se estimó según Håkanson (1980), OECD (1983) y Salas & Martino (1990). El análisis de la cuenca se realizó a partir de fotografías aéreas de los años 1998 y 2000. Las fotografías y cartas topográficas

fueron georreferenciadas utilizando las coordenadas del Servicio Geográfico Militar del Uruguay. La cuenca se digitalizó a partir de las curvas de nivel de las cartas, realizando correcciones con las fotografías. Los usos fueron registrados en campo y expresados como variables nominales. El tipo de suelo se tomó de MGAP (1994).

### Análisis de datos

Las variables fueron estandarizadas y en caso necesario transformadas ( $\log x+1$ ). Se realizaron análisis de correlación paramétrica (Pearson) y no paramétrica (Spearman), análisis de varianza no paramétrica (Kruskal-Wallis) y análisis de componentes principales (ACP), utilizando el programa CANOCO 4.0. En todos los casos se estandarizó la toma de decisión para valores de significancia de  $p < 0.05$  y coeficientes de correlación mayores a 0.5.

Se confeccionó un modelo multicriterio para evaluar la aptitud (A) de cada laguna de desarrollar y mantener un estado de agua turbia, utilizando ocho criterios no redundantes (ver Tabla 6). Por ejemplo, la ausencia de peces piscívoros contribuye al pasaje hacia, o la permanencia en, el estado turbio (utilidad=1), mientras que su presencia no (utilidad=0). Los criterios fueron valorados, transformados con funciones de utilidad, y ponderados utilizando el sistema de Saaty (Banai-Kashani 1989). La aptitud fue calculada mediante una suma lineal ponderada de los criterios (Malczewski 1999) para cada laguna. El cuarto y tercer cuartil de aptitud representan la vulnerabilidad máxima y media a pasar a un estado turbio con el uso actual del suelo, o con una diversificación de usos futuros. Para Pajarera se desarrolló un modelo similar pero sin los criterios de cuenca, debido a la ausencia de datos.

## RESULTADOS

### Morfometría, características de cuenca y usos

Las lagunas seleccionadas fueron de tamaño pequeño a mediano al igual que sus cuencas (Tabla 1). Todas las variables morfométricas de las cuencas y las lagunas estuvieron correlacionadas positivamente, por lo que se seleccionó el área de la laguna (Alag) y la profundidad máxima (Zmax) como variables morfométricas representativas. El uso del suelo más extendido fue la ganadería, seguido de la forestación y la urbanización. La extracción de agua se observó en al menos cinco lagunas y la agricultura en dos sistemas. La utilización de agua por bomberos no fue considerada. Los usos también se correlacionaron positivamente con las variables antes mencionadas. La mayor cantidad de usos por cuenca aumentó hacia el W.

### Características fisicoquímicas y calidad del agua

En general, las lagunas presentaron agua de color marrón-amarillento, debido probablemente a elevados contenidos de MODC. Estos fueron principalmente de origen autóctono, a excepción de Mansa que presentó MODC de origen predominantemente alóctono de acuerdo

con la variable F. Doce sistemas se clasificaron como turbios ( $DS < 1$  m) y seis como transparentes ( $DS > 1$  m). Las más turbias fueron Cisne y Chica, con el máximo  $K_d$ , mientras que las más transparentes fueron Redonda y Clotilde. La transparencia ( $DS$  y  $K_d$ ) estuvo inversamente correlacionada con los sólidos suspendidos (SS). Todas las lagunas presentaron la columna de agua oxigenada, con excepción de Moros. No se observó estratificación térmica. El pH varió entre levemente ácido y neutro. La reserva alcalina (Alc) fue de moderada a baja, aumentando con el área de la cuenca y con K, que correspondió a agua dulce (Tabla 2).

Las concentraciones máximas de nutrientes fueron registrados en Cisne, Mansa y Pajarera para el fósforo total (PT) y en Mansa, Techera y Pajarera para el nitrógeno total (NT). Ambos estuvieron correlacionados positivamente entre sí y con los SS, e inversamente correlacionados con  $Z_{máx}$  y DS. El silicato reactivo (SiR) fue más elevado en lagunas con mayor cuenca. Las mayores concentraciones de nutrientes se encontraron en las lagunas que drenan hacia las lagunas costeras y presentan suelos de la Formación Laguna Merín (Fm Lm). La concentración de amonio ( $NH_4$ ) fue generalmente baja salvo en Pajarera. El fósforo reactivo soluble (PRS) y el nitrato ( $NO_3$ ) fueron máximos en Cisne (Tabla 2).

La clasificación trófica de los sistemas varió según las variables indicadoras consideradas. Diario, Escondida, García y Redonda fueron clasificadas como oligotróficas por su baja Clo a. Las lagunas clasificadas como hipereutróficas por tres o más índices fueron Chica, Cisne, Techera y Pajarera, mientras que las clasificadas como mesotróficas o hipereutróficas por menos indicadores fueron Chaparral, Clotilde, Escondida, García, Moros, Ponderosa y Redonda. Las que fueron clasificadas como oligo o mesoeutróficas por más indicadores se correlacionaron negativamente con los SS, Clo a, NT y PT. Por el contrario, los sistemas clasificados como hipereutróficos por más indicadores se relacionaron negativamente con  $Z_{máx}$  y DS y positivamente con SS, Clo a,  $K_d$ , NT, PT y  $NO_3$ .

En el ACP, dos lagunas se separaron del resto: Cisne con alto  $NO_3$ , PRS,  $K_d$ , K y PT, y Pajarera con alta Alc, SiR, NT y  $NH_4$ , ambas con alto MODC y SS. Además, se encontraron dos subgrupos de lagunas, uno con valores intermedios de SS y MODC que incluyó a Mansa, Diario, Barro y Chica, y otro con las lagunas restantes (12), mayoritariamente ubicadas en Formación La Angostura, y con la menor MODC y SS y mayor DS y  $Z_{máx}$ .

### Fitoplancton

Clotilde y Blanca presentaron los mínimos y máximos de abundancia de fitoplancton, respectivamente. La riqueza de especies de fitoplancton (Sfito) fue variable, mientras que el número de especies dominantes (Sdom) fue menos variable. La abundancia de fitoplancton ( $org\ ml^{-1}$  y  $cél\ ml^{-1}$ ) y la Clo a estuvieron directamente correlacionadas entre sí e inversamente correlacionadas con Sdom. En la mayoría de las lagunas, los grupos



**Tabla 1.** Parámetros morfométricos de las 18 lagunas y sus cuencas. Se indica la media y desvío estándar (ds) para todas las lagunas. Zmax=profundidad máxima, AC/AL: cociente área cuenca-área total de las lagunas y AL/AHF: cociente área total de las lagunas-área de humedal. Ubicación de las lagunas respecto de la costa (costa) y de las lagunas costeras (Lagcost). Dirección de su eje máximo en relación a la costa y las lagunas costeras: paralelo (pa) y perpendicular (pe). Unidad de suelo: Balmeario Jauriqui (BJ), Laguna Merrin (LM) y Angostura (AN). Usos de los sistemas y su cuenca: ganadería extensiva (GE), agricultura (A), urbanización (U), forestación (F) y extracción de agua para potabilizar (EA).

Sistemas	Origen	Zmax (m)	Cuenca (ha)	Área total (ha)	Perímetro total (m)	Área espejo (ha)	Área humedal (ha)	ACIAL	AL/AH	Nº afluentes	Asociación y dirección eje máximo	Unidad de suelo	GE	A	U	F	EA	Número de usos
AGUADA	Natural	1.4	44.7	7.4	1657	1.1	6.3	6.1	1.2	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
BARRO	Natural	2	33.8	21.8	2333	13.5	8.3	1.5	2.6	0	Costa-pa	LM	0	0	0	0	0	2
BLANCA	Natural	3.3	540.6	67.7	3536	28.7	39.0	8.0	1.7	2	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	4
CHAPARRAL	Natural	2.2	84.5	3.8	912	1.2	2.7	22.3	1.5	1	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
CHICA	Natural	1.7	53.5	2.2	712	2.2	0	24.2	-	1	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	2
CISNE	Natural embalsada	3.5	4885.8	200.4	12292	157.2	49.6	24.4	4.6	6	Costa-pa	BJ	0	0	0	0	0	5
CLOTILDE	Natural	3.7	286.7	114.9	8501	17.7	97.2	2.5	1.2	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
DIARIO	Natural embalsada	1.8	2462.2	207.6	7917	61.8	145.8	11.9	1.4	7	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
ESCONDIDA	Natural	5.4	479.9	26.8	3291	10.8	16.0	17.9	1.7	5	Costa-pe	LM	0	0	0	0	0	5
GARCÍA	Natural	2.4	89.0	17.2	3294	5.2	12.0	5.2	1.4	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	4
MANSA	Natural	1.2	62.2	12.3	2717	1.8	10.6	12.6	1.6	4	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	1
MOROS	Natural	3.2	66.9	9.7	2757	1.0	8.8	6.9	1.1	2	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
NUEVA	Natural	0.9	73.8	2.3	997	0.5	1.8	31.8	1.3	0	Lagcost-pa	LM	0	0	0	0	0	2
NUTRIAS	Natural	1.5	44.7	64.0	5342	33.8	30.2	4.2	2.1	4	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	1
PONDEROSA	Natural	1.3	33.8	3.7	832	0.6	3.1	26.1	1.2	2	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
REDONDA	Natural	3.6	540.6	6.8	1220	4.7	2.1	26.4	3.3	3	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
TECHERA	Natural	1.2	84.5	3.0	940	1.0	2.0	14.4	1.5	1	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	2
PAJARERA	Artificial	1.2	-	-	-	-	-	-	-	0	-	AN	-	-	-	-	-	2
<b>Media</b>	-	<b>2.3</b>	<b>573.5</b>	<b>45.4</b>	<b>3485</b>	<b>20.2</b>	<b>25.6</b>	<b>14.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>2.6</b>
<b>ds</b>	-	<b>1.2</b>	<b>1252.4</b>	<b>67.1</b>	<b>3267</b>	<b>38.9</b>	<b>39.7</b>	<b>9.8</b>	<b>0.9</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>1.2</b>

**Tabla 2.** Medias y desvío estándar (ds) de las características limnológicas de las 18 lagunas. Se indica el estado trófico de acuerdo con DS, Clorofila *a* (Clo *a*) (mg l<sup>-1</sup>), PT (mg l<sup>-1</sup>) y NT (mg l<sup>-1</sup>) de acuerdo con Håkanson (1980) y OECD (1983). Los tonos de gris de menor a mayor indican los estados: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico y hipereutrófico. DS (m); SS (mg l<sup>-1</sup>); K<sub>d</sub> (m<sup>-1</sup>); T (°C); OD (mg l<sup>-1</sup>); K (mS cm<sup>-1</sup>); Alc (mEl<sup>-1</sup>); PRS (mg l<sup>-1</sup>); NO<sub>3</sub> (mg l<sup>-1</sup>); NH<sub>4</sub> (mg l<sup>-1</sup>); SiR (mg l<sup>-1</sup>) y MODC (nm<sup>-1</sup>).

Laguna	DS	SS	Clo a	Kd	T	OD	pH	K	Alc	PRS	PT	NO3	NH4	NT	SiR	MODC
AGUADA	0.4	3.7	3.95	3.05	25.8	6.2	7.1	63	0.69	0.28	43.0	69.4	0.0	975	882	4.3
BARRO	0.3	28.0	4.90	7.59	26.3	5.7	6.0	187	0.24	5.96	32.8	156.5	25.6	884	855	5.5
BLANCA	0.7	8.9	3.43	1.41	25.2	8.1	7.5	223	1.21	0.47	51.9	56.7	0.3	1017	3518	3.2
CHAPARRAL	0.7	5.0	8.73	5.52	21.4	3.4	6.6	40	0.41	1.22	47.2	71.0	20.2	598	387	4.9
CHICA	0.1	48.7	46.48	10.77	23.6	9.2	6.5	68	0.25	0.56	90.5	88.4	4.9	1164	77	3.8
CISNE	0.1	30.1	4.17	11.48	25.1	6.2	7.2	327	1.85	328.9	413.0	208.8	36.7	1048	4848	6.0
CLOTILDE	1.8	0.2	4.11	1.66	25.5	5.9	7.0	70	0.70	0.00	27.7	48.8	0.0	451	3219	2.8
DIARIO	0.6	9.2	1.32	3.32	24.4	7.2	6.6	272	1.41	16.28	75.8	116.9	0.1	825	4640	6.3
ESCONDIDA	1.1	1.9	1.12	2.10	24.2	5.1	6.6	215	1.05	2.64	24.2	69.4	15.9	489	3865	5.1
GARCÍA	1.6	1.0	0.00	2.74	26.0	5.8	6.5	129	0.65	0.00	29.8	47.2	0.0	332	2252	3.6
MANSA	1.0	1.5	4.51	3.07	26.5	6.8	6.6	135	0.96	86.91	184.2	161.3	0.0	1534	2275	8.8
MOROS	1.0	1.5	13.98	1.58	24.0	1.2	7.1	180	1.39	10.12	28.7	83.7	11.1	437	3080	7.2
NUEVA	0.6	6.3	6.96	2.97	26.6	6.7	6.1	67	0.72	1.88	60.9	126.4	6.1	1160	305	6.4
NUTRIAS	0.5	8.2	3.34	4.32	24.1	7.1	6.8	30	0.25	16.65	99.8	110.6	12.4	1136	203	4.4
PONDEROSA	0.9	6.3	9.37	2.70	25.1	7.4	6.5	60	0.35	33.60	86.5	107.4	25.8	888	1130	6.1
REDONDA	2.0	0.9	1.55	0.80	27.0	5.9	7.3	73	1.16	0.00	23.9	28.2	7.5	514	2863	2.8
TECHERA	0.7	15.7	13.67	2.34	26.8	7.1	6.4	134	0.55	0.75	37.9	88.4	5.3	1681	203	6.0
PAJARERA	0.3	31.3	13.81	2.92	28.0	6.7	7.1	150	1.55	1.99	179.8	86.8	194.6	2691	4189	6.3
<b>Media</b>	0.8	11.6	8.1	3.9	25.3	6.2	6.8	135	0.9	28.2	85.4	95.9	20.4	990	2155	5.2
<b>ds</b>	0.5	13.8	10.6	3.1	1.5	1.8	0.4	85.0	0.5	77.9	95.0	45.7	44.8	567	1675	1.6

dominantes fueron cianobacterias coccales pequeñas, nanoflagelados y picoplancton. Siete lagunas presentaron una combinación de estos tres grupos, mientras que en otras siete no se observaron las cianobacterias coccales. Sólo en Blanca y Techera dominaron las cianobacterias filamentosas, con algunas clorofitas clorococcales coloniales y picoplancton. Si bien en ningún caso se registró una floración algal, Chica presentó una alta abundancia de *Microcystis* spp. Techera y Clotilde tuvieron la mayor Sfito y menor abundancia, y Pajarera y Blanca la mayor abundancia y menor Sfito. Los mayores Sdom se encontraron en Chica, Escondida, Nutrias, Barro, Ponderosa, Diario y García, presentando valores medios de las otras variables fitoplanctónicas (Tabla 3).

### Macrófitas

Se observó un importante gradiente de cobertura de macrófitas entre lagunas. El PVI total fue máximo en Aguada, Techera y Nueva (90-100%), seguidas de Chaparral, Mansa y Ponderosa con muy alta cobertura, mientras que Barro, Chica, Nutrias, Cisne y Pajarera no presentaron plantas sumergidas. Se registraron 18 especies de macrófitas, en su mayoría sumergidas. *Cabomba carolineana* fue la más representada, seguida de *Potamogeton illinoensis* y *Ceratophyllum demersum*. Muchas de las especies ocurrieron sólo en una o dos lagunas. La

máxima riqueza de macrófitas (S<sub>mac</sub>) fue 5 en Escondida, Nueva y Aguada. Las especies con mayor PVI fueron *C. carolineana* (PVI mayor a 90% en Aguada, Techera y Chaparral, principalmente) y *Potamogeton pusillus* (ca. 70% en Mansa) (Tabla 4).

### Zooplankton

La abundancia de zooplankton fue media a baja, con abundancias mínimas en Barro y máximas en Nutrias. Generalmente, el grupo dominante en términos de abundancia fue el de los copépodos, seguido de rotíferos y en tercer lugar cladóceros (en dos lagunas). El estadio larval de copépodos (nauplio) incluyó calanoides y ciclopoides. Se registraron filtradores de materia orgánica en suspensión, herbívoros, herbívoros facultativos y omnívoros y/o carnívoros, siendo los dos primeros grupos los más abundantes. Los hábitat más representados fueron litoral y pelágico, seguidos de bentónico y litoral/bentónico. El número de especies zooplanctónicas (S<sub>zoo</sub>) fue alto en la mayoría de los casos y estuvo directamente asociado a los grupos taxonómicos. Chica tuvo mayor S<sub>zoo</sub> (41), fundamentalmente debido a rotíferos y nauplios, mientras que Escondida presentó el mínimo S<sub>zoo</sub>. Con respecto a las especies dominantes, Pajarera tuvo 13 especies, mientras que Clotilde sólo tres (Tabla 3).

Tabla 3. Características de las comunidades de fitoplancton (fito) y zooplancton (zoo) de las 18 lagunas estudiadas. Se indica la media y desvío estándar (ds) para todas las lagunas. Se indica abundancia de organismos (Org ml<sup>-1</sup>) y de células (Cél ml<sup>-1</sup>) de fitoplancton y abundancia de organismos (Org ml<sup>-1</sup>), número de especies (S), número de especies dominantes en número de organismos (Sdom), número de grupos taxonómicos de zoo (Tax), número de grupos tróficos de zoo (GT), número de hábitat utilizados por zoo (Hab), y grupos y géneros a los que pertenecen las especies dominantes.

Laguna	Fito Org ml <sup>-1</sup>	Fito Cél ml <sup>-1</sup>	S fito	Sdom fito	Grupos y géneros dominantes de fitoplancton	Zoo Org l <sup>-1</sup>	S Zoo	Sdom zoo	Tax zoo	GT zoo	Hab zoo	Grupos y géneros dominantes de zooplancton
AGUADA	119.5	712.6	85	2	Picoplancton	512.7	23	10	6	3	5	Lecane, Macrocyclus, Chydorus, nauplios
BARRO	11.8	16.6	100	5	Picoplancton, flagelados y criptofitas	42.8	18	10	5	4	3	Notodiptornus, nauplios
BLANGA	610.3	2023.2	33	4	Cianobacterias filamentosas y picoplancton	649.3	21	5	5	4	5	Keratella, Notodiptornus, nauplios
CHAPARRAL	142.4	320.2	121	2	Picoplancton	173.3	30	5	7	4	6	Eurycerus, nauplios, ciclopoideos
CHICA	37.8	87.3	67	5	Microcystis, Botryococcus, picoplancton y picoflagelados	287.6	41	8	6	3	4	Keratella, Polyarthra, nauplios, ciclopoideos
CISNE	31.6	32.6	50	3	Picoplancton y picoflagelados	496.7	20	11	5	4	4	Hexarthra, Pompholix, Notodiptornus, Bosmina
CLOTILDE	1.9	5.3	113	4	Cianobacterias coccales pequeñas, pico y nanoplancton	405.7	21	3	6	4	4	Ceriodaphnia, ciclopoideos
DIARIO	10.2	31.8	50	4	Flagelados, criptofitas y crisófitas	88.0	26	9	5	2	4	Ascomorpha, Keratella, nauplios
ESCONDIDA	5.6	8.8	57	5	Picoplancton, picoflagelados, clorofitas pequeñas sin flagelo	209.6	9	6	5	4	3	Diaphanosoma, Notodiptornus y nauplios
GARCÍA	4.0	4.2	80	4	Picoplancton, flagelados y criptofitas	332.2	10	8	5	4	4	Brachionus, ciclopoideos, Ceriodaphnia
MANSA	279.9	646.8	50	3	Picoplancton y cianobacterias coccales pequeñas	143.9	14	9	6	3	4	Conochilus, nauplios
MOCROS	147.0	681.3	26	2	Picoplancton	111.8	13	8	3	2	4	Synchaeta, nauplios
NUEVA	194.5	791.3	65	2	Cianobacterias coccales pequeñas y picoplancton	106.5	22	6	4	3	5	Ciclopoideos, nauplios, Macrothrix
NUTRIAS	2.8	13.0	49	5	Cianobacterias coccales pequeñas, clorofitas unicelulares sin flagelo, picoplancton	1811.0	16	9	5	3	3	Brachionus, Conochilus, Hexarthra, Keratella, nauplios, Bosmina, Diaphanosoma
PONDEROSA	18.8	44.6	110	5	Cianobacterias coccales pequeñas, chlorococales y picoplancton	202.9	26	8	7	3	3	Ciclopoideos, nauplios, Chydorus
REDONDA	5.3	7.9	47	3	Picoplancton y picoflagelados	51.8	25	10	6	3	5	Ciclopoideos, nauplios
TECHERA	79.4	213.9	134	4	Cianobacterias filamentosas, Botryococcus y picoplancton	259.3	19	5	6	3	5	Colurella, nauplios, Alona, Chydorus, Ilyocryptus
PAJARERA	602.3	4099.5	46	3	Picoplancton y coccales pequeñas	1070.8	22	13	6	2	3	Brachionus, Pterygura, Filinia, Notodiptornus y nauplios
Media	128.1	541.2	71.3	3.6	-	386.4	20.9	7.9	5.4	3.2	4.1	-
ds	191.2	1023.4	32.2	1.1	-	438.3	7.6	2.5	0.98	0.73	0.90	-

**Tabla 4.** Especies de plantas acuáticas registradas en las 18 lagunas. El PVI promedio (en rangos) incluye únicamente a aquellas lagunas en las que se registró la especie. Se indican las formas de vida: S: sumergida, SL: sumergida libre, EF: enraizada de hojas flotantes y E: emergente.

Especie	Forma de vida	Lagunas donde fueron registradas	PVI medio (%)
<i>Potamogeton pusillus</i>	S	Diario, Mansa	40-50
<i>Potamogeton gayi</i>	S	Diario, García	10-20
<i>Potamogeton ferrugineus</i>	S	Aguada, Escondida, Techera	10-20
<i>Potamogeton illinoensis</i>	S	Aguada, Clotilde, Diario, Escondida	10-20
<i>Potamogeton montevidensis</i>	S	Nueva	10-20
<i>Potamogeton</i> sp. (hoja ancha)	S	Redonda	30-40
<i>Potamogeton</i> sp. (hoja fina)	S	Escondida	10-20
<i>Egeria densa</i>	S	Blanca	10-20
<i>Myriophyllum quitense</i>	S	Diario	1-10
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	S	Nueva, Escondida	20-30
<i>Cabomba carolineana</i>	S	Aguada, Chaparral, Clotilde, Ponderosa, García, Nueva, Redonda, Techera	50
<i>Ceratophyllum demersum</i>	S	Aguada, Blanca, Clotilde, Escondida, Moros	1-10
<i>Chara</i> sp.	S	Aguada, Redonda	10
<i>Nitella</i> spp.	S	Mansa	1-10
<i>Utricularia</i> sp.	SL	Nueva	40-50
<i>Nymphoides indica</i>	EF	Clotilde	1-10
<i>Hydrocleis nymphoides</i>	EF	Mansa	1-10
Gramínea	E	Nueva, Techera	20-30

## Peces

Se registró un total de 32 especies de peces. Clotilde presentó el mayor número de especies (Spec) (18). Le siguieron, en orden decreciente, Cisne, Diario y Pajarera (14), García (12), Mansa y Aguada (8), Nutrias (7), Escondida (6) y Techera, Ponderosa y Chaparral (4). Los ambientes con menor Spec fueron Chica con 3 y Blanca con 2, mientras que Nueva careció de peces. Las especies más comunes fueron *Jenynsia multidentata* (overito), *Cnesterodon decemmaculatus* (madrecita) y *Cheirodon interruptus* (mojarra). La mayor parte de las especies pudieron ser clasificadas como omnívoras. Casi todas las lagunas presentaron por lo menos dos tipos de omnívoros, siendo los más comunes los planctívoros e insectívoros. En 13 de las 18 lagunas se registró al menos una especie carnívora. Blanca, García, Techera, Chaparral y Nueva no presentaron este grupo trófico (Tabla 5).

## Análisis conjunto

El análisis de correlación entre los distintos indicadores de diversidad y abundancia mostró que la riqueza total (Stotal) estuvo significativamente correlacionada con Sfito. Se observó un aumento (no significativo) de Stotal con el PVI, mientras que Spec disminuyó con esta variable. La Smac estuvo relacionada positivamente con DS y negativamente con SS. El PVI total se relacionó negativamente con SS, y el área y eje máximo del espejo de agua. Alag también se asoció negativamente con Clo a. Se observó una relación negativa entre el número de afluentes que recibe cada laguna y Sfito y Stotal. Zmáx se correlacionó negativamente con Clo a y la abundancia del fitoplancton. Para los peces, los tres

indicadores de diversidad (Spec, número de especies únicas y número de grupos tróficos) tuvieron correlaciones positiva y significativamente con diversos parámetros morfológicos y de la cuenca, así como con Alc y SiR. La Clo a fue menor en aquellos sistemas donde se extrae agua.

Las lagunas con mayor Smac fueron las más transparentes (DS y  $K_d$ ), las que presentaron mínimos SS, PT y  $NH_4$ . No se encontraron relaciones claras entre PVI y la concentración de nutrientes en el agua. Por otro lado, el nitrógeno inorgánico disuelto (NID) y NT afectaron positivamente a Clo a y la abundancia de fitoplancton. La Zmáx, DS, *P. pusillum*, Smac, *Cichlasoma facetum* y *Synbranchus marmoratus* fueron significativamente mayores en las lagunas transparentes, mientras que SS,  $K_d$ , OD, PT,  $NO_3$ , NID, NT, abundancia de células de fitoplancton, peces omnívoros-bentívoros, *C. decemmaculatus* y Zoo fueron significativamente mayores en el estado turbio.

## Índice de vulnerabilidad

El modelo multicriterio empleado indicó que el estado trófico, el PVI total, la presencia/ausencia de cladóceros y la relación AH/AL (ver abreviaciones en Tabla 1) fueron los criterios de mayor peso para promover o mantener un estado turbio. Las lagunas que actualmente están en estado turbio y tienen la mayor aptitud para mantenerlo son Chica y Pajarera (A máximo), seguidas de Barro, Blanca, Cisne, Diario, Nutrias y Techera, debido al mayor número de indicadores de hipereutrofia, ausencia o baja cobertura de plantas sumergidas y reducida zona litoral (Tabla 6).

## DISCUSIÓN

### Características abióticas

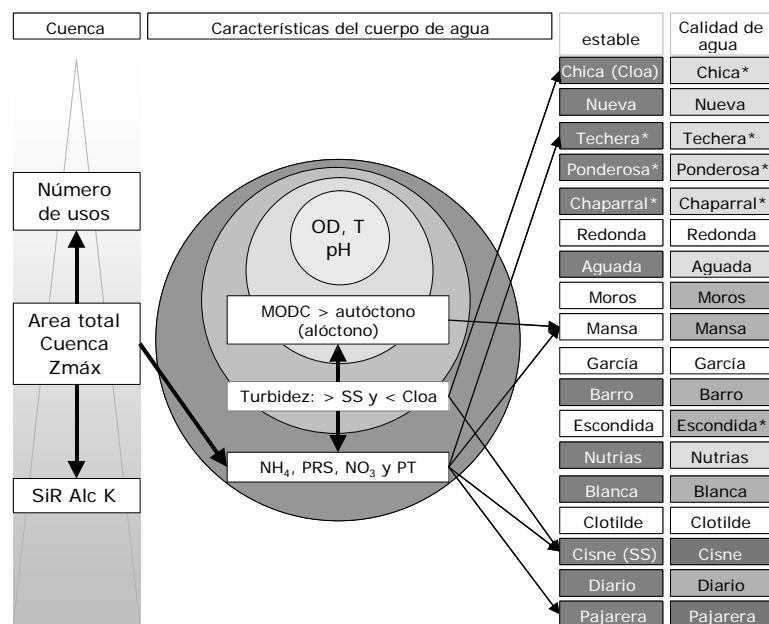
Las características abióticas de las lagunas estudiadas fueron organizadas en cinco grupos de mayor a menor variabilidad y efecto en las comunidades biológicas (Fig. 2). Elevado oxígeno disuelto, mezcla y pH levemente ácido a neutro fueron la norma. La MODC, con mayor variabilidad, fue en general elevada y principalmente autóctona, siendo probablemente generada en el humedal litoral de cada ambiente, con excepción de Mansa, donde se hipotetizan aportes terrestres. Con una variabilidad algo mayor se observaron las características asociadas a la turbidez, que fue la condición dominante y que se debió principalmente a SS inorgánicos (particularmente en Cisne), excepto en Chica donde se debió al fitoplancton. Cabe destacar que si bien Techera, Nueva, Aguada, Mansa, Ponderosa y Chaparral presentaron DS menor a 1 m, esto fue debido al efecto de sombreado de las plantas sumergidas, por lo que los índices de estado trófico deben ser analizados con precaución. Entre los factores fisicoquímicos de la columna de agua, la concentración de los nutrientes fue la más variable. Es interesante destacar las altas concentraciones de  $\text{NH}_4$ , NT y PT en Pajarera, debido a la abundancia de aves y al desagüe de aguas servidas desde la pajarera del Parque Santa Teresa. Por otra parte, Cisne presentó elevados niveles de  $\text{NO}_3$  y PT, pudiéndose relacionar al intenso uso del suelo en su cuenca, al igual que para Mansa, donde las altas concentraciones de PT y NT podrían deberse a un aporte alóctono, como lo indicó el tipo de MODC. Finalmente, los usos, características morfológicas y de cuenca, así como SiR, Alc y K presentaron la mayor variabilidad, formando un gradiente desde valores mínimos en Chica

a mayores en Diario. La clasificación de los sistemas en cuanto a su calidad de agua no fue clara en todos los casos. En este sentido se remarca la necesidad de aplicar un índice de vulnerabilidad.

### Comunidades biológicas e indicadores de diversidad

Se encontró que todas las comunidades biológicas estudiadas son importantes para la explicación de la variabilidad de la diversidad total, seleccionándose al menos un índice como indicador de diversidad de cada una. Se incluyeron cinco índices de diversidad (Stotal, Gtro peces, Sdom zoo, Gtro zoo, Gtax zoo) y tres índices de abundancia (Org zoo, Org Fito y PVI total) (ver abreviaciones en Tabla 3). La mayor Sfito en comparación con la riqueza de las demás comunidades condicionó al Stotal. Como era de esperar, las lagunas con mayor abundancia de organismos planctónicos mostraron la menor diversidad, mientras que aquellos con mayor PVI presentaron los mayores valores. La comunidad zooplanctónica fue la más variable por estar afectada por un mayor número de factores y probablemente por ser la más sensible a cambios ambientales. Sus índices varían diferencialmente en las lagunas con mayor abundancia de peces o de plantas. Esto podría permitir la utilización del zooplancton como única comunidad para la evaluación rápida de la diversidad general de estos sistemas, más aún considerando que los índices asociados a otras comunidades también lo estuvieron con los índices de zooplancton seleccionados. Para una mayor confiabilidad en estos resultados y su aplicación sería necesario estudiar además la comunidad zoobentónica y realizar una evaluación temporal.

**Figura 2.** Esquema que resume las características de cuenca y del agua de las 18 lagunas. Se representa los rangos y formas de variación de las variables ambientales de cuenca y agua en función de su desvío ponderado por su media. En ambos casos, el gradiente de blanco a gris oscuro representa menor a mayor variabilidad. Los factores de cuenca (pirámide) tuvieron la mayor variabilidad, mientras que los factores del agua (círculos concéntricos) presentaron menor variación. A la derecha se ordenan las lagunas de menor a mayor variabilidad estimada de los factores; e.g. de menor a mayor tamaño (excepción Pajarera). Se indica el estado de transparencia (gris: turbio; blanco: claro) y una estimación de su calidad de agua (de buena: blanca, a mala: gris oscuro). Las flechas gruesas indican correlaciones significativas entre los factores ambientales, las finas señalan las lagunas más relevantes para cada factor. \* Indica casos no claramente clasificables con la metodología aplicada.



**Tabla 5.** Lista de las especies de peces registradas. La clasificación en grupos tróficos se basa en los hábitos alimenticios más frecuentes en ambientes de la región para las mismas especies o similares.

Especie	Laguna donde fue registrada	Grupo trófico
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	Clotilde, García, Pajarera	Omn (insectívoro, planctívoro, bentívoro)
<i>Astyanax fasciatus</i>	Cisne	Omn (insectívoro, bentívoro)
<i>Astyanax</i> sp.	Nutrias	Omn (insectívoro, planctívoro, bentívoro)
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Diario	-
<i>Callichthys callichthys</i>	Redonda	-
<i>Charax stenopterus</i>	Cisne, Clotilde	-
<i>Characidium rachovii</i>	Diario, Mansa, Clotilde, Redonda, Pajarera	Omn bentívoro
<i>Cheirodon interruptus</i>	Cisne, Barro, Escondida, Techera, Mansa, Nutrias, Chaparral, Ponderosa, Aguada, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Cheirodon</i> sp.	Cisne, Pajarera	-
<i>Crenicichla scotti</i>	Diario	Carnívoro /omn insectívoro
<i>Cichlasoma facetum</i>	Cisne, Diario, Escondida, Clotilde, García, Aguada, Moros	Omn insectívoro
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Diario, Blanca, Escondida, Mansa, Nutrias, Chica, Clotilde, García, Aguada, Moros, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Corydoras paleatus</i>	Cisne, Diario, Chica, Mansa, Nutrias, Clotilde	Omn (planctívoro, bentívoro)
<i>Cyphocharax voga</i>	Cisne, Techera, Mansa, García, Moros	Detritívoro
<i>Diapoma terofalli</i>	Cisne, Diario	-
<i>Gymnogeophagus</i> sp.	Cisne, Diario, Barro	Omn (planctívoro, bentívoro)
<i>Heptapterus</i> sp.	García, Aguada, Moros	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	Escondida, Mansa, Pajarera	Carnívoro
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon luetkeni</i>	Diario, Clotilde, García, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>	Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i>	Clotilde, García, Aguada, Moros, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	Clotilde	Omn planctívoro
<i>Hypostomus</i> sp.	Cisne, Clotilde	-
<i>Hysonotus maculipinnis</i>	Cisne	-
<i>Jenynsia multidentata</i>	Diario, Blanca, Barro, Escondida, Chica, Techera, Mansa, Nutrias, Chaparral, Ponderosa, Clotilde, García, Redonda	Omn insectívoro
<i>Mimagoniates inequalis</i>	Clotilde	-
<i>Odontesthes bonariensis</i>	Diario	Carnívoro
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Cisne, Diario, Mansa, Nutrias, Clotilde, García	Carnívoro
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Cisne	-
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Techera, Chica, Clotilde, García, Aguada, Mansa, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Pimelodella australis</i>	Barro, Clotilde	Omn bentívoro
<i>Platanichthys platana</i>	Diario	-
<i>Pseudocorynopoma doriae</i>	Pajarera	-
<i>Rhamdia quelen</i>	Cisne, Diario, Nutrias, Ponderosa, Clotilde, García, Aguada, Pajarera	Carnívoro/Omn bentívoro
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Escondida, Chica, Ponderosa, Clotilde, García, Moros, Redonda, Pajarera	Carnívoro

### Relación entre las comunidades y los factores ambientales

Como era de esperar, los sistemas que presentaron un estado de agua clara, con mayor PVI y menores nutrientes, fueron los más diversos y con menor abundancia planctónica. No se encontraron relaciones claras entre PVI y los nutrientes del agua. Se observó que las variables abióticas no aportaron a la explicación de las

biológicas, presentando una variabilidad mucho menor. El PVI parecería ser el principal condicionante. El PVI total promovió la diversidad, probablemente a través del aumento de la heterogeneidad ambiental, generando mayor oferta de nichos y permitiendo la colonización y el crecimiento de distintas especies planctónicas, pero no de peces.

**Tabla 6.** Matriz de valoración de criterios del modelo multicriterio. Se indican los valores que toman los criterios sin transformar y los pesos relativos (w), resultantes de la ponderación utilizada, para Pajarera y las restantes lagunas. \* Indica criterios transformados, los restantes fueron valorados por variables de presencia/ausencia y no debieron ser transformados. A: Aptitud. AC/AL: relación área de la cuenca y de la laguna; AH/AL: relación área del humedal y de la laguna. En gris y negro se indican las lagunas que presentaron aptitud creciente para mantener o cambiar a un estado de agua turbia.

Laguna	Veces clasificada como hipereutrófica*	PVI Total*	Cladóceros	Piscívoros	Cianobacterias	AC/AL*	AH/AL*	Número de usos *	A
AGUADA	2	100	0	0	0	6.1	0.85	2	0.2
BARRO	2	0	1	0	0	1.5	0.38	3	0.6
BLANCA	2	15	1	1	0	8	0.58	4	0.6
CHAPARRAL	1	75	1	1	0	22.3	0.68	2	0.4
CHICA	3	0	1	0	1	24.2	0.00	2	0.8
CISNE	3	0	0	0	0	24.4	0.22	5	0.7
CLOTILDE	0	30	1	0	0	2.5	0.85	3	0.3
DIARIO	2	40	1	0	0	11.9	0.70	2	0.5
ESCONDIDA	0	15	0	0	0	17.9	0.60	5	0.3
GARCIA	0	5	0	1	0	5.2	0.70	4	0.3
MANSA	2	70	1	0	0	12.6	0.64	1	0.4
MOROS	1	20	1	0	0	6.9	0.90	2	0.4
NUEVA	2	90	1	1	0	31.8	0.77	2	0.4
NUTRIAS	2	0	0	0	0	4.2	0.47	1	0.5
PONDEROSA	1	70	1	0	0	26.1	0.83	2	0.3
REDONDA	0	60	1	0	0	26.4	0.31	2	0.3
TECHERA	3	95	1	1	0	14.4	0.66	2	0.5
PAJARERA	4	0	1	0	0	-	-	1	0.8
w Pajarera	0.47	0.23	0.15	0.02	0.04	-	-	0.09	
w restantes lagunas	0.36	0.22	0.12	0.02	0.04	0.02	0.15	0.07	

Una baja  $Z_{máx}$ , menor tamaño de laguna y cuenca, y un alto número de afluentes favorecieron la diversidad general y el desarrollo de las macrófitas. Sin embargo, la diversidad de los peces se comportó en forma inversa, ya que fue favorecida por mayor área y cuenca y por tanto con menor PVI. En las lagunas más grandes, el viento ejerce mayor fricción y la columna de agua es más turbulenta, dificultando el establecimiento de plantas sumergidas (Scheffer 1998). Además, en sistemas más profundos, las plantas sumergidas se restringen a zonas litorales someras, disminuyendo el PVI total. Si bien los sectores litorales y las áreas vegetadas en general presentan mayor riqueza y abundancia de peces, la mayor abundancia y cobertura de macrófitas no favoreció la riqueza de dicha comunidad.

#### Vulnerabilidad: usos actuales y potenciales

La influencia del uso de la cuenca en las características ecológicas fue variable, no evidenciando relaciones claras. Las relaciones encontradas se asociaron a las características de las cuencas como tamaño y tipo de suelo. Esto podría deberse en parte al tipo de análisis realizado (descriptivo, sin cuantificación de los usos) y probable-

mente a la importancia relativa del agua subterránea que alimenta a estas lagunas, en relación al agua superficial. Las lagunas pequeñas y poco profundas con pocos usos serían las menos afectadas y las más afectadas las de mayor tamaño y profundidad, más adecuadas para un mayor número de usos.

En la aplicación del índice multicriterio, los índices de estado trófico fueron los que presentaron mayor peso, condicionando una mayor aptitud al pasaje a un estado turbio. Un mayor aporte de nutrientes desde la cuenca por un cambio del uso del suelo, podría disminuir la calidad del agua de estos ambientes. Las alteraciones en el PVI y del humedal litoral (segunda y tercera variable de mayor peso en el modelo, respectivamente) presentaron gran importancia en la resistencia al pasaje a una fase de agua turbia. Esto es muy importante al considerar los intereses de los administradores de plantas de potabilización (Blanca) y de vecinos (Diario) de disminuir o eliminar las macrófitas, así como el desarrollo urbano que promueve la desecación y relleno de los humedales litorales, disminuyendo su función de amortiguador de los impactos desde la cuenca. En cuarto lugar se ubicaron los criterios de trama trófica (presencia

de cladóceros y piscívoros), que dependieron fuertemente del PVI y por tanto de manera indirecta de los cambios de uso en la cuenca. Alteraciones en la comunidad de peces podrían tener consecuencias ecológicas en cascada, favoreciendo un estado turbio (Scheffer 1998), aspecto relevante ya que la introducción de peces es cada vez más común tanto por vecinos (Escondida) para "enriquecer" la comunidad y por empresas potabilizadoras para "controlar" la vegetación acuática con carpas herbívoras (Blanca, acción no concretada).

Es importante destacar que de las lagunas con mayor aptitud para desarrollar fases de agua turbia, dos no presentan humedal litoral y cinco no tienen vegetación sumergida. El elevado valor de A de Techera podría deberse a una sobrestimación del índice de estado trófico en función del DS, dado la abundancia de plantas sumergidas que atenuarían la luz. Dicho índice debe ser analizado con precaución en lagunas con gran abundancia de plantas y SS inorgánicos (Wetzel 2001). De las ocho lagunas con mayor A, tres son utilizadas para extracción de agua, por lo que deben tomarse medidas de prevención del pasaje a un estado turbio y el desarrollo de floraciones algales potencialmente tóxicas (la presencia de dichas algas ya fue registrada en Blanca por Mazzeo *et al.* 2001b). Esto se vuelve más crítico para Cisne, dado que la concentración de PT, PRS y NO<sub>3</sub> al menos se duplicó desde 1987-1989 (comparación realizada a partir de Mazzeo *et al.* 1995).

Según las crecientes demandas de agua en la costa, principalmente en verano, se requieren nuevas fuentes de agua para potabilización. En tal sentido Clotilde, Escondida, García, Nutrias y Redonda son fuentes potenciales, debido a su tamaño, profundidad, calidad del agua y baja A. Algunas de estas ya son utilizadas o están consideradas por OSE. Sin embargo, estas deberían contar con estudios más completos de su funcionamiento natural, que permitan implementar medidas de manejo para evitar el deterioro de su calidad de agua.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Se debería cuantificar la importancia de estos ambientes como reservorio y refugio de especies y evaluar su conectividad con otros sistemas acuáticos, para conocer el grado de amenaza del desarrollo humano sobre las especies costeras. Con ciertas restricciones, la extracción de agua podría ser compatible con la conservación de la biodiversidad. En este sentido, se debería determinar y mantener un volumen mínimo que permita satisfacer la demanda y el funcionamiento natural de los ecosistemas. Para disminuir los costos y mejorar la calidad del servicio de agua potable se deberían determinar los efectos de la MODC en los procesos de potabilización e iniciar procesos de restauración en algunos sistemas (e.g. Cisne y Blanca). Finalmente, el monitoreo de estos ecosistemas es fundamental, tanto para determinar su funcionamiento natural como para evaluar los cambios asociados a sus usos.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Comúnmente, los sistemas destinados a abastecimiento de agua potable son seleccionados únicamente en función de su adecuación al uso específico, sin considerar las implicancias para la conservación de la biodiversidad o de otros usos potenciales. Cisne y Chica presentaron indicadores de deterioro de la calidad del agua determinados por SS y presencia de algas potencialmente tóxicas, respectivamente; en el primer caso por efecto del embalsado del sistema y en el segundo por una aceleración de la sedimentación por caminería inadecuada. Por otra parte, en la Laguna Blanca como resultado de la extracción de agua para su potabilización, se han registrado alteraciones importantes del volumen de agua, con efectos en sus comunidades biológicas (Mazzeo *et al.* 2001a; 2001b). La pérdida del humedal litoral debido a la urbanización en zonas inundables es un problema inminente y amenaza a varias lagunas (e.g. Diario, Techera, Blanca).

La conservación de la biodiversidad y de la calidad del agua implican una planificación de las actividades en la cuenca y en las lagunas, excluyendo o regulando a la agricultura intensiva, evitando la introducción de especies exóticas e impidiendo el drenado de bañados. Estas lagunas son los últimos relictos de biodiversidad en extensos tramos de costa, por lo que su conservación debe ser una prioridad.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Clemente Estable por la financiación brindada, a Aguas de la Costa S.A. por permitirnos utilizar sus instalaciones y a la familia Gambarotta y Uriarte por permitirnos transformar sus casas en estaciones de campo. A quienes colaboraron en las salidas de terreno: Juan Clemente, Lucía Boccardi, Diego Larrea, Franco Teixeira de Mello, Marcelo Loureiro, Maximiliano Clavijo, Roberto Ballabio, Héctor Caimaris (Guardaparque de Las Garzas), Dermot McKee y Gabriela Meerhoff. A Silvana Masciadri por la identificación taxonómica de las macrófitas. A los implementos que permitieron desenterrar la camioneta en numerosas ocasiones.

#### REFERENCIAS

- APHA** 1985 Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA/AWWA/WPCF, Washington D. C. 1268 pp
- Arocena R & D Conde** (eds) 1999 Métodos en ecología de aguas continentales con ejemplos de Limnología en Uruguay. DI.R.A.C., Facultad de Ciencias, Montevideo. 233 pp
- Banai-Kashani R** 1989 A new method for site suitability analysis: The Analytic Hierarchy Process. Environmental Management 13(6):685-693
- Bonomi A** 1984 Estudio taxonómico de algunas Desmidiaceae de la "Laguna Clotilde", Departamento de Rocha, ROU. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo (Inédita)
- Canfield DE Jr Shireman JV Colle DE & WT Haller** 1984 Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: importance of aquatic macrophytes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41:497-501



- Canzani G & R Varela** 1984 Introducción al estudio ecológico del zooplancton de la Laguna Briozzo (Dpto de Rocha). Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 157 pp (Inédita)
- Crosa D Gorga J Ferrando J & N Mazzeo** 1990 Aspectos morfométricos del embalse Del Cisne (Canelones, Uruguay) Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 21(1):81-90. Santa Fe
- Guillard RR** 1978 Counting Slides. Pp 182-189 *In*: Sournia (ed) Phytoplankton Manual. Unesco, Paris
- Hakanson L** 1980 An ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. Winter Research 14: 975-1101
- Huszar VL Silva LH Domingos P Marinho M & S Melo** 1998 Phytoplankton composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. Hydrobiologia 369-370:59-71
- Malczewski J** 1999 GIS and multicriteria decision analysis. Wiley & Sons, Canada. 392 pp
- Mazzeo N Crosa D & R Sommaruga** 1993 Productividad y variación estacional de la biomasa de *Pistia stratiotes* L. en el embalse Del Cisne, Uruguay. Acta Limnológica Brasiliense 6:186-195
- Mazzeo N Gorga J Crosa D Ferrando J & W Pintos** 1995 Spatial and temporal variation of physicochemical parameters in a shallow reservoir seasonally covered by *Pistia Stratiotes* L. in Uruguay. Journal of Freshwater Ecology 10(2):141-149
- Mazzeo N García F Gorga J Kruk C Lacerot G Larrea D Loureiro M Meerhoff M Quintans F & L Rodríguez-Gallego** 2001a Is the infestation by *Egeria densa* detrimental for water quality? Proceeding del 9th International Conference on the Conservation and Management of Lakes (Shiga,) 4BO05:171-174
- Mazzeo N Kruk C Meerhoff M Quintans F Lacerot G Gorga J Rodríguez-Gallego L Loureiro M García F Scharf B & D Larrea** 2001b Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Blanca: sus causas y respuestas. Financiamiento: Aguas de la Costa y CSIC. (Inédito)
- Mazzeo N Rodríguez-Gallego L Kruk C Meerhoff M Gorga J Lacerot G Quintans F Loureiro M Larrea D & F García-Rodríguez** 2003 Effects of *Egeria densa* Planch. beds on a shallow lake without piscivorous fish. Hydrobiologia (506-509): 591-602
- McKnight DE Boyer P Westerhoff P Doran T Kulbe Alfred-Wegener & D Andersen** 2001 Spectrofluorometric characterization of dissolved organic matter for indication of precursor organic material and aromaticity. Limnology and Oceanography 46(1):38-48
- MGAP** 1994 Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay (1:1.000.000).
- Moss B** 1998 Shallow lakes, biomanipulation and eutrophication. Scope Newsletter (29). 40 pp
- OECD** 1982 Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD, Paris
- Paggi JC & J de Paggi** 1974 Primeros estudios sobre el zooplancton de aguas lólicas del Paraná Medio. Physis (Sección B) 33:94-114
- PROBIDES** 1999 Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay. Rocha, 159 pp
- Ryding S O & W Rast** 1992 El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ediciones Pirámide, Madrid. 375 pp
- Salas H & P Martino** 1990 Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales. CEPIS/HPE/OPS. 51 pp
- Scasso F** 2002 Ambientes acuáticos de la zona costera de los humedales del este. Estado actual y estrategias de trabajo. PROBIDES, Documentos de Trabajo (43) 40 pp. Rocha
- Scheffer M** 1998 Ecology of shallow lakes. Population and Community Biology. Series 22. Chapman & Hall, Lelystad. 384 pp
- Wetzel RG** 2001 Limnology. Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Science, 1006 pp

## Procesos estructuradores de las comunidades biológicas en lagunas costeras de Uruguay

SYLVIA BONILLA\*, DANIEL CONDE, LUIS AUBRIOT, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, CLAUDIA PICCINI, ERIKA MEERHOFF, LAURA RODRÍGUEZ-GRAÑA, DANILO CALLIARI, PAOLA GÓMEZ, IRENE MACHADO & ANAMAR BRITOS

\*sbon@fcien.edu.uy



### RESUMEN

Las lagunas costeras son sistemas altamente dinámicos y ecológicamente complejos. La variabilidad de la frecuencia y amplitud de las fuerzas físicas, e.g. movimiento horizontal del agua y mezcla vertical continua, determinan su estructura y funcionamiento ecológico. Estos ecosistemas exhiben alta productividad y representan áreas relevantes para la conservación. Aquí se compila la información existente sobre el medio abiótico y las comunidades biológicas de las lagunas costeras obstruidas de la costa atlántica de Uruguay. El trabajo describe y ejemplifica los principales procesos que determinan la dinámica de estas comunidades en diversas escalas temporales. El análisis de esta información reveló la importancia general del compartimento béntico (microfitobentos y zoobentos), un marcado generalismo trófico en los consumidores y una fuerte interacción plancton-bentos. Las comunidades pelágicas de menor tamaño (bacterioplancton, picofitoplancton y microzooplancton) jugarían un rol fundamental en la síntesis y transferencia de materia orgánica entre niveles tróficos. El proceso de resuspensión de sedimentos y la interacción hidrológica con el océano, y en menor medida la estacionalidad, explican la dinámica temporal y espacial de la biota; son también relevantes las consecuencias ecológicas de los cambios recientes en el uso de la tierra en las cuencas. En base a un modelo de cuatro estados cuasi-estables para productores primarios en humedales, se caracterizó un tipo general de laguna obstruida para la costa atlántica en el estado Seco/Lago (dominado por microfitobentos). Se plantean escenarios hipotéticos de cambios de este estado a causa de la eutrofización creciente y la modificación artificial en la frecuencia de conexión con el océano. Ambos procesos afectarían sinérgicamente el funcionamiento ecológico de estas lagunas. Finalmente, se priorizan temas de investigación necesarios para elaborar pautas de conservación y manejo.

**Palabras clave:** diversidad, interacciones bióticas, estados estables, área protegida, conservación

### GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

Las lagunas costeras juegan un rol fundamental en la síntesis, transformación e intercambio de la materia orgánica que llega a la zona costera proveniente del continente. Al mismo tiempo, actúan como enlace entre el ecosistema terrestre y el marino (Lasserre 1979; Barnes 1980). Una de sus características más relevantes es la variabilidad de la frecuencia y amplitud de las fuerzas

### ABSTRACT

Coastal lagoons are highly dynamic and ecologically complex ecosystems. The variability of the frequency and amplitude of the main physical forces, e.g. horizontal movements of the water and continuous vertical mixing, drive their ecological structure and functioning. These ecosystems are highly productive and represent relevant areas for conservation. Here we compile the existing information about the abiotic environment and the biological communities of the choked lagoons of the Atlantic coast of Uruguay. This paper describes and illustrates the dominant processes that determine the dynamic of these communities along diverse temporal scales. The analysis of the information revealed the important role of the benthic compartment (microphytobenthos and zoobenthos), a noticeable trophic generalism among consumers and a strong interaction plankton-benthos. The small size pelagic communities (bacterioplankton, picophytoplankton and microzooplankton) would play a primary role in the synthesis and transfer of organic matter among trophic levels. The sediment resuspension processes and the hydrological exchange with the ocean, and to a lesser extent the seasonality, explain the temporal and spatial dynamics of the biota; also relevant are the ecological consequences of recent land use changes occurring in the basins. A general type of choked lagoon for the Atlantic coast in the Dry/Lake state (microphytobenthic dominance) was characterized based on a model of four quasi-stable states for primary producers in wetlands. Hypothetical scenarios of change from this state are derived, based on the ongoing eutrophication and the artificial modification of the frequency of connection with the ocean. Both processes would affect synergistically the ecological functioning of these lagoons. Lastly, research topics necessary for the elaboration of conservation and management guidelines are here prioritized.

**Key words:** diversity, biotic interactions, stable states, protected areas, conservation

físicas dominantes, e.g. el desplazamiento horizontal bidireccional de las masas de agua en forma de pulsos, la polimixis continua, la penetración de la radiación solar hasta el sedimento y su resuspensión por acción del viento (Day *et al.* 1989; Costanza *et al.* 1993; Bird 1994; Kjerfve 1994). Desde el punto de vista hidrodinámico, las lagunas presentan simultáneamente características de lago somero, embalse y río.

En las lagunas costeras se registran altas tasas de síntesis de materia orgánica autóctona por plantas o microalgas, pudiendo alcanzar los valores más altos para ecosistemas naturales cuando se incluyen los humedales litorales asociados (Mann 2000). Su elevada productividad primaria está relacionada con la alta disponibilidad lumínica, el aporte continental y marino de nutrientes, y las condiciones reductoras de los sedimentos (Knoppers 1994). Las comunidades biológicas pueden estar representadas alternativamente por especies límnicas, eurihalinas o marinas, dependiendo de la relación del sistema con el océano.

Las lagunas costeras presentan un elevado interés económico por los diversos bienes y servicios ecosistémicos que proveen, e.g. pesquerías, mantenimiento de biodiversidad de interés ecoturística, control hidrológico, generación y conservación de suelos (Limburg & Folke 1999). En estos ambientes, el frágil equilibrio entre el medio físico y la biota es altamente vulnerable a las actividades humanas (Seeliger *et al.* 1997), como la eutrofización (Castel *et al.* 1996). Por lo tanto, las lagunas y los humedales asociados recientemente han comenzado a recibir mayor atención internacional para efectivizar su conservación (Gonenc & Wolfin 2004).

En la cuenca atlántica uruguaya (9266 km<sup>2</sup>) se encuentran las principales lagunas costeras de mayor tamaño del país como José Ignacio, Garzón, Rocha, Nutrias, Castillos, Negra y Merín, algunas de las cuales tienen conexión directa (natural o artificial) al océano (Fig. 1). Varias de las lagunas de la costa atlántica uruguaya quedan comprendidas dentro de Areas Naturales Protegidas, reconocidas por el gobierno nacional e instituciones internacionales (decreto 266/966 Laguna de Castillos y 260/77 Lagunas de Rocha, Garzón y José Ignacio), Reserva de Biosfera "Bañados del Este" (MaB-UNESCO en 1977). También están incluidas en la Convención RAMSAR (Ley 15.337 de 1982), constituyen Zonas Núcleo y de Amortiguación a propuesta de PROBIDES (1999) y son analizadas para ser incluidas en el nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP; Ley 17.234 de 2000).

Los procesos geológicos que favorecieron la formación de esta serie de lagunas se iniciaron hace ca. 6000 años con hundimientos locales y levantamientos costeros de origen tectónico, finalizando con la estabilización del nivel del mar hace ca. 2500 años (García-Rodríguez *et al.* 2001; García-Rodríguez 2002).

Los estudios sobre aspectos limnológicos de las lagunas costeras de Uruguay se refieren fundamentalmente a las lagunas de Rocha y Castillos, versando en especial sobre la dinámica físico-química y las comunidades planctónica y bentónica (Pintos *et al.* 1988; Cardezo 1989; Jorcín 1989; Sommaruga & Conde 1990; Pintos *et al.* 1991; Sommaruga & Pintos 1991; Arocena *et al.* 1996; Conde & Sommaruga 1999; Conde *et al.* 1999; 2000; 2002; Conde 2000; Bonilla & Conde 2000; Bonilla 2002; García-Rodríguez 2002; Aubriot *et al.* 2004; Bonilla *et al.* 2005; Gimenez *et al.* 2005; 2006; Piccini *et al.*

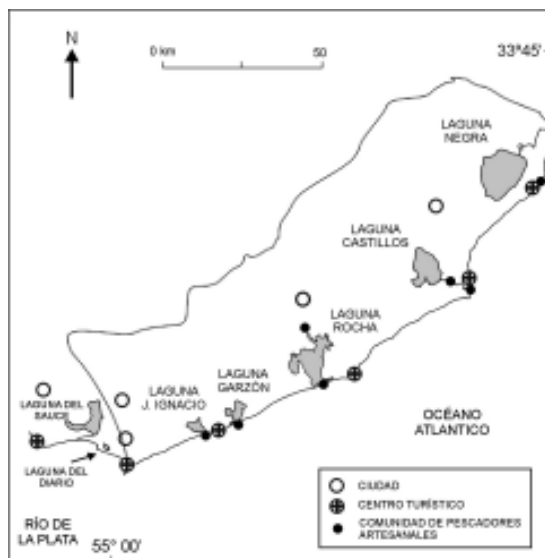


Figura 1. Principales lagunas costeras de Uruguay (no se incluye la Laguna Merín, al E de la Laguna Negra). Se destacan las lagunas José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos por su conexión con el Océano Atlántico. Se indica la ubicación de ciudades, centros poblados y turísticos, y comunidades de pescadores artesanales.

en prensa). Sobre la fauna íctica se destacan, por su relación al potencial pesquero y productivo, los trabajos de Nion *et al.* (1974), Forni *et al.* (1998), Acha & Macchi (1999), Macchi & Acha (1999), Santana & Fabiano (1999); Norbis & Verocai (2001), Borthagaray (2002), Vizziano *et al.* (2002), Saona *et al.* (2003) y Norbis & Galli (2004), así como propuestas de monitoreo de pesquerías (Fabiano & Santana 2000). Existen pocos antecedentes sobre la composición de plantas acuáticas los que se restringen a colectas aisladas (ver Alonso 1997) y estudios recientes de su ecología (Conde *et al.* 2003; 2004a; Isacch *et al.* 2006). Las investigaciones sobre faunística, distribución y ecología de aves de bañados y lagunas se desarrollan principalmente a partir de 1980 (Vaz-Ferreira & Rilla 1991), integrándose más adelante censos de poblaciones y propuestas de monitoreo (Azpiroz 2000). Más información sobre aves se presenta en Aldabe *et al.* (en este volumen). Existen escasos estudios sobre vertebrados tetrápodos de zonas de humedal de zonas costeras; Gambarotta *et al.* (1999) realizaron un inventario de esta fauna para la Laguna de Castillos y Soutullo *et al.* (1998) y Lacombe *et al.* (2001) estudios sobre lobito de río (*Lontra longicaudis*).

En este trabajo se sintetizó de la información ecológica y ambiental de las lagunas de la costa atlántica uruguaya, con influencia directa o indirecta con el océano, principalmente las lagunas José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos, para las cuales se cuenta comparativamente con más información. El primer objetivo fue caracterizar las principales comunidades y los procesos estructuradores de su dinámica. En segundo lugar, se evaluó la información necesaria para abordar aspectos de conservación. Se realizó una recopilación bibliográfica, incluyendo traba-

jos científicos, informes técnicos, tesis de posgrado y pasantías de grado, además de datos originales de proyectos en curso de las secciones Limnología y Oceanología (Facultad de Ciencias, Universidad de la República).

### GENERALIDADES DEL MEDIO ABIÓTICO

En general, el tamaño, profundidad y antigüedad de las lagunas costeras de Uruguay aumenta de W a E (Fig. 1). La relación entre área de la cuenca y el espejo de agua disminuye en el mismo sentido al igual que el grado de alteración antrópica (Tabla 1). La conexión intermitente con el océano es el fenómeno hidrológico que determina y domina las características físico-químicas y el funcionamiento abiótico en general de estas lagunas costeras. De acuerdo a la frecuencia de conexión es posible diferenciar lagunas que permanecen siempre aisladas (e.g. lagunas Negra, Sauce y del Diario) y otras con conexión intermitente (e.g. Laguna de Rocha, Garzón, José Ignacio y Castillos). La conexión con el océano puede ocurrir durante la mayor parte del año (Laguna de Castillos), en forma menos frecuente y con una alta variabilidad (Rocha y José Ignacio) o con baja frecuencia (Garzón) (Tabla 1). Por ejemplo, durante 1987 la barra de Laguna de Rocha permaneció abierta 54% del ciclo anual (ca. 3 a 6 aperturas) y las aperturas duraron de uno a tres meses (Pintos *et al.* 1988). Esta laguna se abre cuando la profundidad alcanza ca. 1.4 m en el canal central, produciendo una descarga de ca.  $570 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Ayup 1983). Fotos aéreas de situaciones de barra abierta y cerrada de la Laguna de Rocha se pueden encontrar en <http://limno.fcien.edu.uy/rocha.html>.

En el caso de la Laguna de Rocha y otros sistemas similares, la conexión intermitente con el océano trae como consecuencia la modificación de la profundidad hasta 1 m en pocos días (Pintos *et al.* 1988). El posterior ingreso de agua marina permite la formación de un gradiente horizontal de salinidad, desde el Sur (S) (5 a 30) al Norte (N) (0 a 5), lo que clasifica a los sistemas como mixohalinos (Conde *et al.* 2000). Dada la compartimentación horizontal forzada por la dinámica de interacción con el océano, en estas lagunas se diferencian zonas de influencia límnic (zonas N y NW) y de influencia oceánica directa (zona S). Las zonas límnicas pueden presentar alta turbidez minerogénica en la columna de agua debido a la resuspensión de sedimentos de arena fina y limos con un mayor contenido de materia orgánica (Conde *et al.* 2003). En relación a la disponibilidad de nutrientes, generalmente las zonas próximas al océano presentan concentraciones menores de nitrógeno, fósforo y sílice (Pintos *et al.* 1991; Arocena *et al.* 1996; Bonilla 1998; Conde *et al.* 1999). Por ejemplo, la concentración de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) en la zona límnic de la Laguna de Rocha es en general significativamente mayor que en la zona S próxima al océano (promedio=176.3 y  $59.8 \mu\text{g l}^{-1}$ , respectivamente), debido principalmente a las mayores concentraciones de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) ( $P < 0.05$  Mann-Whitney). Esta diferencia entre sitios también se observa en la concentración de

sílice reactivo (SR), siendo menos marcada para el fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT).

Una característica común a todos los sistemas estudiados son los altos valores de oxígeno disuelto en el agua, siempre cercanos a la saturación, que se deben a la mezcla casi continua de la columna de agua por acción del viento (sistemas polimícticos). En general, todos presentan valores de pH cercanos a la neutralidad dado su buen grado de mineralización. La luz fotosintéticamente activa (PAR) generalmente llega al fondo de la columna de agua iluminando el sedimento superficial, donde se desarrolla una importante capa de microalgas. Algunos datos para la Laguna de Rocha indican valores de PAR en el sedimento superficial entre 15 y  $990 \mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Bonilla *et al.* 2005). Para esta laguna y otras, en general la relación zona de mezcla/zona eufótica es baja ( $< 1.5$ ) indicando una alta disponibilidad lumínica en toda la columna de agua (Bonilla *et al.* 2005; Rodríguez-Gallego, datos no publicados). En general, la Laguna de Castillos presenta la mayor turbidez, aunque también el mayor rango de variación de este parámetro. Considerando que posee una mayor profundidad, los sedimentos se encuentran pobremente iluminados, comparativamente con las demás lagunas. La Tabla 1 presenta algunos resultados comparativos de las cuatro lagunas más estudiadas hasta el presente, tomados de diversos trabajos. La mayor salinidad y menor profundidad corresponde a la Laguna de José Ignacio, alcanzando el mayor porcentaje de materia orgánica (MO) en el sedimento (8.3%). Esta laguna posee el mayor valor de PRS y el más variable, mientras que en Rocha y Castillos se registraron valores bajos y similares. La concentración del NID es bajo, a veces por debajo del límite de detección analítica, lo cual determina una pobre relación NID/PRS (rango: 1.2-3.3, José Ignacio y Castillos, respectivamente, 13.4: Rocha). Sin embargo, la relación nitrógeno total/fósforo total (NT/PT) es mayor (máximo: 57, Rocha), por lo tanto, la reserva de nitrógeno en la columna de agua de estos ecosistemas se encuentra en forma orgánica particulada y no inmediatamente disponible para organismos autótrofos. Así, la capacidad de carga de la biomasa algal de los sistemas estaría limitada por la disponibilidad de nitrógeno, la que estará sujeta a los aportes de NID por lo tributarios y a los procesos locales de mineralización (comunidad bacteriana y excreción).

### LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS

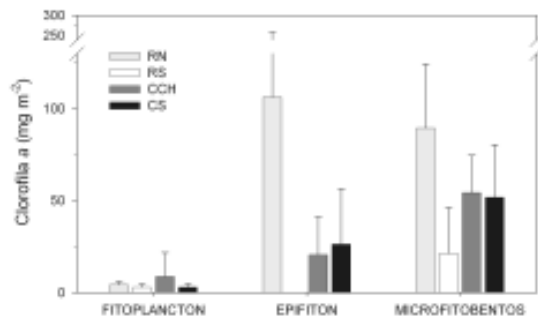
En estos ambientes, debido a la escasa profundidad y la penetración de la radiación par, se desarrollan diversas comunidades de productores primarios: microalgas planctónicas que habitan la columna de agua (fitoplancton), microalgas adheridas a sustratos (epifiton y microfítobentos) y macrófitas (macroalgas y plantas superiores). El grado de desarrollo de las comunidades de microalgas planctónicas o adheridas es el resultado del tipo de sustrato, la profundidad, el balance de turbidez y la disponibilidad de nutrientes. El crecimiento del microfítobentos, y en especial el epipelón (sustrato fan-

**Tabla 1.** Principales características morfométricas, abióticas y biológicas de las lagunas José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos. K: conductividad, SS: sólidos en suspensión, MO: materia orgánica, PRS: fósforo reactivo soluble, PT: fósforo total, SR: sílice reactivo, NID: nitrógeno inorgánico disuelto, NT: nitrógeno total, NID/PRS: relación atómica, Alc: alcalinidad, PS: peso seco. Riqueza: número de especies. Los datos entre paréntesis indican el desvío estándar. Tomado de: 1) Pintos *et al.* (1991), 2) Santana & Fabiano (1999), 3) Conde & Rodríguez-Gallego (2002), 4) Conde *et al.* (2002; 2003; 2004a), 5) Bonilla (1998), Bonilla *et al.* (2005), 6) Gómez (2005), Piccini *et al.* (en prensa), 7) Bonilla *et al.* (1997), Pérez *et al.* (1999), 8) I. Machado, E. Meerhoff y L. Rodríguez-Gallego (datos no publicados), 9) Sección Limnología, datos no publicados (1986-1987).

	José Ignacio	Garzón	Rocha	Castillos	Referencia
<b>ASPECTOS FISICOS</b>					
Ubicación	54°42'W-34°49'S	54°34'W-34°46'S	54°15'W 34°37'S	53°51'W 34°16'S	1,3,4
Área de la laguna (km <sup>2</sup> )	13	18	72	90	
Área de la cuenca (km <sup>2</sup> )	848	695	1312	925	
Distancia a la costa (km)	0.1	0.1	0.1	12	
Profundidad media (m)	<0.5	0.5	0.6	1.3	
Barra abierta (% del ciclo anual; promedio 1991-1999)	Frecuente (49)	Poco frecuente (24)	Frecuente (48)	Muy frecuente (80)	
<b>VARIABLES ABIÓTICAS</b>					
<b>Agua</b>					
K (mS cm <sup>-1</sup> )	17.1 (5.2)	10.9 (4.8)	13.4 (12.2)	4.5 (12.0)	1,3,4,5
SS (mg l <sup>-1</sup> )	27.5 (15.9)	36.2 (29.6)	31.7 (30.1)	73.2 (60.8)	
MO (%)	19.1 (28.7)	32.7 (25.3)	28.4 (14.4)	26.6 (18.1)	
pH	7.7(0.5)	7.8 (0.5)	7.8 (0.5)	7.1 (0.7)	
PRS (µg l <sup>-1</sup> )	60.8 (119.5)	45.3 (50.5)	27.3 (29.2)	23.1 (4.4)	
PT (µg l <sup>-1</sup> )	92.5 (124.9)	99.8 (70.1)	81.2 (69.7)	86.8 (21.6)	
SR (mg l <sup>-1</sup> )	1.9 (0.8)	1.5 (0.6)	2.1 (1.5)	2.1 (0.8)	
NID (µg l <sup>-1</sup> )	8.6 (5.1)	20.5 (12.6)	133.2 (315.4)	35.6 (36.6)	
NT (µg l <sup>-1</sup> )	297.1 (215.5)	357.2 (257.3)	961 (2040.6)	430.1 (213.8)	
DIN/PRS (átomos)	1.2 (0.9)	2.0 (2.1)	13.4 (28.4)	3.3 (3.3)	
Alc (meq l <sup>-1</sup> )	1.6 (0.2)	1.5 (0.2)	1.5 (0.4)	1.1 (0.4)	
<b>Sedimento</b>					
MO (%)	8.3	6.6	1.6	2.6	1,3,4,5
NT (µg g <sup>-1</sup> PS)	0.4	0.7	0.2	0.5	
PT (µg g <sup>-1</sup> PS)	0.4	0.4	0.2	-	
<b>BIOTA</b>					
<b>Bacterias</b>					
Abundancia (cel ml <sup>-1</sup> )	3.3 (1.9)	2.1 (0.9)	3.9 (1.9)	8.4 (5.7)	6
Volumen (µm <sup>3</sup> )	4.0 (0.8)	3.5 (1.2)	3.0 (1.8)	2.5 (0.8)	
<b>Microalgas</b>					
Fitoplancton (µg clo a l <sup>-1</sup> )	2.0 (1.6)	7.04 (6.15)	9.1 (11.4)	2.7 (2.3)	4,5,9
Floraciones de fitoplancton	-	-	<i>Pseudoanabaena</i> (2003)	<i>Nodularia spumigena</i> (1990, 1997)	4, 7
Peripifitton (µg clo a cm <sup>-2</sup> )	0.9 (1.0)	0.9 (0.5)	1.5 (0.9)	0.3 (0.45)	4, 5
Fitobentos (µg clo a g <sup>-1</sup> PS)	49.9 (40)	41.6 (0.5)	27.0 (33.6)	18.4 (16.4)	4
<b>Macrófitas sumergidas</b>					
Biomasa (g PS m <sup>-2</sup> )	0	0.6	10.8	1.8	4,8
<i>Ruppia</i> sp. (%)	-	-	46.9	29.1	
<i>Zannichellia</i> sp. (%)	-	23.6	5.5	35.8	8
Charofíceas (%)	-	52.8	2.3	8.6	
<b>Macrófitas emergentes</b>					
Área de humedales	extensa	poco extensa	poco extensa	muy extensa	8
<b>Zooplancton</b>					
Riqueza y principales taxa	9	8	8 (Copépodos)	10 (Cladóceros)	4
<b>Ictioplancton</b>					
Riqueza	3	2	10	8	4, 8
Huevos	8767	220	531	107	
Larvas( ind 100 m <sup>3</sup> )	617	1043	443	458	
Larvas <i>Brevoortia aurea</i> (ind 100 m <sup>3</sup> )	616	1038	318	-	
<b>Peces</b>					
Producción bruta (kg año <sup>-1</sup> )	25182	26804	164735	130220	2
<b>Zoobentos</b>					
Riqueza verano	8	8	10	5	
Riqueza invierno	4	6	10	6	8,9

goso), se ve favorecido en áreas de sedimento fino donde la resuspensión es un fenómeno constante y el rozamiento de los organismos con el sedimento es alto (Admiraal 1984; Urban-Malinga & Wiktor 2003). Además las comunidades adheridas (algas o plantas) pueden ser las dominantes en este tipo de sistemas someros en donde los flujos bidireccionales de agua actúan como un factor de control de la acumulación de la biomasa fitoplanctónica.

En la Laguna de Rocha el microfitobentos es la comunidad de microalgas dominante en términos de biomasa (96 y 85% de la clorofila *a* total para la zona N y S, respectivamente) (Conde *et al.* 1999), siendo similar el caso para la Laguna de Castillos (Fig. 2). En un estudio del epifiton algal que se desarrolla sobre hidrófitas emergentes en la Laguna de Rocha (1996-1997) tanto el biovolumen (1.3-16.4 mm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup>) como el contenido de carbono (81-2796 mg m<sup>-2</sup>) fueron característicos de sistemas eutróficos (Bonilla 1998). La comunidad se caracterizó por la dominancia de Chlorophyta en otoño (*Enteromorpha flexuosa* y *Spirogyra* sp.) seguida por diatomeas (Bacillariophyceae) para el resto del año. En la Laguna de Castillos, en el período 1996-1997, la comunidad epifítica representó en promedio 25 y 33% del total algal para estaciones en el bañado Chafalote y en la zona S, respectivamente. Finalmente, el microfitobentos representó 64% del total (promedio anual) en ambas estaciones de esta laguna.



**Figura 2.** Promedio anual (Agosto 1996-Setiembre 1997) de la concentración de clorofila *a* de fitoplancton, epifiton y microfitobentos en las lagunas de Rocha y Castillos: RN: Rocha N, barras grises; RS: Rocha S, barras blancas, CCH: Bañado Chafalote en Laguna de Castillos, barra gris oscura; CS: Castillos S, barras negras. Se indica el desvío estándar (líneas verticales) (Tomado de Conde *et al.* 1999; Sección Limnología, datos no publicados).

El fitoplancton representa generalmente menos de 15% de la biomasa algal total en los sistemas considerados. En términos comparativos, la Laguna de Rocha es la que alcanza los valores más altos de fitoplancton en relación a las otras comunidades algales (% promedio: 4.2 a 32). La composición y riqueza del fitoplancton de estos sistemas refleja la comunicación con el océano. En varias lagunas con conexión frecuente y directa con el océano el fitoplancton está caracterizado por especies nanoplanctónicas eurihalinas (e.g. Laguna de Rocha), mientras que en otras lagunas con conexión más indirecta

la composición está dominada por especies ligeramente tolerantes a salinidades bajas (e.g. Laguna de Castillos). Por ejemplo, los estudios realizados en la Laguna de Rocha (1996-2003) determinaron que los grupos generalmente dominantes fueron diatomeas (*Melosira moniliformis*, *Paralia sulcata*, *Surirella* spp., *Nitzschia* spp., *Fragilaria* spp. y géneros afines) seguidas por dinoflagelados (*Prorocentrum minimum*, potencialmente tóxico) y otros flagelados de diversos grupos (Cryptophyceae, Euglenophyta, Prasinophyceae), siendo todas especies eurihalinas y costeras (lista completa de especies en Bonilla *et al.* 2005). La composición fitoplanctónica en la Laguna de Castillos ha sido menos estudiada y los datos disponibles (períodos 1990-1991 y 1996-1997) indican una composición de especies límnicas con tolerancia a bajas salinidades, registrándose varias cianobacterias de gran tamaño (*Nodularia spumigena*, *Anabaena* spp., *Chroococcus limneticus* y *Microcystis* spp.), diatomeas (*Aulacoseira* spp.), diversas Euglenophyta y Chlorophyta (*Euglena* sp., *Phacus* sp., *Strombomonas* sp., *Oocystis* sp., *Closterium* sp. y *Pediastrum* sp. entre otros) (Bonilla *et al.* 1997; Pérez *et al.* 1999). Comparativamente, la Laguna Negra es un sistema de características límnicas por lo que se han registrado como dominantes varias especies de agua dulce como *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* y *Fragilaria* sp. (diatomeas), acompañadas de algas verdes (*Planctonema lautebornii*) y cianobacterias (*Microcystis delicatissima*) (Sección Limnología, 1986-1987, datos no publicados). La Laguna Merín es también un sistema de agua dulce y está dominada por taxa límnicos (e.g. *Plankolyngbya limnetica*, *Aulacoseira* sp., *Stauriosira construens*), con una alta riqueza de especies de Chlorophyta (Pérez & Odebrecht 2005).

Los valores de la biomasa fitoplanctónica en las lagunas costeras (Conde *et al.* 1999; Bonilla *et al.* 2005; Rodríguez-Gallego *et al.* datos no publicados) (Tabla 1) se encuentran en el rango de sistemas meso a eutróficos, similar al de otras lagunas de la región (Abreu *et al.* 1994). En términos de abundancia de organismos, valores similares se registran para la Laguna Merín (3.6 a 290 x10<sup>3</sup> ind ml<sup>-1</sup>) y la Lagoa dos Patos en Brasil (4.9 a 42 x10<sup>3</sup> ind ml<sup>-1</sup>), siendo ligeramente superiores los máximos alcanzados en Laguna de Rocha (26.8 a 100 x10<sup>3</sup> ind ml<sup>-1</sup>) (Bonilla 2002; Pérez & Odebrecht 2005). Más recientemente, algunos estudios indican la presencia de cianobacterias picoplanctónicas (tamaño: 0.2 a 2 µm, tipo *Synechococcus*) en la Laguna de Rocha (proyectos en desarrollo de la Sección Limnología). Algunos datos preliminares de un estudio comparativo de cinco lagunas costeras (Diario, José Ignacio, Rocha, Garzón y Castillos), indican que la fracción picoplanctónica, eucariota y procariota, representa entre 4.2 y 87.3% de la clorofila *a* fitoplanctónica total (Vidal *et al.* 2006 y Sección Limnología, datos no publicados), lo que evidencia la importancia de los productores de pequeño tamaño en la producción primaria pelágica.

En general, en la Laguna de Rocha, la biomasa fitoplanctónica total es inferior a lo esperado de acuerdo

a los valores de PT, por lo que otros factores serían limitantes de su desarrollo. En este sentido, la biomasa acumulada en la laguna, así como su composición, dependen en gran medida de la frecuencia de intercambio del sistema con el océano (Bonilla *et al.* 2005). La apertura de la barra permite el lavado de la biomasa hacia el océano, lo que previene el desarrollo masivo de microalgas indeseables, e.g. cianobacterias. Sin embargo, en algunos casos se han registrado floraciones de cianobacterias (*Pseudoanabaena* sp.) con valores de clorofila *a* de hasta 53  $\mu\text{g l}^{-1}$  (Conde *et al.* 2003) en la Laguna de Rocha y también en Castillos (*Nodularia* sp.; clorofila *a*: 74  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) (Bonilla *et al.* 1997; Pérez *et al.* 1999; Bonilla & Conde 2000).

Desde el punto de vista de la contribución a la producción primaria, experimentos de fotosíntesis de corto plazo permitieron determinar que la comunidad fitoplanctónica es la más eficiente. Un estudio de la productividad primaria fitoplanctónica en cuatro lagunas demostró que en todos los sistemas la productividad primaria fue moderada, registrándose los valores más altos en Rocha y Castillos (16.5 y 10.2 mg C [mg clo a]<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, respectivamente) y los más bajos en José Ignacio y Garzón (6.2 y 5.2 mg C [mg clo a]<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, respectivamente) (Borthagaray *et al.* 1999).

La distribución de macrófitas sumergidas y flotantes en las lagunas costeras presenta dos patrones espaciales de diversidad. El primero consiste en un incremento de la riqueza hacia el E, siguiendo el incremento en tamaño de las lagunas y de los humedales asociados. En un estudio realizado simultáneamente en verano de 2002 en cuatro lagunas (Conde *et al.* 2003), la Laguna de José Ignacio no presentó hidrófitas sumergidas ni flotantes, mientras que en Garzón, Rocha y Castillos se registró un incremento en el número de dichas especies (3, 6 y 11, respectivamente). El segundo patrón espacial es un gradiente S-N dentro de cada laguna, en el cual tanto la riqueza como la abundancia de plantas sumergidas aumenta hacia la desembocadura de los tributarios. El patrón de aumento de la diversidad hacia el E podría deberse al aporte de propágulos de hidrófitas desde los humedales de la planicie de inundación (considerablemente mayor en Castillos) y a una mayor cercanía a extensas zonas de humedales que podrían actuar como fuente de propágulos. La fuente de propágulos es un importante factor de estabilización de poblaciones de hidrófitas sumergidas en lagos someros que no presentan las mejores condiciones ambientales para su estabilización (Scheffer 1998). Por otro lado, el patrón de aumento de la diversidad hacia zonas más límnicas estaría condicionado fundamentalmente por la conductividad, permitiendo un aumento de la riqueza en ambientes de menor salinidad. Esto explicaría la mayor riqueza de especies sumergidas en Castillos, dado que en Garzón y Rocha todas las especies sumergidas presentan algún grado de tolerancia a la salinidad, mientras que en Castillos también se registran especies de agua dulce (principalmente en el bolsón del Chafalote, e.g. *Cabomba caroliniana* y *Myriophyllum aquaticum*. En relación a la

biomasa de plantas sumergidas, se ha encontrado gran variación entre lagunas y entre las distintas zonas de las mismas, siendo *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum quitense*, *Potamogeton pectinactus* y las charofíceas *Chara* sp. y *Nitella* sp. las especies generalmente más abundantes (Fig. 3). La Laguna de Rocha presenta la mayor cobertura, biomasa y riqueza de plantas sumergidas (Fig. 3), las cuales se distribuyen en casi toda la laguna, excepto en zonas muy profundas o con elevado transporte de sedimentos. Además, su presencia es estable durante todo el año con un leve descenso invernal (Rodríguez-Gallego, datos sin publicar). Por el contrario, en Garzón y Castillos las plantas sumergidas se encuentran restringidas a ciertas zonas en los bolsones, pudiendo estar ausentes durante gran parte del año y generar máximos de biomasa elevados, principalmente en verano y otoño (e.g.: charofíceas en Laguna Garzón en verano de 2006; Rodríguez-Gallego, datos sin publicar). La composición de especies y su abundancia relativa difiere entre lagunas y zonas, siendo *R. maritima* y *Z. palustris* las dominantes en Rocha y Castillos y las charofíceas en Garzón (Tabla 1). La biomasa presenta valores menores que los registrados en sistemas similares como la Lagoa dos Patos (Seeliger *et al.* 1997).

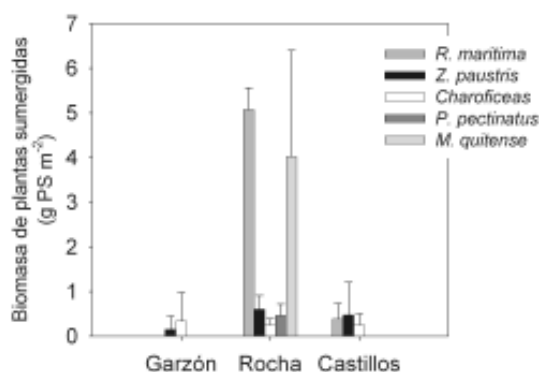


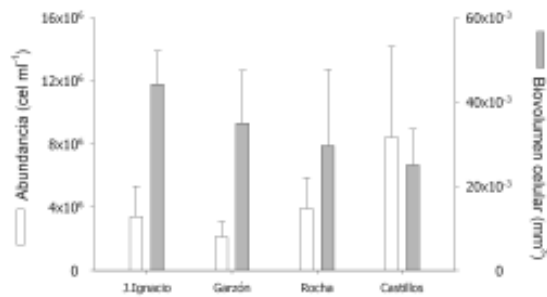
Figura 3. Biomasa de macrófitas sumergidas en la Laguna de Garzón, Rocha y Castillos. Promedio anual de 2005. Las líneas verticales indican el error estándar.

Es importante destacar la presencia de *Eleocharis aff. nana*, ciperácea muy abundante en los bolsones de la Laguna de Rocha y en algunas zonas de Laguna de Castillos, siendo una especie rara para Uruguay. También se han registrado comunidades de metafiton algal que se desarrollan sobre el sedimento formando grandes colonias, generalmente de clorofitas o cianobacterias (e.g. *Aphanotece* sp.) (Rodríguez-Gallego, obs. pers.).

Respecto a la vegetación emergente, esta ha sido menos estudiada (Tabla 1). Las zonas límnicas con sedimentos de arena fina y limos con un alto contenido de materia orgánica, favorecen el desarrollo de poblaciones de hidrófitas emergentes en las márgenes (área litoral), destacándose por su extensión la zona de humedales de la Laguna de Castillos (Alonso 1997; Conde *et al.* 2003).

Un trabajo comparativo entre marismas (humedales salinos dominadas por vegetación halófila emergente, e.g. géneros *Spartina* y *Sarcocornia*) de Argentina, Uruguay y S de Brasil indica que en la costa uruguaya las áreas de marismas están muy restringidas, siendo las más importantes las ubicadas en la Laguna José Ignacio y el subestuario del Arroyo Maldonado. Las mismas contribuyen con apenas 25 km<sup>2</sup> a los 2133 km<sup>2</sup> de las marismas de la costa atlántica SW (Isacch *et al.* 2006). Sin embargo, pese a su área restringida las marismas de Uruguay tienen importantes valores para la conservación, ya que sustentan importantes cangrejales que además son sitio de alimentación para aves amenazadas, como la gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*) (ver Aldabe *et al.* en este volumen).

El bacterioplancton es otro componente funcional básico de los ecosistemas acuáticos a través del cual circula una importante fracción del flujo de energía. Las rápidas tasas de crecimiento bacteriano y su alta eficiencia hacen posible que la producción de biomasa bacteriana represente un nexo importante entre la materia orgánica disuelta, detritus y los niveles tróficos superiores, provocando el reciclaje de la primera (Sherr & Sherr 1988). El estudio del bacterioplancton para las lagunas costeras de Uruguay es reciente, existiendo únicamente un estudio comparativo de la comunidad bacteriana en cuatro lagunas (Gómez 2005) (Fig. 4) y otros sobre la Laguna de Rocha (Piccini & Conde 2005; Piccini *et al.* en prensa).



**Figura 4.** Abundancia total (barras blancas) y biovolumen celular (barras grises) bacterianos para las lagunas José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos. Los datos indican promedios para varias estaciones de muestreo en cada laguna. Se indica el desvío estándar en cada caso (líneas verticales) (tomado de Gómez 2005).

Gómez (2005) registró que, excepto Castillos, en estas lagunas la abundancia bacteriana ( $2$  a  $8 \times 10^6$  cel ml<sup>-1</sup>), coincidió con el rango citado para sistemas acuáticos que reciben grandes aportes de materia orgánica (Sorokin 1999). El biovolumen celular ( $0.02$  a  $0.04 \mu\text{m}^3$ ) se encontró en el rango de las ultramicrobacterias ( $< 0.1 \mu\text{m}^3$ ), las cuales son frecuentemente una fracción predominante del bacterioplancton marino y límnic (Hahn *et al.* 2003). Con respecto a la composición, en José Ignacio y Garzón el grupo dominante fue el cluster *Cytophaga-Flavobacterium* (CF) del filo Bacteroidetes ( $21.5 \pm 5.8$  y  $23.3 \pm 2.63\%$ , respectivamente), un grupo bacteriano que se ha descrito

para ambientes marinos y límnicos (Zwart *et al.* 2002). Sin embargo, en Rocha el grupo dominante fue de la clase Alphaproteobacteria ( $25.2 \pm 12.18\%$ ), compuesta por bacterias que exhiben una gama extremadamente amplia de metabolismos, con representantes tanto marinos como dulceacuícolas y dentro del cual se encuentra SAR11, un grupo descrito como el más abundante en el océano (Morris *et al.* 2002). En Castillos también las CF fueron las más abundantes ( $17.7 \pm 10.0\%$ ), si bien no se encontraron diferencias significativas con la contribución de otros grupos.

Se ha descrito que tanto miembros del cluster CF como las Alphaproteobacteria pueden crecer en microambientes ricos en nutrientes en los que el oxígeno es periódicamente consumido (anoxia) (Alonso & Pernthaler 2005). Además, ambos grupos de bacterias pueden metabolizar compuestos de alto peso molecular y, en el caso de Alphaproteobacteria proteínas (Cotrell & Kirchman 2000). La dominancia de estos dos grupos bacterianos especializados en la descomposición de materia orgánica de alto peso molecular refleja la complejidad de la materia orgánica en las lagunas estudiadas, las que reciben aportes alóctonos importantes. Finalmente, en este estudio se encontró que la abundancia total estuvo correlacionada positivamente con la concentración de sólidos en suspensión, de NO<sub>3</sub> y PT.

En el trabajo sobre la estructura de la comunidad bacteriana en la Laguna de Rocha se describió al grupo Alphaproteobacteria como dominante y a miembros del grupo SAR11 como importantes luego de una intrusión marina (Piccini & Conde 2005; Piccini *et al.* en prensa). Se destaca la dominancia en marzo de 2003 de *Sphingomonas echinoides*, coincidentemente con un bloom de cianobacterias, y del patógeno facultativo *Stenotrophomonas maltophilia* en diciembre del mismo año. En este último caso, si se extrapolan los datos de abundancia de la especie obtenidos de ambos sitios de muestreo (N y S) a toda la laguna, cabría esperar una población total de  $> 10^{20}$  células de *S. maltophilia*, representando más de 90% del total bacteriano en esa ocasión particular. Esta dominancia uniespecífica de dominancia uniespecífica en esta laguna se destaca como un aspecto con consecuencias a nivel ambiental y sanitario. Teniendo en cuenta estos hallazgos sería, posible emplear a la población microbiana como un indicador temprano de cambios en el funcionamiento del sistema.

El zooplancton es un componente pelágico de los ecosistemas acuáticos que actúa como enlace entre la producción primaria algal, la bacteriana y los niveles tróficos superiores. La información sobre zooplancton de las lagunas costeras de Uruguay es reciente y se refiere fundamentalmente a Laguna de Rocha. El zooplancton de mayor tamaño (macrozooplancton,  $> 2$  mm) está representado por misidáceos y ocasionalmente quetognatos, ctenóforos e hidromedusas. El mesozooplancton ( $200 \mu\text{m}$  a  $2$  mm) está caracterizado por copepodos calanoides, cladóceros y diferentes estadios de desarrollo de cirripedios, gasterópodos, y poliquetos, así como zoeas



de decápodos (Conde *et al.* 2003; 2005). Organismos de afinidad bentónica, típicamente anfípodos, isópodos y ostrácodos ocurren frecuentemente en el plancton, indicando una fuerte conexión entre los sub-sistemas bentónico y pelágico, presumiblemente resultante del carácter somero extremo del cuerpo de agua. Los copépodos calanoides *Acartia tonsa* y *Pseudodiaptomus richardii* son los organismos más representativos del mesozooplancton en las zonas S y N, respectivamente, aunque ambas especies pueden encontrarse en toda la laguna. Otros copépodos ocasionalmente presentes en Laguna de Rocha en función de las condiciones ambientales son *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona nana*, *Euterpina acutifrons*, *Temora turbinata* y *Centropages* sp. En el período 2003-2004, el conjunto mesozooplanctónico mostró un patrón estacional con máximos de abundancia durante el período cálido, en el mismo sentido que la biomasa de fitoplancton. La entrada de agua marina se evidenció como factor estructurador capaz de alterar la abundancia y diversidad del zooplancton en escalas temporales cortas, introduciendo taxa marinos costeros como el quetognato *Sagitta friederecci*, los copépodos *P. parvus*, *P. crassirostris*, *O. nana*, *E. acutifrons*, hidromedusas y meroplancton (larvas de cirripedios y bivalvos) (Conde *et al.* 2004a; 2005).

Una comparación puntual entre lagunas durante el verano de 2003 mostró a la Laguna de Rocha con mayor abundancia de copépodos (19296 ind m<sup>-3</sup>), mientras que la Laguna José Ignacio presentó mayor densidad de nauplios de cirripedios (7104 ind m<sup>-3</sup>). La Laguna de Castillos presentó un conjunto estructural bien diferenciado, con mayor densidad de cladoceros de agua dulce (153 ind. m<sup>-3</sup>) y mayor riqueza específica (10 taxa), seguida por José Ignacio (9), Garzón y Rocha con igual riqueza (8) (Conde *et al.* 2003). Las diferencias de Castillos respecto de las otras tres lagunas resulta de la menor influencia marina y bajos valores de conductividad (salinidad), característicos de agua dulce. Para la Laguna Negra, la escasa información disponible indica dominancia de un conjunto zooplanctónico de carácter límnic, cuyos principales géneros de cladóceros y copépodos son *Notodiptomus* sp., *Acanthocyclops robustus*, *Bosmina huaronensis*, *Moina minuta*, *Ceriodaphnia dubia* y *Diaphanosoma fluviatile* (Sección Limnología, 1986-1987 datos sin publicar).

El zooplancton ocupa un rol central en la transferencia de energía desde los productores primarios hacia consumidores mayores en ecosistemas pelágicos profundos y costeros. Sin embargo, una pregunta relevante se refiere a la importancia de las diferentes fracciones de tamaño del zooplancton en los flujos de energía de sistemas de carácter somero extremo (i.e. 50 cm) donde no existe un ambiente pelágico clásico. En Laguna de Rocha, la herbivoría de los copépodos, grupo mesozooplanctónico ampliamente dominante en número y biomasa, canaliza una fracción muy baja de la producción primaria diaria estimada del fitoplancton (<5%), y ca. 50% del carbono asimilado por este conjunto derivaría de predación sobre

heterótrofos (microzooplancton) (Calliari *et al.* 2005). El microzooplancton (fracción <200 µm) remueve por herbivoría hasta ca. 100% de la producción primaria diaria estimada del fitoplancton en Laguna de Rocha (Britos & Calliari 2005), compitiendo con el mesozooplancton por los productores primarios de tamaño individual mayor a ca. 5 µm. Por lo tanto, las fracciones menores del zooplancton serían mucho más importantes en el consumo directo de la producción primaria "pelágica", y entre micro y mesozooplancton existiría una interacción relativamente compleja de depredación y competencia (o predación intra-gremio). En estuarios, la fracción de la producción primaria remineralizada por el subsistema bentónico es función exponencial inversa de la profundidad (Herman *et al.* 1999). La baja importancia relativa estimada para el mesozooplancton en los flujos de energía de estos ambientes someros es consistente en términos cualitativos con una mayor importancia del subsistema bentónico.

Las lagunas costeras albergan poblaciones de peces residentes de origen dulceacuícola y estuarino, así como especies visitantes marino-estuarinas (conocidas como oportunistas; Potter & Hyndes 1999). La presencia y/o tiempo de residencia varían según las características hidrológicas, incluyendo la frecuencia de apertura y cierre de las barras y las características fisiológicas y de los ciclos de vida de las especies. Generalmente, el número de especies que hacen uso de estos ambientes no es muy alto pero exhiben elevada biomasa, representando recursos de importancia económica (Yáñez-Arancibia *et al.* 1994; Potter & Hyndes 1999). La mayoría de los estudios de peces en las lagunas costeras de Uruguay se concentran en Rocha y Castillos y abarcan trabajos relacionados a la reproducción (Vizziano *et al.* 2002; Saona *et al.* 2003), alimentación (Olsson *et al.* 2003) y crecimiento (Borthagaray 2002; Norbis & Galli 2004), y actividad pesquera sobre especies blanco (corvina y lenguado, Santana & Fabiano 1999; Saona *et al.* 2003). Entre las especies de peces que frecuentemente se registran en las lagunas de Uruguay con conexión al océano se destacan la corvina negra (*Pogonias cromis*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pejerrey (*Odontesthes argentiniensis*), lacha (*Brevoortia aurea*), anchoa (*Lycengraulis grossidens*), lisa (*Mugil liza*), lenguado grande (*Paralichthys orbignyanus*) y bagre negro (*Rhamdia quelen*) (Pintos *et al.* 1988; Santana & Fabiano 1999; Norbis & Verocai 2001).

Las lagunas costeras se han descrito como lugares que cumplen un importante papel como áreas de cría y reclutamiento de muchas especies de peces residentes y de aguas adyacentes estuarinas y marinas (Muelbert & Weiss, 1991). La caracterización como áreas de cría se puede realizar a través de dos aproximaciones: i) estudios que consideran el estado reproductivo (grado de desarrollo gonadal) de ejemplares adultos que hacen uso de estos estuarios o ii) a través de estudios de plancton basados en la presencia y abundancia de huevos y larvas de peces (ictioplancton) y de juveniles. El primer tipo de estudios se realizó para la corvina blanca en la Laguna

de Rocha. Los resultados obtenidos indican que esta especie desovaría en la laguna entre los meses de primavera y verano según el índice gonadosomático y a partir de una talla entre 19-20 cm (Vizziano *et al.* 2002). Los estudios en ictioplancton en estos cuatro sistemas son recientes (Conde *et al.* 2003; 2004a y Machado, datos sin publicar). Entre las principales especies registradas en estadio huevo y/o larva se encontraron *Brevoortia aurea*, *Anchoa maringhi*, *Lycengraulis grossidens*, *Odontesthes sp.*, *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri*. En el caso de *B. aurea*, la ocurrencia de huevos y larvas ha sido señalado como el primer registro sobre el desove de esta especie en las lagunas costeras de Uruguay. La presencia y abundancia de estas especies no ha mostrado un patrón constante, con variaciones según época, año y laguna. A modo de ejemplo, en octubre de 2002 la abundancia de larvas presentó un patrón decreciente en sentido W-E desde Garzón (abundancia total 1043 ind 100 m<sup>-3</sup>), seguida por José Ignacio (617 ind 100 m<sup>-3</sup>) y Rocha (30 ind 100 m<sup>-3</sup>), sin registros de huevos y larvas para la Laguna de Castillos (Conde *et al.* 2003), mientras que lo opuesto ocurrió en febrero de 2004 donde las mayores abundancias ocurrieron en Castillos (458 ind 100 m<sup>-3</sup>) y Rocha (443 ind 100 m<sup>-3</sup>) sin registros en José Ignacio y Garzón (Machado, datos no publicar). Para juveniles existe un solo estudio sobre corvina blanca en la Laguna de Rocha, en el cual se reportó su presencia durante todo el año, lo que sugiere que esta laguna es también un sitio de cría para esta especie (Vizziano *et al.* 2002).

El zoobentos cumple un rol clave en los sistemas lénticos someros, alimentándose de productores primarios y materia orgánica en descomposición. El zoobentos de lagunas costeras uruguayas ha comenzado a ser estudiado recientemente y los primeros antecedentes corresponden a caracterizaciones de la composición y biomasa de las poblaciones (Nion 1979; Santana & Ferreira 1989; Jorcín 1996). A lo largo de la costa uruguaya, en términos generales se observa que la riqueza específica y la diversidad del zoobentos aumentan desde las zonas costeras de W al E del país, incluyendo lagunas costeras atlánticas (Giménez *et al.* 2005). Esto se debe en parte a que la morfología dendrítica de las lagunas proporciona áreas protegidas como bolsones o bahías internas de mayor estabilidad física, favoreciendo el establecimiento de comunidades bentónicas diversas. La conexión intermitente con el océano, a través de canales o barras estrechos, también disminuye el disturbio biológico por parte de predadores marinos con ingreso restringido a las lagunas (Giménez *et al.* 2005).

Las variaciones en la composición y riqueza de la comunidad bentónica están estrechamente asociadas a los gradientes espaciales de salinidad y granulometría del sedimento, típicos de estos sistemas. Por ejemplo, en la Laguna de Castillos es posible identificar como principales especies de macrozoobentos a *Diplodon parallelepipedon* (Bivalvia) en zonas límnicas, *Erodona mactroides* (Bivalvia) y *Cyrtograpsus angulatus* (Decapoda) en zonas salobres de amplia variabilidad, así como a

*Tagelus plebeius* (Bivalvia), *Chasmagnathus granulatus* y *Armases rubripes* (Decapoda) (Nion 1979). El molusco bivalvo *Erodona mactroides* está ampliamente distribuido en zonas salobres costeras de la región (Jorcín 1996). En un ciclo anual (1987-1988) en la Laguna de Rocha se encontró esta especie con una abundancia promedio de 391±112 org m<sup>-2</sup> y una distribución heterogénea entre zonas. En la zona N, con mayor contenido orgánico, se registraron las mayores tallas de individuos (43.2 mm) para la especie (Jorcín 1996).

Las comunidades macrobentónicas de las lagunas del Diario, José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos fueron evaluadas durante verano e invierno de 2005 (E. Meerhoff, datos sin publicar). Las abundancias totales mostraron diferencias significativas entre lagunas (p<0.01), y se encontraron dentro de los rangos ya citados en estos sistemas (Jorcín 1993; Pereyra 2002). La Laguna de Rocha presentó la mayor abundancia de bentos (8417±2036 y 7153±1353 ind m<sup>-2</sup>, en verano e invierno respectivamente) seguida por la laguna del Diario (5914±1973 y 1232±331 ind m<sup>-2</sup>, respectivamente), observándose en ambos casos una disminución importante en la abundancia total durante el invierno (Fig. 5).

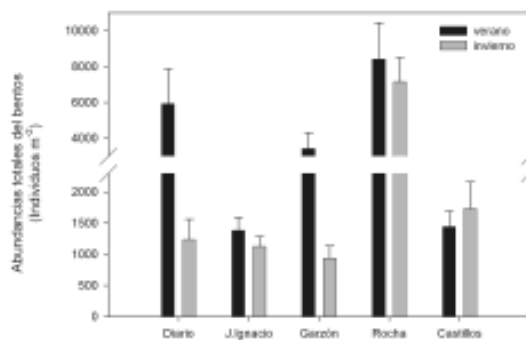


Figura 5. Abundancia total de la comunidad zoobentónica en cinco lagunas costeras durante invierno y verano 2005. Se indican el desvío estándar (líneas verticales) (E. Meerhoff, datos no publicados).

Las lagunas de Castillos, Rocha, Garzón y José Ignacio compartieron la mayoría de los taxa: moluscos *Heleobia australis* y *E. mactroides*, poliquetos *Nephtys fluviatilis*, *Heteromastus similis* y *Laeonereis acuta*, y crustáceos (*Dies fluminensis* y anfípodos). *Tagelus plebeius* y *C. angulatus* aparecieron exclusivamente en las lagunas de Rocha y José Ignacio (E. Meerhoff, datos sin publicar). Estas especies son típicamente estuarinas y han sido citadas anteriormente por diferentes autores para estos ambientes (Cardezo 1989; Jorcín 1993; Giménez *et al.* 2005). La Laguna José Ignacio se caracterizó por altas abundancias de poliquetos infaunales, como el carnívoro-detritívoro *N. fluviatilis* y *L. acuta*. En la laguna de Rocha y Garzón dominaron el gasterópodo epifaunal raspador *H. australis* y *N. fluviatilis*. En la laguna de Castillos la comunidad bentónica estuvo dominada por el molusco infaunal suspensívoro *E. mactroides* (Meerhoff *et*

al. 2005). A escala de metros, ha sido detectado un efecto del contenido de fango como limitante en la densidades máximas de los organismos bentónicos macroinfaunales en la zona S de la Laguna de Rocha, exceptuando a poliquetos depositívoros (Giménez *et al.* 2006).

Comparativamente, la Laguna del Diario presentó durante el verano el mayor número de taxa registrado en todas las lagunas, asociado a una mayor biomasa de macrófitas que representan un refugio para los invertebrados (Meerhoff *et al.* 2005). La comunidad bentónica se caracterizó por la presencia de varios taxa dulceacuícolas, como los insectos, que suelen dominar en salinidades menores a 10. También se observaron hirudíneos, oligoquetos y el bivalvo *Corbicula fluminea*. Es de destacar que la almeja asiática dulceacuícola *C. fluminea* es una especie invasora que puede desplazar muchas especies de almejas nativas en su competencia por alimento y espacio, y ha sido observada en diferentes sitios en la cuenca del Plata (Giménez *et al.* 2005). También se ha encontrado otra especie exótica invasora, *Ficopomatus enigmaticus* (Annelida, Polychaeta) en el Arroyo Valizas y las lagunas de Rocha y José Ignacio (Muniz *et al.* 2005). Aún registrada en baja abundancia, esta especie ingeniera puede modificar físicamente el habitat y colonizar áreas nuevas desplazando especies locales (Orensanz *et al.* 2002). Recientemente, se ha registrado la presencia de tubos calcáreos de *F. enigmaticus* en la zona N de la Laguna de Rocha, pero no se han observado estructuras arrecifales (Clemente com.pers.).

Las lagunas costeras son áreas que albergan alta riqueza de aves migratorias y residentes. La Laguna de Rocha es un área de paso de aves migratorias del grupo charadriiformes (familias Scolopaciidae y Charadriidae) (Clara & Maneyro 1999). Allí se han identificado en dos años de investigación ca. 150 especies de aves, incluyendo migratorias y residentes (Clara & Maneyro 1999). De acuerdo Rilla (2005) en el Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004 (López-Lanús & Blanco 2005) las especies más abundantes en la Laguna de Rocha son el cisne de cuello negro, *Cygnus melanocorypha* y el ganso blanco, *Coscoroba coscoroba*. Según este informe también se registró en ese año gaviotines (*Sterna* spp.), rayador (*Rhynchops niger*) y aves migratorias como chorlo pampa (*Pluvialis dominica*), chorlito doble collar (*Charadrius falklandicus*), playerito rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*), vuelve-piedras (*Arenaria interpres*) y playerito canela (*Tryngites subruficollis*). En la Laguna de José Ignacio fue abundante la gaviota cangrejera (*L. atlanticus*; especie amenazada), así como otras especies amenazadas (becasa de mar, *Limosa haemastica*, etc.) (Rilla 2005). El flamenco (*Phoenicopterus chilensis*) y la espátula (*Ajaia ajaja*) son otras dos especies comunes en las lagunas costeras (especialmente Rocha, Castillos, Garzón y José Ignacio), habitando zonas costeras salinas (Rudolf 1996). Comparativamente, para la Laguna Negra y los baños de Santa Teresa se indican diversas especies como el chajá (*Chauna torquata*), cuervillo de cañada (*Plegadis chihi*), cisne de cuello negro, ganso blanco y pato picazo (*Netta*

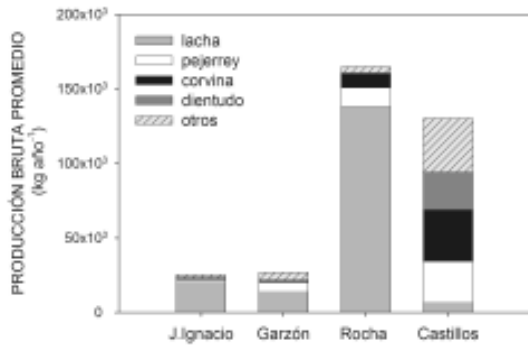
*peposaca*) (Rilla 2005). Más información sobre aves se presenta en el capítulo de Aldabe *et al.* (este volumen).

En relación a la estructura y dinámica de la trama trófica, las lagunas costeras atlánticas son en general ecosistemas relativamente poco comprendidos. Un estudio reciente en la Laguna de Rocha mediante el método de isótopos estables ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) permitió establecer que los componentes biológicos y las estructuras tróficas son fundamentalmente similares entre las zonas límnicas y salobres (Conde *et al.* 2005; Rodríguez-Graña *et al.* en preparación). La materia orgánica particulada en la columna de agua y en los sedimentos constituyen fuentes primordiales de materia orgánica en el medio, mientras que macrofitas y macroalgas son sólo marginalmente usadas como fuentes de alimento. Fue posible identificar un gran número de depredadores (invertebrados bentónicos y planctónicos y peces) como consumidores directos de los productores primarios algales y vegetales. Algunas plantas también son fuente de materia orgánica para anfípodos y peces, y el epifiton es una fuente de carbono relevante para el gasterópodo *H. australis*. Se sugiere un importante rol para algunos invertebrados como el misidáceo *Neomysis americana* y el copépodo *Pseudodiaptomus richardii*, dado su amplio espectro de presas potenciales y por ser fuente alimenticia para peces, al igual que los ctenóforos.

Las redes tróficas en esta laguna aparecen como estructuras relativamente complejas y se caracterizan por una omnivoría generalizada entre consumidores, y un intenso acoplamiento entre los subsistemas pelágico y béntico. Esto se evidencia en resultados isotópicos similares en la materia orgánica particulada en el agua y los sedimentos, consumidores que predan en ambos subsistemas, y una tendencia a que especies de invertebrados exhiban el fenómeno adaptativo de vivir en las proximidades de la interfase agua-sedimento (i.e. misidáceos, anfípodos, el copépodo *P. richardii*) (Conde *et al.* 2005; Rodríguez-Graña *et al.* en prep.). Esta intensa interconexión bento-pelágica aparece como una característica recurrente en otros ecosistemas lagunares y deberá ser considerada en la elaboración de modelos tróficos cuantitativos para los sistemas estudiados.

Referente a la actividad pesquera, las lagunas costeras son importantes sitios de captura de anchoa, lacha, sabalito (*Cyphocharax voga*), pejerrey, lisa, lenguado, bagre negro, corvina blanca y dientudo (*Oligosarcus hepsetus*), siendo la Laguna de Rocha el sistema de mayor productividad para el período 1991-1996 y la lacha el recurso más abundante (Santana & Fabiano 1999) (Fig. 6). La corvina blanca (segundo recurso pesquero del país), es capturada todo el año en estos ambientes (Norbis 1999; Saona *et al.* 2003). Los principales registros de su explotación se concentran en las lagunas de Rocha y Castillos (Norbis 1999; Santana & Fabiano 1999; Saona *et al.* 2003). Las pesquerías afectan de diferente manera a las poblaciones de corvina según el arte de pesca utilizado y en general se han reportado capturas de individuos menores a 40 cm de largo (Saona *et al.* 2003). Más información

sobre esta temática puede encontrarse en Fabiano & Santana (en este volumen), Loureiro & García (en este volumen) y Norbis *et al.* (en este volumen).



**Figura 6.** Estimación de la producción bruta anual promedio de peces de interés comercial en cuatro lagunas costeras (período: 1991-1996). Esta producción se calculó de acuerdo a la representación relativa en las capturas. En "otros" se incluye anchoa, sábalo, lisa, lenguado y bagre negro. Datos tomados de Santana & Fabiano (1999).

Desde el punto de vista de la producción pesquera de crustáceos se destacan el camarón rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) y el cangrejo sirí (*Callinectes sapidus*) por su importancia económica (Nion *et al.* 1974; Santana & Fabiano 1999; Norbis 2000). Sin embargo, la presencia del camarón rosa en las lagunas dependería fundamentalmente del patrón de apertura y cierre de las barras. Las condiciones de barra abierta se asociaron a un mayor número de larvas y post-larvas dentro de las lagunas, especialmente en Castillos (Santana & Fabiano 1999). Las capturas de camarón son poco conocida y muy variable entre lagunas y zafras, de acuerdo a la información de los pescadores (José Ignacio y Garzón ca. 3 ton; Rocha ca. 100 ton; Castillos ca. 80 ton; datos para el período 1989-1994) (Santana & Fabiano 1999). Según Santana & Fabiano (1999), el potencial camaronero de las lagunas es superior a lo que se explota en las zafras (José Ignacio

y Garzón: 14000 kg de productividad potencial; Rocha 98000 kg; Castillos 84000 kg).

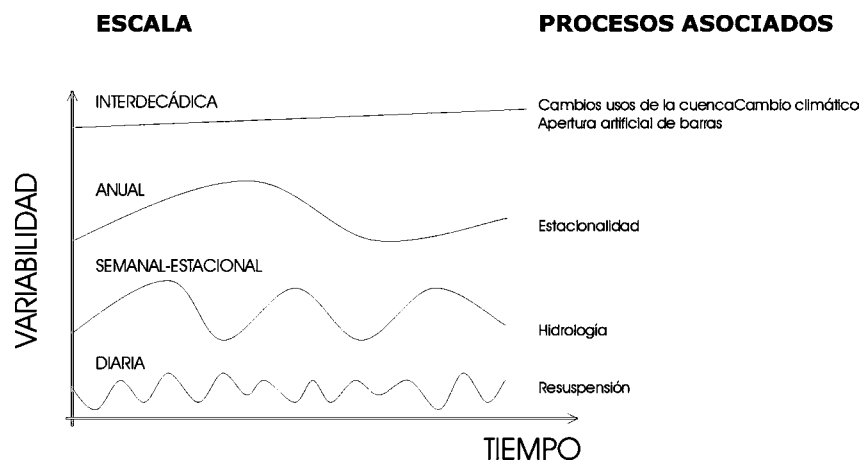
### PROCESOS ECOLÓGICOS ESTRUCTURADORES A DIVERSAS ESCALAS TEMPORALES

En las lagunas costeras ocurren una serie de procesos ecológicos que pueden ser interpretados a diversas escalas temporales. Los procesos físicos son los más importantes y condicionan la dinámica abiótica y biótica general. A escala diaria ocurre la mezcla y resuspensión de los sedimentos como consecuencia de la acción del viento y la escasa profundidad. En una escala de semanas a estaciones climáticas, los cambios hidrológicos como consecuencia de la interacción con el océano (descarga e ingreso de agua marina) son una fuerza relevante en la estructuración del ecosistema; en esta escala ocurren también los cambios forzados por la variación estacional de la temperatura. A estos fenómenos que ocurren durante el transcurso del ciclo anual, se superponen los cambios de escala interanual o interdecádicos, como las modificaciones en el uso del suelo y en la cuenca, de la hidrología natural o los producidos por eventos de carácter global o climático (Fig. 7).

#### Escala diaria

##### Resuspensión

En los sistemas acuáticos someros, la resuspensión de los sedimentos como consecuencia de la acción del viento, preferentemente durante el período diurno (Conde *et al.* 2000), es un fenómeno importante relacionado con la turbidez de la columna de agua, el aporte de materia orgánica, nutrientes particulados y disueltos y organismos. Para la Laguna de Rocha (profundidad media 0.6 m) la tasa promedio anual de sólidos totales en suspensión fue estimada en 277 g PS m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> y de fósforo total en 653 mg m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> (Chalar & Clemente 2005). Para este sistema, los primeros 2 mm de sedimentos finos se resuspenden fácilmente, encontrándose una relación lineal entre la velocidad del viento y la tasa de



**Figura 7.** Escalas de variación temporal y procesos dominantes asociados que gobiernan la dinámica ecológica de las lagunas obstruidas de la costa atlántica de Uruguay (tomado de Conde *et al.* 2004b).

resuspensión (Chalar & Clemente 2005). Como consecuencia de esto, en la comunidad de fitoplancton se encuentran numerosas especies bentónicas resuspendidas, pudiendo representar hasta el 100% de la comunidad (Bonilla 2002; V. Hein com. pers). Las especies de diatomeas bentónicas, como las registradas en la Laguna de Rocha, son tolerantes a largos períodos de ausencia de luz y pueden explotar eficientemente las condiciones lumínicas de la columna de agua cuando son resuspendidas por el viento (Admiraal 1984; Schelske *et al.* 1995). Por el contrario, algunas especies bentónicas adaptadas a bajas intensidades lumínicas podrían presentar inhibición fotosintética al estar confinadas a altas radiaciones de luz, especialmente en los meses estivales donde además la radiación solar ultravioleta es alta (Conde *et al.* 2000).

La resuspensión de sedimentos afecta la abundancia y producción primaria de la comunidad planctónica. Según un experimento de resuspensión artificial (sólidos en suspensión incrementados artificialmente de 14.8 a 143.9 mg l<sup>-1</sup>) realizado en la Laguna de Rocha (Alonso *et al.* 1997) fue posible determinar un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) en la concentración de biomasa algal (2.2 a 11.8 µg clo a l<sup>-1</sup>) y producción primaria (1.8 a 2.8 [mg C mg clo a l<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>]) y una reducción de la penetración de la radiación visible. Sin embargo, no se encontraron cambios en la concentración de nutrientes disueltos (Alonso *et al.* 1997). La resuspensión también afecta la abundancia de bacterias en la columna de agua. En general, la abundancia bacteriana de la Laguna de Rocha se correlaciona positivamente con la concentración de nitrógeno inorgánico disuelto, fósforo total y sólidos en suspensión. Este último factor indicaría la importancia de la resuspensión en estas lagunas en la dinámica de las poblaciones bacterianas (Gómez 2005).

### Escala semanal a estacional

#### Hidrología

La interacción con el océano en forma intermitente es la perturbación física más importante que domina la dinámica ecológica de las comunidades biológicas de las lagunas obstruidas (Costa *et al.* 1998; Kjerfve 1994). Las zonas de influencia marina y límnic presentan diferente comportamiento a lo largo del ciclo hidrológico. Este ciclo se resume en tres fases propuestas para la Laguna de Rocha (Conde *et al.* 2000) (Fig. 8): apertura de la barra y descarga de la laguna al océano (Fase I), intrusión marina (Fase II) y extensión de dicha intrusión a la zona N por acción del viento de componente SW y cierre de la barra (Fase III). Esta dinámica trae consecuencias directas en la salinidad, concentración de carbono orgánico disuelto y la transparencia del agua, lo que afecta otras características, como la disponibilidad de nutrientes.

En la descarga se elimina hacia el océano agua conteniendo nutrientes, sólidos en suspensión, materia orgánica, organismos adultos y larvas. El sistema luego recibe agua marina con nuevas condiciones abióticas (e.g. agua transparente, de mayor salinidad y menor concentración

de nutrientes) y organismos (e.g. nueva biomasa y composición planctónica). Los cambios ocurren rápidamente y es posible observar consecuencias inmediatas en la biomasa de los organismos, principalmente en las comunidades planctónicas (Fig. 8 y 9) que se recambian durante la extrusión y la intrusión. Este fenómeno afecta de forma diferente las diversas zonas de las lagunas y la respuesta puede ser espacialmente heterogénea según la morfología del sistema. La apertura intermitente de la barra y la descarga de agua previene la acumulación de biomasa fitoplanctónica y la formación de floraciones de algas de gran biomasa y crecimiento lento.

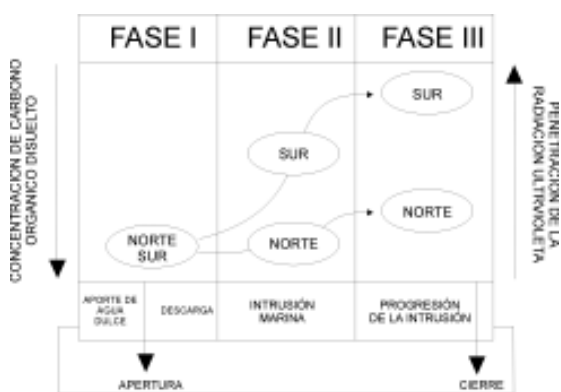
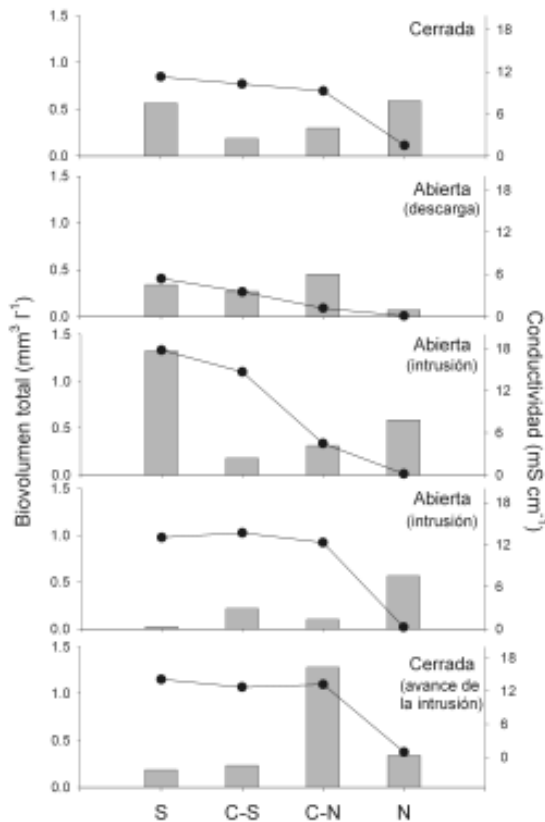


Figura 8. Fases hidrológicas propuestas para la Laguna de Rocha, con indicación de los respectivos cambios de carbono orgánico disuelto y penetración de la radiación ultravioleta (Modificado de Conde *et al.* 2000).

Los efectos biológicos del régimen de intercambio con el océano han sido mayormente estudiados para el fitoplancton (Fig. 9). En un estudio anual realizado en la Laguna de Rocha se caracterizó la producción primaria fitoplanctónica en relación a las variaciones en la conductividad (Conde 2000; Bonilla 2002). En condiciones de conductividad intermedia (8 a 30 mS cm<sup>-1</sup>) se encontraron los valores más altos de producción (promedio: 30.0±14.5 mg C m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>), mientras que a > 30 mS cm<sup>-1</sup>, con alta transparencia del agua, se registraron los valores más bajos (19.4±24.0 mg C m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>) (Bonilla 2002). En los eventos de intrusión marina durante el período estival, la penetración de la radiación ultravioleta (UV) aumenta, provocando una reducción en la producción primaria algal en la zona S de 2 a 56%, mientras que en la zona N esta inhibición varió entre 1 y 23% (Conde *et al.* 2002). Se ha registrado que los cambios en la transparencia del agua y penetración de la radiación UV reducen la incorporación de fosfato hasta ca. 60% (Aubriot *et al.* 2004).

#### Estacionalidad

Las comunidades de microalgas no presentan una estacionalidad marcada, ya que para estos microorganismos el intercambio con el océano es una variable de control más importante que la temperatura. Sin embargo, en algunos casos si es posible detectar pa-



**Figura 9.** Variación de la biomasa fitoplanctónica (barras grises) y la conductividad (círculos negros) durante un evento de apertura y cierre de la barra de la Laguna de Rocha (verano 1999), a lo largo de un gradiente: S (Sur, próxima al océano), CS (Centro-Sur), CN (Centro-Norte) y N (Norte, influencia lítica). De arriba hacia abajo las gráficas corresponden a los días: 13 de enero, 9, 12 y 24 de febrero y 12 de marzo. Para cada caso se indica el estado de la barra (cerrada o abierta) y el sentido del flujo del agua: descarga al océano, intrusión y avance de la intrusión a la zona norte (Tomado de Bonilla *et al.* datos no publicados).

trones estacionales. Por ejemplo, *Prorocentrum minimum* es un dinoflagelado que se desarrolla en la zona costera en invierno y se ha encontrado en el S de la Laguna de Rocha en meses fríos, como consecuencia de la intrusión marina (Bonilla *et al.* 2005). Por otra parte, los meses cálidos favorecen el desarrollo de cianobacterias, e.g. floraciones de *Nodularia spumigena* en la Laguna de Castillos que se registraron durante períodos estivales coincidentes con mayor temperatura e intensidad lumínica (Pérez *et al.* 1999).

La comunidad de plantas sumergidas presenta una clara estacionalidad de su biomasa total, donde la disminución de la biomasa comienza en invierno y se extiende hasta la primavera, cuando se verifican los valores mínimos, mientras que en verano comienza un aumento sostenido que alcanza los máximos valores en otoño. Este patrón, muy claro para el período 2005-2006 en la Laguna de rocha, también fue observado en el período 2003-2004. Una tendencia similar se observó en Laguna

del Diario (ciclo 2005-2006) y en Castillos y Garzón, si bien el patrón no es tan claro; en estas últimas únicamente se registraron plantas sumergidas en verano y otoño (Rodríguez-Gallego, datos sin publicar). Si bien la estacionalidad estaría condicionada por el cambio de temperatura, otros factores serían relevantes como la intensidad lumínica, salinidad y profundidad, que afectan a la comunidad directamente y que están condicionados por cambios estacionales, la apertura y cierre de la barra arenosa y el régimen de lluvias. No existen datos suficientes de las otras comunidades biológicas sobre las variaciones estacionales en las lagunas costeras.

### Escala interanual a interdecádica

#### Eutrofización

La información disponible que atiende este fenómeno corresponde a la Laguna de Rocha. A lo largo de más de una década de estudios (1987-2003, Pintos *et al.* 1991; Conde *et al.* 1999; Bonilla 2002; Aubriot *et al.* en prensa) las medias anuales de nitrato y nitrito disminuyeron significativamente hacia el final del período. Asimismo, el amonio disminuyó significativamente, con valores recientes por debajo de la media histórica, de la misma forma que el NT (promedio 1994=1190.2±506.1 µg l<sup>-1</sup>; promedio 2002=373.6±181.0 µg l<sup>-1</sup>, estación N). A pesar de existir un amplio rango de variación de la concentración de PT (rango=10 a 277 µg l<sup>-1</sup>), recientemente se ha registrado un aumento de la concentración de esta fracción en el agua de hasta cinco veces el valor promedio histórico (Conde *et al.* 1999). Aubriot *et al.* (2005) mostraron que la variación de la concentración de compuestos de fósforo y nitrógeno en las últimas dos décadas produjo la consecuente disminución en casi un orden de magnitud de la relación atómica N/P, hasta valores menores a 10.

Considerando únicamente al PT como variable indicadora del estado trófico (Salas & Martino 1990) la Laguna de Rocha se clasificaría como meso a eutrófica. Se destaca que este indicador no sería apropiado en estos ambientes someros donde gran parte de los nutrientes se acumulan en la biomasa vegetal y los sedimentos, siendo necesario la aplicación de otros índices que consideren estos compartimentos. Pese a esto, ciertos procesos biológicos indicarían que la laguna se encuentra en una fase de eutrofización reciente. Indicadores de este proceso son el aumento importante de la biomasa fitoplanctónica en los últimos años de la década pasada y las floraciones recientes de cianobacterias (e.g. *Pseudoanabaena* sp., Conde *et al.* 2004). Experimentos de corto plazo de enriquecimiento de fitoplancton con nutrientes demostraron que el nitrógeno es el elemento limitante para estas microalgas, y que estarían además co-limitadas y deficientes por fósforo en períodos de altos valores de NO<sub>3</sub> (Bonilla 2002; Britos *et al.* 2002; Aubriot *et al.* 2004). De la misma forma, se asume que la disminución de la concentración de nitrógeno en la laguna, observada en ciertos períodos (e.g. verano y otoño de 2003), se asociaría al consumo por las plantas acuáticas sumergidas y a procesos de

desnitrificación. Si bien los cambios en el uso de la tierra (creciente consumo de fertilizantes) ocurridos en la cuenca de esta y otras lagunas están aún en proceso de evaluación (Rodríguez-Gallego, datos sin publicar), se hipotetiza que el desarrollo incremental de los productores primarios en la Laguna de Rocha es consecuencia de un proceso de eutrofización gradual producto del aporte excesivo de nutrientes vía escorrentía. A esto se sumaría el aporte puntual de nutrientes provenientes de los desechos domésticos (con tratamiento primario) de la ciudad de Rocha, a pesar que Arocena *et al.* (1996) no encontraron efectos significativos en este sentido.

#### **Modificación artificial de la hidrología**

El funcionamiento hidrológico natural de las lagunas costeras de Uruguay incluye períodos de intrusión marina y de inundación de la zona litoral. Este régimen atenúa la eutrofización y mantiene los hábitat de las especies de interés económico y para la conservación. Sin embargo, la hidrología natural de estos sistemas es alterada por la apertura artificial de la barra, con el fin de resolver problemas de inundación en asentamientos humanos y áreas agrícola-ganaderas, y para permitir el ingreso desde el mar de larvas de peces y crustáceos de interés comercial (Conde & Rodríguez-Gallego 2002). En ciertas ocasiones, este manejo artificial ha tenido efectos favorables en las zafras y consecuentemente en la población que se sustenta en esta actividad (1996 y 1997), aunque en otros casos la intervención no ha generado buenas zafras (1991-1994) (Santana & Fabiano 1999). La apertura artificial sistemática podría tener otros alcances, afectando los ciclos de vida de microalgas, plantas acuáticas e invertebrados, sustento alimenticio de las especies comerciales y de interés para la conservación (Abreu & Castello 1997). Hasta el presente no existe un modelo de decisión para las aperturas artificiales, las que se realizan sin considerar los potenciales perjuicios ambientales (Conde & Rodríguez-Gallego 2002).

#### **Cambio climático**

En una perspectiva de largo plazo, el clima jugaría un rol directo como factor modelador de la biomasa y composición del fitoplancton en sistemas costeros (Badylak & Phlips 2004). Para la Laguna de Rocha se ha sugerido que el comportamiento general del sistema se ve afectado por el régimen de lluvias local, impactando sobre la composición y dinámica del fitoplancton (Bonilla *et al.* 2005). Por lo tanto, es posible esperar que cambios climáticos a largo plazo afecten directamente a esta comunidad y consecuentemente la productividad del sistema. El patrón de lluvias de la costa atlántica S del continente está fuertemente acoplado con el ciclo de El Niño (El Niño-Southern Oscillation). Esto puede ser relevante para las lagunas costeras, ya que se predice un descenso en el flujo de los ríos de la región S del continente para la próxima década (Genta *et al.* 1998), lo que modificaría el régimen de apertura y cierre de las barras y afectaría la productividad general de estos ecosistemas.

### **MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS COSTERAS Y SU RESPUESTA A IMPACTOS ANTRÓPICOS**

Conocer la estructura biológica y la productividad de las lagunas atlánticas de Uruguay resulta necesario para proponer medidas de manejo adecuadas tendientes a la conservación de sus recursos. En este contexto, los modelos conceptuales resultan de utilidad para la predicción de la evolución futura de estos ambientes costeros. El modelo para humedales de Goldsborough *et al.* (1996) propone cuatro estados cuasi-estables según la hidrología del sistema y la disponibilidad de nutrientes, que a su vez explican la dominancia de las comunidades de productores primarios algales: epipelon, epifiton, metafiton o fitoplancton (Tabla 2). En cada estado (denominados Seco, Abierto, Protegido o Lago, respectivamente) se establecen además diferentes comunidades de productores secundarios en asociación con la producción primaria dominante. El modelo asume la reversibilidad y no direccionalidad de los estados. Esta aproximación incluye alguna de las consideraciones propuestas por Scheffer (1998) para lagos someros con y sin plantas sumergidas enraizadas, pero incluye además otros productores primarios importantes en humedales.

El modelo para humedales de Goldsborough *et al.* (1996) se podría adaptar como marco teórico conceptual para identificar estados estables en lagunas costeras (Tabla 2), tomando en consideración la fragilidad de este tipo de sistemas afectados por factores naturales (predación, estabilidad de la profundidad de la columna de agua, variaciones en la salinidad, etc.) y antrópicos (eutrofización, manejo directo, pesquerías, etc.) (Conde *et al.* 1999). Para ello, sustituimos al metafiton del modelo original por las macrófitas sumergidas, ya esta comunidad algal está muy poco representada en las lagunas estudiadas. Si bien el ejercicio de aplicar el modelo se realizó en base a los conocimientos existentes de las características físico-químicas y la biomasa de productores primarios, aún no se cuenta con información suficiente de las otras comunidades como para elaborar un análisis detallado a escala ecosistémica.

Observando las mayores lagunas costeras del país, y en base a los antecedentes presentados, fue posible caracterizar un tipo general de laguna obstruida en una situación intermedia, estado Seco y Abierto-Lago (Tabla 2, Fig. 10). En este escenario actual (Fig. 10, cuadro central a la izquierda), las escalas de variación diaria (resuspensión) y semanal-mensual (apertura y cierre de la barra) son factores relevantes que regularían las comunidades biológicas. En menor medida influyen los cambios estacionales.

A modo de ejercicio y a partir de esta situación actual, se plantean tres escenarios hipotéticos en donde se predice las tendencias más probables frente a dos ejes de cambio, el aumento de la carga de nutrientes (eutrofización) y la variación en la frecuencia de conexión con el océano (desde una situación de aislamiento permanente a una de conexión permanente) (Fig. 9). Se pro-

**Tabla 2.** Modelo de cuatro estados cuasi-estables (Seco, Abierto, Protegido y Lago) para humedales modificado de Goldsborough *et al.* (1996) y aplicación conceptual a la situación de las lagunas costeras de Uruguay con conexión oceánica. Entre paréntesis se indica la correspondencia con los estados planteados por el modelo original. El estado dominante es Seco, pero también se observan características de los estados Abierto y Lago.

	MODELO ORIGINAL			LAGUNAS DE URUGUAY	
Condición					
Profundidad	baja	media	media	alta	baja (SECO)
Variación de la profundidad	rara	frecuente	rara	frecuente	frecuente (LAGO)
Transparencia	alta	variable	alta	baja	variable (ABIERTO)
Concentración de nutrientes	alta (?)	media	alta	alta	variable tendencia general media-alta (ABIERTO)
Herbivoría	baja	alta	baja	alta	alta
Producción secundaria	baja	alta	baja	variable	alta
Comunidades de productores primarios dominantes					
Algas	Epipelon	Perifiton	Metafiton	Fitoplancton	Epipelon (SECO)
Macrófitas sumergidas	escasas	abundantes	intermedio	escasas	pocas (SECO)
Estado resultante	SECO	ABIERTO	PROTEGIDO	LAGO	SECO LAGO en zonas remansadas

pone que estos dos procesos independientes pueden afectar el funcionamiento ecológico general de las lagunas atlánticas obstruidas. El manejo de la apertura y cierre de las barras con fines productivos afectaría el nivel de agua de los sistemas y la salinidad, con consecuencias directas sobre la resuspensión, la acumulación de biomasa algal, la diversidad en general y la productividad sistémica. Por otro lado, la eutrofización aceleraría algunos procesos, modificando la trama trófica del ecosistema. El aumento de la concentración de nutrientes en el agua incrementaría la producción primaria fitoplanctónica y la turbidez orgánica. Esto desfavorece las comunidades de productores primarios bentónicos (microalgas y macrófitas) que verían limitado su campo lumínico.

En una situación hipotética de aislamiento permanente del océano la laguna se asemejaría a un lago somero (Fig. 10, cuadro izquierdo inferior). Como consecuencia, disminuiría la conductividad, aumentaría la influencia de aportes continentales (nutrientes y especies) y aumentaría el tiempo de residencia. Este último factor es clave para permitir el desarrollo de especies de fitoplancton de gran tamaño y crecimiento lento, que habitualmente son lavadas por el proceso de descarga de la laguna. Por lo tanto, podría ocurrir una sustitución de la producción primaria bentónica por la planctónica, aumentando la turbidez y desfavoreciendo el establecimiento de plantas acuáticas sumergidas. Por último, la producción de especies de interés comercial con parte de su ciclo de vida en el océano serían sustituidas por aquellas dulceacuícolas estrictamente.

En el siguiente ejemplo (Fig. 10, cuadro izquierdo superior) se hipotetiza una situación en donde se modifica también el régimen de conexión con el océano, manteniendo la laguna conectada en forma permanente. Esta situación aumentaría la heterogeneidad espacial, acentuando las diferencias entre las zonas límnicas y las de

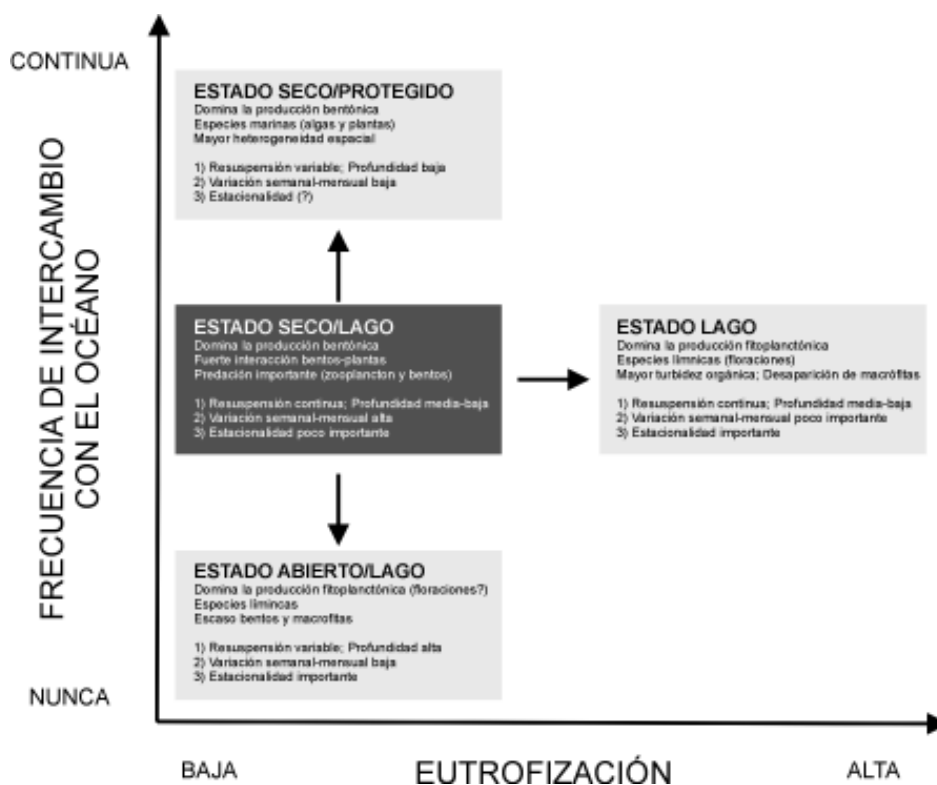
influencia marina, y entre zonas de alta circulación y bolsones de remanso. El nivel de agua se reduciría, lo que promovería el establecimiento de comunidades de productores primarios adheridos (algas y plantas sumergidas). Es de esperar que se desarrollen praderas de macrófitas de alta diversidad en las zonas de mayor influencia límnic y bolsones de aguas remansadas, mientras que en las zonas marinas con alta energía física se esperarían matas de microalgas y pocas especies de plantas tolerantes a salinidades altas. Las especies ícticas verían libre su acceso y egreso de estos subsistemas, siendo por tanto difícil predecir un aumento o disminución en la productividad de especies de interés comercial.

En el último caso (Fig. 10, cuadro derecho), se hipotetiza un escenario de aumento en la carga de nutrientes (eutrofización). En este caso se vería modificada la relación entre los elementos necesarios para el crecimiento algal (SR/NID, SR/PRS, NID/PRS), estimulado el desarrollo del fitoplancton, que básicamente no es dependiente del sílice para su crecimiento. Potencialmente, se podrían desarrollar cianobacterias tóxicas que disminuirían la calidad de agua y afectarían directamente la pesca. También se verían afectadas directamente la comunidad bacteriana y el zooplancton, ya que para ambas comunidades se modificaría la cantidad y calidad del alimento.

#### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Algunos temas de investigación deberían ser abordados para comprender integralmente el funcionamiento de las lagunas obstruidas de la costa atlántica de Uruguay, aspecto indispensable para la elaboración de modelos predictivos. Estos temas deben abarcar aspectos físicos y biológicos propios de cada laguna, así como el uso de la cuenca y el cambio climático. Los temas prioritarios se resumen en:





**Figura 10.** Clasificación de lagunas costeras obstruidas de la costa atlántica de Uruguay en el contexto del modelo de cuatro estados cuasi-estables de Goldsborough *et al.* (1996). El estado actual (Seco/Lago) se representa en el bloque gris oscuro. Se hipotetizan las cuatro situaciones restantes en un escenario de variación de la eutrofización y la frecuencia de intercambio con el océano (bloques grises). Escalas de variación temporal: 1) diaria, 2) semanal-mensual y 3) estacional.

1) Estudio de varias comunidades biológicas aún escasamente abordadas, tales como el zooplankton (especialmente el gelatinoso) y el bacterioplankton. También es escaso el conocimiento sobre el reclutamiento de las especies de interés comercial y otras especie clave en la transferencia energética en la trama trófica. Es relevante generar modelos de reclutamiento de especies y mejorar el conocimiento de la estructura trófica que permita evaluar los impactos de las pesquerías y otras interferencias en el sistema.

2) Análisis de los impactos potenciales del cambio climático en la dinámica ecológica actual y en la evolución a mediano y largo plazo de las lagunas.

3) Análisis adecuado de los impactos ecológicos de las actividades pesqueras a diversas escalas temporales y de uso de recursos.

4) Análisis de la dinámica de apertura de las barras: es necesario conocer la dinámica natural desde el punto de vista geomorfológico, incorporando aspectos históricos sobre las características de las aperturas artificiales (cuándo, dónde, cómo y porqué); asimismo, se requiere evaluar el impacto de la apertura artificial, tanto a nivel geomorfológico (dinámica dunar de la barra) como ecológico (funcionamiento de las diversas comunidades

biológicas de la laguna y su zona litoral), así como la evaluación de los costos y beneficios económicos y ambientales del fenómeno. En caso de concluirse positivamente acerca de la necesidad de continuar con la referida práctica, sería relevante alcanzar modelos consensuados y estandarizados de toma de decisión sobre la apertura en las cuatro lagunas atlánticas.

5) Evaluación de los aportes de nutrientes y agrotóxicos a las lagunas provenientes de la cuenca, determinando su origen, volumen, compartimentos sumideros (balances de masa), y toxicidad, así como los efectos sobre la trama trófica.

6) Elaboración de modelos predictivos que abarquen los impactos antrópicos locales y de la dinámica natural de la zona costera, así como la sinergia entre ambos, sobre el funcionamiento de estas lagunas.

#### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

La investigación realizada durante casi dos décadas en las lagunas costeras atlánticas de Uruguay son insumos fundamentales para el manejo y conservación de estos ambientes relevantes ecológica y socio-económicamente. Si bien las temáticas de investigación arriba

propuestas podrían ser abarcados oportunamente por los equipos de investigación que desarrollan actividades en estos ambientes, ciertos aspectos deberían ser de interés nacional, ameritando un monitoreo sistemático a largo plazo en base al esfuerzo multidisciplinario de técnicos e instituciones. En especial, las lagunas de Rocha y Castillos deberían contar con un monitoreo que permitiera completar estudios de largo plazo, iniciados hace casi 20 años. La existencia de bases de datos con estas características en ambientes costeros permitirían evaluar tendencias e impactos potenciales del cambio climático. La Laguna de Rocha es uno de los pocos sitios en Uruguay con un volumen de información acumulada que abarca todos los aspectos ecosistémicos, lo que debería ser reconocido y potenciado a través de la realización de estudios en el marco de las prioridades arriba detalladas.

La interacción entre la academia y los actores locales debería ser potenciada a través de fondos especiales que permitieran una dedicación profesional a la educación ambiental y la extensión. Los esfuerzos realizados hasta el presente son exitosos pero deberían ser más estables y contar con personal idóneo para tales tareas. Esto permitiría que la academia canalizara y priorizara sus acciones de investigación hacia las temáticas que más afectan a estos ambientes. Además, una comunidad local más y mejor informada aceleraría los procesos de manejo integrado de estas lagunas.

La formulación de políticas expresas de conservación y desarrollo sustentable para las lagunas costeras ha sido tenida en cuenta incipientemente en el marco de acciones genéricas como el Sistema Nacional de Área Protegidas (e.g. para la Laguna de Rocha). Sin embargo estas políticas de conservación deben ser prioritarias y deberán ser profundizadas y extendidas a los restantes ecosistemas lacunares. Algunos de estos ecosistemas representan los sitios más prístinos que pueden encontrarse en el país (e.g. lagunas de Garzón y Castillos), para los cuales no se cuenta aún con formulaciones específicas de protección en el marco referido.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo resume la información obtenida en varios proyectos de investigación de la Sección Limnología que han sido financiados por la Facultad de Ciencias y CSIC (Universidad de la República), PEDECIBA, CONICYT, PDT (DINACYT), Interamerican Institute for Global Change Research, International Foundation for Science, FREPLATA, Convención Ramsar, MAB-UNESCO y Red Latinoamericana de Botánica. Agradecemos también a los estudiantes de grado y posgrado que han participado en la recolección de información y análisis de datos.

#### REFERENCIAS

**Abreu PC & JP Castello** 1997 Interações entre os ambientes estuarino e marinho. Pp 199-201 *In*: Seeliger Odebrecht & Castello (eds) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Ecoscientia, Rio Grande

**Abreu P Odebrecht C & A Gonzalez** 1994 Particulate and dissolved phytoplankton production of the Patos lagoon estuary, southern Brazil: comparison of methods and influencing factors. *Journal of Plankton Research* 16:737-735

**Acha EM & GJ Macchi** 1999 Spawning of Brazilian menhaden *Brevoortia aurea* in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98:227-235

**Admiraal W** 1984 The ecology of estuarine sediment-inhabiting diatoms. Pp 269-322 *In*: Round & Chapman (eds) *Progress in Phycological Research*. Biopress Ltd, Bristol

**Alonso C D Calliari F Forni R García G Goyenola M Meerhoff & G Saona** 1997 Efectos de la resuspensión de sedimentos en la productividad fitoplanctónica de una laguna costera somera (Laguna de Rocha). Trabajo de pasaje de Curso de Limnología (Profundización), Sección Limnología, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), ICP 97/1 (Montevideo). 9 pp (Inédito)

**Alonso C & J Pernthaler** 2005 Incorporation of Glucose under Anoxic Conditions by Bacterioplankton from Coastal North Sea Surface Waters. *Applied and Environmental Microbiology* 71:1709-1716

**Alonso E** 1997 Plantas acuáticas de los Humedales del Este. PROBIDES (Montevideo). 238 pp

**Arocena R Conde D Fabian D Gorga J & J Clemente** 1996 Calidad de agua en la Laguna de Rocha: rol de sus principales afluentes. PROBIDES/GEF Documentos de Trabajo (13) (Rocha). 53 pp

**Aubriot L Conde D Bonilla S & A Britos** (en prensa) Evolución histórica de la carga de nutrientes asociada a cambios en el estado trófico actual. *In*: Conde Rodríguez Fagetti & Vintacourt (eds) *Avances científico-técnicos para el manejo del área protegida Laguna Rocha*. CSIC/Avina, Montevideo.

**Aubriot L Conde D Bonilla S & R Sommaruga** 2004 Phosphate uptake behavior of natural phytoplankton during exposure to solar ultraviolet radiation in a shallow coastal lagoon. *Marine Biology* 144:623-631

**Aubriot L Conde D Bonilla S Hein V & A Britos** 2005 Vulnerabilidad de una laguna costera en una Reserva de Biosfera: indicios recientes de eutrofización. Pp 65-85 *In*: Vila & Pizarro (eds) *Eutrofización de Lagos y Embalses CYTED XVIIIB*. Patagonia Impresores, Chile

**Ayup R** 1983 Aspectos deposicionales y sedimentación de la Laguna de Rocha. *Jornadas de Ciencias Naturales, Resúmenes y Comunicaciones* 3:16. Montevideo

**Azpiroz AB** 2000 Monitoreo de aves acuáticas en humedales de la Reserva de Biósfera Bañados del Este. Pp 127-134. *Probides/UNESCO Serie Documentos de Trabajo* (31), Rocha

**Badylak S & EJ Philips** 2004 Spatial and temporal patterns of phytoplankton composition in a subtropical coastal lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA. *Journal of Plankton Research* 26:1229-1247

**Barnes RSK** 1980 *Coastal lagoons*. Cambridge University Press,

**Bird ECF** 1994 Physical setting and geomorphology of coastal lagoons. Pp 9-39 *In*: Kjerfve (ed) *Coastal lagoon processes*. Elsevier, Amsterdam

**Bonilla S** 1998 Estructura y dinámica de la comunidad epifítica algal en un sistema somero mixohalino. Tesis de Maestría, PEDECIBA/Biología-Ecología (Montevideo). 70 pp (Inédita)

**Bonilla S** 2002 Estructura y productividad de la comunidad de microalgas del ambiente pelágico en la Laguna de Rocha. Tesis de Doctorado, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 156 pp (Inédita)

**Bonilla S & D Conde** 2000 El fitoplancton como descriptor sensible de cambios ambientales en las lagunas costeras de la Reserva

- Bañados del Este. PROBIDES/GEF Documentos de Trabajo 31. Pp 63-73. Rocha
- Bonilla S Conde D Aubriot L & MC Pérez** 2005 Influence of hydrology and nutrients on phytoplankton species composition and life strategies in a subtropical coastal lagoon. *Estuaries* 28(6):884-895
- Bonilla S Conde D Aubriot L & R De León** 1997 Floración de *Nodularia spumigena* Mert. (Cyanobacteria) en una laguna costera salobre: factores ecológicos relacionados. II Congreso Argentino de Limnología, Libro de Resúmenes:186. Buenos Aires
- Borthagaray A Bouvier M Celentano E Larrea D & F Quintans** 1999 Estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica y su relación con la intrusión salina en cuatro lagunas costeras del Atlántico Sudoccidental. Trabajo de pasaje de curso de Limnología, Sección Limnología, Facultad de Ciencias (Universidad de la República) ICP 99/1 (Montevideo). 8 pp (Inédito)
- Borthagaray AI** 2002 Estudio bioecológico de la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) en la Laguna de Rocha: efecto de la temperatura sobre el crecimiento. Informe de Pasantía de la Sección Oceanografía, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 43 pp (Inédito)
- Britos A & D Calliari** 2005 ¿Es el microzooplancton el principal herbívoro en el plancton?. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VIII Jornadas de Zoología, II Encuentro de Ecología del Uruguay):126
- Britos A García E Meerhoff E Rodríguez ES Schwarcbonn A & V Souza** 2002 Limitación del crecimiento fitoplanctónico por la disponibilidad de nutrientes en dos lagunas costeras atlánticas durante la primavera. Trabajo de pasaje de curso de Limnología profundización, Sección Limnología, Facultad de Ciencias (Universidad de la República) ICP 02/1 (Montevideo). 18 pp (Inédito)
- Calliari D Conde D Britos A & V Hein** 2005 Pastoreo del mesozooplancton en la Laguna de Rocha: implicancias para el funcionamiento ecosistémico. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VIII jornadas de Zoología, II Encuentro de Ecología del Uruguay):127
- Cardezo MJ** 1989 Caracterización de la fauna macrobentónica de la Laguna de Rocha (Uruguay). Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 95 pp (Inédita)
- Castel J Caumettel P & R Herbert** 1996 Eutrophication gradients in coastal lagoons as exemplified by the Bassin d'Arcachon and the Etang du Prevost. *Hydrobiologia* 329:9-28
- Chalar G & J Clemente** 2005 Tasa de resuspensión de fósforo y sedimentos en un cuerpo de agua muy somero (Laguna de Rocha, Uruguay). Pp 89-105 In: Vila & Pizarro (eds) Eutrofización de Lagos y Embalses CYTED XVIIIB. Patagonia Impresores, Chile
- Clara M & R Maneyro** 1999 Humedales del Uruguay. El ejemplo de los Humedales del Este. In: Málvarez (ed) Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. Mab-Unesco, Montevideo.
- Conde D** 2000 Influencia del régimen hidrológico y de la radiación solar ultravioleta en la producción de comunidades microalgales en una laguna costera del Atlántico Sur. Tesis de Doctorado, PEDECIBA-Biología, Montevideo). 180 pp (Inédita)
- Conde D & L Rodríguez-Gallego** 2002 Problemática ambiental y gestión de las lagunas costeras atlánticas de Uruguay. Pp 19-166 In: Domínguez & Prieto (eds) Perfil ambiental del Uruguay. Nordan-Comunidad, Montevideo
- Conde D & R Sommaruga** 1999 A review of the state of Limnology in Uruguay. Pp 1-31 In: Wetzel & Gopal (eds) Limnology in Developing Countries. International Scientific Publications/SIL, New Delhi
- Conde D Aubriot L & Sommaruga R** 2000 Changes in UV penetration associated with marine intrusions and freshwater discharge in a shallow coastal lagoon of the Southern Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 207:19-31
- Conde D Aubriot L Bonilla S & R Sommaruga** 2002 Marine intrusions in a coastal lagoon enhances the effects of UV radiation on the phytoplankton photosynthetic rate. *Marine Ecology Progress Series* 240:57-70
- Conde D Aubriot L Bonilla S Chalar G & L Rodríguez** 2004b Multiscale complexity in shallow coastal lagoons of southeastern South America: interactions between resuspension, hydrology, seasonality and long-term changes. Society of Wetland Scientists 25th Annual Meeting (Seattle, July 18-23 2004)
- Conde D Bonilla S Aubriot L De León R & W Pintos** 1999 Comparison of the areal amount of chlorophyll a of planktonic and attached microalgae in a shallow coastal lagoon. *Hydrobiologia* 408/409:285-291
- Conde D Rodríguez-G L Calliari D Abreu P Sellanes J Urrutia R & C Odebtrecht** 2005 Food web structure in two coastal lagoons of the Southern Atlantic Ocean: a comparative study using stable isotopes ratios. IAI SGP II Award 03SGP211-210 Final Report (Montevideo). 35 pp (Inédito)
- Conde D Rodríguez-Gallego L & L Rodríguez-Graña** 2003 Análisis conceptual de las Interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa atlántica de Uruguay. PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA-Ciencias 8)-Sección Limnología, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 65 pp www.freplata.org
- Conde D Rodríguez-Gallego L Lacerot G Hein V Piccini C Meerhoff E Cervetto G Rodríguez-Graña L Calliari D & S Masciadri** 2004a Impacto ecológico de la apertura artificial de una laguna costera propuesta como sitio RAMSAR en Uruguay: fundamentos científicos para la gestión de la Laguna de Rocha. Informe Final, Facultad de Ciencias RAMSAR-FPS 2 URY/02 Montevideo (Inédito)
- Costa CSB Seeliger U & PG Kinas** 1988 The effect of wind velocity and direction on the salinity regimen in the Patos Lagoon estuary. *Ciência e Cultura* 40(9):909-912
- Costanza R Kemp WM & WR Boynton** 1993 Predictability scale and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems: implications for management. *Ambio* 22:88-96
- Cotrell MT & DL Kirchman** 2000 Natural assemblages of marine proteobacteria and members of the *Cytophaga-Flavobacter* cluster consuming low- and high-molecular-weight dissolved organic matter. *Applied and Environmental Microbiology* 66:1692-1697
- Day JW CAS Hall WM Kemp & A Yañez-Arancibia** 1989 Estuarine ecology. Wiley Interscience Publishers, New York. 558 pp
- Fabiano G & O Santana** 2000 Monitoreo de pesquerías en sistemas de áreas protegidas: lagunas costeras salobres de la costa atlántica del Uruguay. PROBIDES/GEF Documentos de Trabajo (13). Pp 103-111. Rocha
- Forni F W Norbis G Saona & D Vizziano** 1998 La laguna de Rocha: una nueva área de reproducción de la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*). PROBIDES Bañados del Este. Pp 13-12. Rocha
- Gambarotta JC Saralegui A & EM González** 1999 Vertebrados tetrápodos del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Relevamientos de Biodiversidad 3:1-31. Montevideo

- García-Rodríguez F** 2002 Estudio paleolimnológico de Lagunas de Rocha Castillos Blanca (Sudeste del Uruguay). Tesis de Doctorado, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 94 pp (Inédita)
- García-Rodríguez F del Puerto L Inda H Castiñeira C Bracco R Sprechmann P & B Scharf** 2001 Preliminary paleolimnological study of Rocha lagoon SE Uruguay. *Limnologica* 31:221-228
- Genta JL Pérez G & CR Mechoso** 1998 A recent increasing trend in the streamflow of rivers in the southeastern South America. *Journal of Climate* 11:2858-2862
- Giménez L Borthagaray AI Rodríguez M Brazeiro A & C Dimitriadis** 2005 Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. *Helgoland Marine Research* 59:224-236
- Giménez L Dimitriadis C Carranza A Borthagaray AI & M Rodríguez** 2006 Unravelling the complex structure of a benthic community: A multiscale-multianalytical approach to an estuarine sandflat. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 68:462-472
- Goldsborough LG & GGC Robinson** 1996 Pattern in wetlands. Pp 78-120 *In: Stevenson Bothwell & Lowe (eds) Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems.* Academic Press, San Diego
- Gómez P** 2005 Dinámica espacial del bacterioplancton heterótrofo en cuatro lagunas costeras: abundancia, biomasa y composición taxonómica. Informe de Pasantía, Licenciatura en Ciencias Biológicas (Profundización Ecología), Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 36 pp (Inédito)
- Gonenc IE & JP Wolflin** 2004 Coastal Lagoons: Ecosystem Processes and Modeling for Sustainable Use and Development. CRC Press USA,
- Hahn MW Lünsdorf H Wu Q Schauer M Höfle MG Boenigk J & P Stadler** 2003 Isolation of novel ultramicrobacteria classified as Actinobacteria from five freshwater habitats in Europe and Asia. *Applied and Environmental Microbiology* 69:1442-1451
- Hermann PMJ Middelburg JJ van de Koppel J & CHR Heip** 1999 Ecology of estuarine macrobenthos. Pp 195-240 *In: Nedwell & Raffaelli (eds) Advances in ecological research.* Estuaries 29. Academic Press, San Diego
- Isacch JP Costa CSB Rodríguez-Gallego L Conde D Escapa M Gagliardini DA & OO Iribarne** 2006 Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. *Journal of Biogeography* 33:888-900
- Jorcín A** 1989 Contribución al estudio de *Erodona mactroides*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. (Inédita)
- Jorcín A** 1993 Estudo da estrutura e funcionamento da comunidade macrozoobentônica do sistema laguna Castillos - Arroyo Valizas (Departamento de Rocha, Uruguay). Tesis de Maestría, Universidad de São Paulo (São Paulo). 126 pp (Inédita)
- Jorcín A** 1996 Distribución, abundancia y biomasa de *Erodona mactroides* (Mollusca, Bivalvia, Daudin 1801), en la Laguna de Rocha (Dpto. de Rocha, Uruguay). *Revista Brasileira de Biologia* 56:155-162
- Kjerfve B** 1994 Coastal Lagoons. Pp 1-8 *In: Kjerfve (ed) Coastal Lagoon Processes.* Oceanogr Ser Elsevier, Amsterdam
- Knoppers B** 1994 Aquatic primary production in coastal lagoons Pp 243-28 *In: Kjerfve (ed) Coastal lagoon processes.* Oceanogr Ser Elsevier, Amsterdam
- Lacomba I Soutullo A & CM Prigioni** 2001 Observations on the distribution and conservation status of the Neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in the coastal lagoons of the uruguayian atlantic basin and their main tributaries. *IUCN Otter Species Bulletin* 18:20-26
- Lasserre P** 1979 Coastal lagoons. *Nature and Resources* 15:2-21
- Lehman PW** 2000 The influence of climate on phytoplankton community biomass in San Francisco Bay Estuary. *Limnology and Oceanography* 45:580-590
- Limburg KE & C Folke** 1999 The ecology of ecosystem services: Introduccion to the special issue. *Ecological Economic* 29:179-182
- López-Lanús & Blanco** 2005 El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004. Una herramienta para la conservación. Wetlands International Global Series (17), Buenos Aires
- Macchi GJ & EM Acha** 1999 Spawning frequency and batch fecundity of Brazilian menhaden *Brevoortia aurea* in the Río de la Plata estuary of Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98:283-289
- Mann KH** 2000 Ecology of Coastal Waters: Implications for Management. 2nd Edition. Blackwell Science, Oxford. 406 pp
- Meerhoff E Arocena R Conde D & L Rodríguez-Gallego** 2005 La comunidad bentónica de cinco lagunas costeras del Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VIII jornadas de Zoología, II Encuentro de Ecología del Uruguay):126
- Muelbert JH & G Weiss** 1991 Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. *In: Hoyt (ed) Larval fish recruitment and research in the Americas* NOAA Technical Report NMFS 95:43-54
- Morris RM Rappe MS Cannon SA VERgin KL Siebold WA Carlson CA & SJ Giovannoni** 2002 SAR11 clade dominates ocean surface bacterioplankton communities. *Nature* 420:806-810
- Muniz P J Clemente & E Brugnoli** 2005 Benthic invasive pests in Uruguay: A new problem or an old one recently perceived? *Baseline/Marine Pollution Bulletin* 50:993-1018
- Nion H** 1979 Zonación del macrobentos en un sistema lagunar litoral oceánico. Pp 225-235 *In: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónicas y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur* (Montevideo, 9-12 de mayo de 1978). UNESCO, ORCYT
- Nion H Varela & H Castaldo** 1974 Evaluación de los registros pesqueros en el sistema Laguna de Castillos-Arroyo Valizas *CARPAS/6/74/Tec 5*
- Norbis W** 1999 La corvina blanca. Ficha técnica. Bañados del Este, PROBIDES (13). Rocha
- Norbis W** 2000 Estudios sobre la población de camarón rosado (*Panaeus paulensis*) en las lagunas costeras de la Reserva de Biosfera Bañados del Este. Documento de Trabajo 28 PROBIDES (Rocha). 40 pp
- Norbis W & O Galli** 2004 Hábitos de alimentación del lenguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842) en una laguna costera somera del Atlántico Sur: Rocha, Uruguay. *Ciencias Marinas* 30: 619-626
- Norbis W & J Verocai** 2001 Efecto de la pesca artesanal del camarón sobre poblaciones de peces en dos lagunas costeras del Uruguay: Rocha y Castillos. Publicación Especial de las Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VI Jornadas de Zoología del Uruguay):55
- Olsson D Pesamosca P Saona G Forni F Vizziano D Verocai J & W Norbis** 2003 Análisis del contenido estomacal de la corvina (*Micropogonias furnieri*) (Desmarest, 1823) en la Laguna de Rocha-Uruguay. Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las VII Jornadas de Zoología del Uruguay, I Encuentro de Ecología del Uruguay):125
- Orensanz JML Schwindt E Pastorino G Bortolus A Casas G Darrigran G Elías G López Gappa JJ Obenat S Pascual M Penchaszadeh P Piriz ML Scarabino F Spivak ED & EA Vallarino** 2002 No longer the pristine confines of the world

- ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biological Invasions* 4:115-143
- Pereyra G** 2002 Distribución espacial de la macrofauna bentónica en la zona litoral del sur de la Laguna de Rocha. Informe de Pasantía, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), (Montevideo). 30 pp (Inédito)
- Pérez MC & C Odebrecht** 2005 The phytoplankton structure of Merin Lagoon: a subtropical World Biosphere Reserve system (Brasil-Uruguay). *Acta Botanica Croatica* 64:247-261
- Pérez MC Bonilla S De León L Smarda J & J Komárek** 1999 A bloom of *Nodularia baltica/spumigena* group (Cyanobacteria) in a shallow coastal lagoon of Uruguay South America. *Algological Studies* 93:91-101
- Piccini C & D Conde** 2005 Cambios drásticos en la comunidad bacteriana de la Laguna de Rocha y sus posibles implicaciones ambientales. *Revista Agrociencia* 9(1-2):269-275
- Piccini C Conde D Alonso D Sommaruga R & J Perenthaler** En prensa. Unusual blooms of single bacterial species in a coastal lagoon of the south-western Atlantic Ocean. *Applied and Environmental Microbiology*
- Pintos W Sommaruga R Conde D De León R & G Chalar** 1988 Antecedentes y nuevos aportes al conocimiento de la Laguna de Rocha. Informe del Departamento Hidrobiología, Sección Limnología, Facultad de Humanidades y Ciencias (Montevideo). 9 pp (Inédito)
- Pintos W Conde D de León R Cardezo MJ Jorcín A & R Sommaruga** 1991 Some limnological characteristics of Laguna de Rocha (Uruguay). *Revista Brasileira de Biologia* 51(1):79-84
- Potter IC & GA Hyndes** 1999 Characteristics of ichthyofaunas of south-western Australian estuaries, including comparisons with holarctic estuaries and estuaries elsewhere in temperate Australia. *Australian Journal of Ecology* 24:395-421
- PROBIDES** 1999 Plan Director de la Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay. PROBIDES/GEF/PNUD/UE, Rocha. 159 pp
- Rilla F** 2005 Informe para Uruguay. Pp 87-97 *In: López-Lanús & Blanco* (eds) *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004*. Una herramienta para la conservación. *Wetlands International Global Series* (17), Buenos Aires
- Rodríguez-Graña L Calliari D Conde D Sellanes J & R Urrutia** En preparación. Strong benthic-pelagic coupling in a shallow lagoon of the subtropical South Atlantic as revealed by stable isotope analysis ( $d^{13}C$  and  $d^{15}N$ ) of trophic web structure.
- Rudolf JC** 1996 El Flamenco. Ficha técnica Bañados del Este, Probides (7). Rocha
- Salas HJ & P Martino** 1990 Metodologías simplificadas para la evaluación de la eutrofización en lagos cálidos tropicales. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS
- Santana O & G Fabiano** 1999 Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas José Ignacio Garzón de Rocha y de Castillos). Plan de Investigación Pesquera URU/92/003. INAPE-PNUD, Montevideo. 165 pp+apéndice
- Santana O & A Ferreira** 1989 Relevamiento de crustáceos (Decapoda) del ecosistema lagunar-costero: Laguna de Castillos-Arroyo Valizas-Ensenada del Arroyo Valizas (Depto. Rocha, Uruguay). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* (Actas de las II Jornadas de Zoología del Uruguay) 5(2da época):40
- Saona G Forni F Vizziano D & W Norbis** 2003 Structure by size, sex and maturity stage of the white croaker (*Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1823; Teleostei: Sciaenidae) in the bycatch of the artisanal fishery at Rocha Lagoon, Uruguay. *Ciencias Marinas* 29:315-324
- Scheffer M** 1998 Ecology of shallow lakes. Population and community. Chapman & Hall, London. 357 pp
- Schelske CL Carrick HJ & FJ Aldridge** 1995 Can wind-induced resuspension of meroplankton affect phytoplankton dynamics?. *Journal of North American Benthological Society* 14:616-630
- Seeliger U Costa CSB & P Abreu** 1997 Energy flows and habitats in the Patos Lagoon: primary production cycles. Pp 65-70 *In: Seeliger Odebrecht & Castello* (eds) *Subtropical convergence environments. The coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin
- Sherr E & BF Sherr** 1988 Role of microbes in pelagic food webs: A revised concept. *Limnology and Oceanography* 33:1225-1227
- Sommaruga R & D Conde** 1990 Distribución de materia orgánica en los sedimentos recientes de la Laguna de Rocha (Rocha Uruguay). *Atlántica* 12:35-44. Rio Grande
- Sommaruga R & W Pintos** 1991 Laguna de Rocha. *In: ILEC* (ed) *Databook of world lake environments. A survey of the state of world lakes*. ILEC/UNEP/SAM-9 Otsu. 7 pp
- Sorokin YI** 1999 Aquatic Microbial Ecology. Backhuys Publishers, Leiden. 248 pp
- Soutullo A Pereira-Garbero R & EM González** 1998 A preliminary survey on the status of otters in Uruguay. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 15:47-55
- Urban-Malinga B & J Wiktor** 2003 Microphytobenthic primary production along a non-tidal sandy beach gradient: an annual study from the Baltic Sea. *Oceanologia* 45(4):705-720
- Vaz-Ferreira R & F Rilla** 1991 Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) and coscoroba swan (*Coscoroba coscoroba*) in a wetland in Uruguay. *Wildfowl Supplement* 1:272-277
- Vidal L Bonilla S Rodríguez L Conde D & W Martínez** 2006 Importancia del picofitoplanton autótrofo en lagunas costeras subtropicales de Uruguay. XIII Congreso de la Asociación Española de Limnología, V Congreso Ibérico de Limnología (Barcelona, 2-7 de junio de 2006):76
- Vizziano D F Forni G Saona & W Norbis** 2002 Reproduction of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) in a shallow temperate coastal lagoon of the Southern Atlantic Ocean (Uruguay). *Journal of Fish Biology* 61:196-206
- Yáñez-Arancibia A Lara-Domínguez AL & D Pauly** 1994 Coastal lagoons as fish habitats. Pp 363-376 *In: Kjerfve* (ed) *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam
- Zwart G Crump BC Agterveld M Hagen F & SK Han** 2002 Typical freshwater bacteria: an analysis of available 16S rRNA gene sequences from plankton of lakes and rivers. *Aquatic Microbial Ecology* 28:141-155

## Efectos del Canal Andreoni en playas de Rocha: deterioro ambiental y su efecto en la biodiversidad

DIEGO LERCARI\* & OMAR DEFEO

\*lercari@fcien.edu.uy



### RESUMEN

En este trabajo se muestra el efecto producido por la descarga del Canal Andreoni en el hábitat y en la fauna de invertebrados de la playa comprendida entre La Coronilla y Barra del Chuy. Los resultados están basados en un análisis de largo plazo y en un monitoreo periódico que realiza la Unidad de Ciencias del Mar de la Facultad de Ciencias conjuntamente con la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. La descarga de agua dulce produce diversas modificaciones en el hábitat, tales como alteraciones sedimentológicas y en variables físico-químicas del agua marina. La alteración del hábitat genera una disminución del número de especies, diversidad ecológica, abundancia y biomasa de las comunidades bentónicas. A nivel de poblaciones, se encontró un claro efecto negativo en las especies intermareales *Mesodesma mactroides*, *Donax hanleyanus* y *Emerita brasiliensis*, las cuales disminuyeron su abundancia, peso y fecundidad (entre otras propiedades) en las cercanías del canal. La disminución de la abundancia y biomasa en estas especies repercutiría sobre aves y peces que utilizan la playa como zona de alimentación. Únicamente la clausura completa o la disminución sustancial de la descarga del Canal Andreoni podría revertir en un plazo no establecido el efecto negativo sobre la playa. En este contexto, se propone el desarrollo de un programa o plan de manejo costero integrado donde se armonicen las diferentes actividades y se minimicen los conflictos de uso bajo un marco reglamentario objetivo basado en estudios científicos robustos.

**Palabras clave:** descargas de agua dulce, impacto humano, macrofauna bentónica, playas arenosas, Uruguay

### ABSTRACT

This paper presents the effect produced by the Canal Andreoni discharge on the intertidal habitat and its fauna in La Coronilla-Barra del Chuy beach. The results are based on a long term monitoring project developed by the Marine Science Unit (Faculty of Sciences), jointly with the National Direction of Aquatic Resources. The results showed that the freshwater discharge produces diverse habitat alterations in grain size, slope, beach width, swash width and in seawater physico-chemical properties. This habitat modification produces effects at the community and population levels. Community-level effects include a decrease in the number of species and in ecological diversity. Also, a clear negative effect was found at the population level in the intertidal species *Mesodesma mactroides*, *Donax hanleyanus* and *Emerita brasiliensis*. Close to the canal discharge, these species showed a marked decrease in abundance, biomass and fecundity. The negative effects on the intertidal species could propagate to predators such as birds and fish, which use this sandy beach as a feeding area. Only a substantial decrease of the discharge or closure of Canal Andreoni could reverse the detrimental effects on this sandy beach ecosystem. In this context, a management plan to minimize use conflicts, based on a scientifically-sound management policy, is proposed.

**Key words:** freshwater discharge, human impact, benthic macrofauna, sandy beaches, Uruguay

### IMPACTO AMBIENTAL EN LA COSTA

Más de la mitad de la población mundial vive en la zona costera. En Uruguay, el 70% de la población habita en los departamentos costeros del Río de la Plata y el Océano Atlántico (INE 2004). La línea costera uruguaya comprende unos 670 km de sucesión de playas arenosas separadas esporádicamente por puntas rocosas u otros accidentes geográficos (MTOP-PNUD-UNESCO 1980). En este contexto, el hombre es considerado como factor fundamental en el cambio de los sistemas costeros a diferentes escalas de espacio y tiempo.

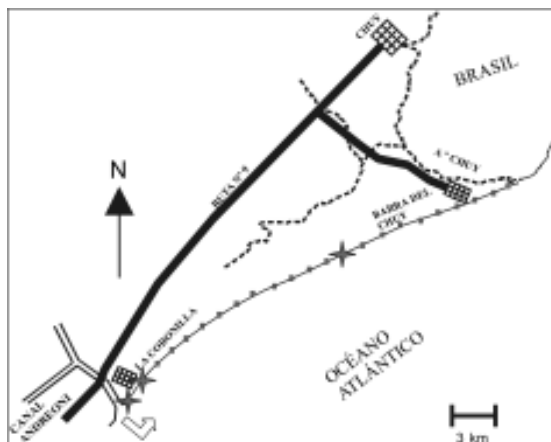
El impacto humano en la zona costera puede tomar varias formas, variando desde gradual a repentino, local a extenso y premeditado a inadvertido (Carter 1991). Numerosos usos de la zona costera, tales como la urba-

nización y recreación, así como aquellos relacionados con la producción industrial, agrícola y pesquera, conducen a trastornos directos o indirectos no deseables en el ambiente costero. Entre estas alteraciones resaltan la contaminación, la erosión costera y los efectos directos e indirectos de la pesca sobre la biodiversidad y el hábitat que la alberga. Estas perturbaciones inducidas por el hombre alteran la fauna a diferentes niveles de organización, desde el ecosistémico y comunitario (número de especies, diversidad ecológica), hasta el poblacional e individual (abundancia, crecimiento, fecundidad, reproducción, mortalidad) (Lubchenco *et al.* 1995; Defeo & de Álava 1995; Defeo 1998). Entre las numerosas fuentes de impacto humano en las costas, las descargas artificiales de agua dulce y el incremento de las descargas de efluentes

urbanos, industriales y agrícolas, han sido identificadas como fuertes modificadoras de la calidad ambiental, produciendo la alteración de los regímenes salinos y de nutrientes en ambientes marinos costeros (Hall *et al.* 1997; Serafy *et al.* 1997; Irlandi *et al.* 1997; Carpenter *et al.* 1998). Los embalses y represas en el continente también afectan los sistemas costeros, modificando el volumen y la distribución de la descarga de agua dulce en el mar (Ardisson & Bourget 1997). En particular, existe una notoria falta de información sobre las consecuencias de descargas artificiales de agua dulce en las comunidades y poblaciones de invertebrados de playas arenosas marinas. Estos efectos son de gran importancia, considerando que la salinidad es uno de los principales factores ambientales que condicionan los procesos fisiológicos y controlan la distribución y abundancia de los organismos estuarinos y marinos (Kinne 1971; Davenport 1979; Defeo *et al.* 1986; 1996; Navarro 1988).

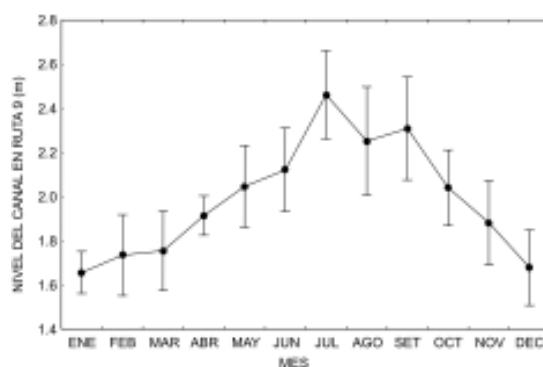
#### EL CASO DEL CANAL ANDREONI EN LA COSTA DE ROCHA

Las playas arenosas se encuentran entre los ecosistemas costeros mayormente afectados por las actividades humanas antes mencionadas. Sin embargo, poco se conoce acerca de los disturbios producidos en la macrofauna de las playas arenosas de Uruguay. El cinturón costero de 22 km comprendido entre Barra del Chuy y La Coronilla (Fig. 1) es muy rico en número y abundancia de especies bentónicas (Defeo *et al.* 1992). Este litoral rochense es afectado por la descarga de agua dulce, material en suspensión y una incierta cantidad de agroquímicos proveniente del Canal Andreoni. El canal data de los años 20, cuando su longitud no superaba los 3 km y estaba destinado en un principio al drenaje de tierras húmedas. A fines de la década del 50 el canal fue ampliado a 13 km, y a partir de 1981 pasó a constituir un extenso y potente sistema de canales cuya misión principal es el suministro de agua para pastoreo de



**Figura 1.** Área de estudio, mostrando las tres localidades (estrellas) y los 23 sitios (cuadrados) seleccionados para el análisis de impacto faunístico y ambiental. La flecha indica la dirección predominante de la descarga del Canal Andreoni.

ganado y cultivo de arroz, principal producto de la región. El caudal del canal es sumamente variable, dependiendo de las precipitaciones en la cuenca y de las necesidades hídricas del cultivo (ver Méndez & Anciaux 1991 y referencias en éste). Sin embargo, coincidiendo con las mayores precipitaciones, el mayor volumen descargado se produce durante los meses de invierno (Fig. 2).



**Figura 2.** Variación mensual del caudal (nivel) del Canal Andreoni medido sobre la Ruta 9. Obsérvese el incremento de la descarga durante los meses invernales.

A efectos de evaluar el impacto del Canal Andreoni en la fauna y en el hábitat costero, se han empleado dos aproximaciones metodológicas diferentes (Fig. 1): (a) el relevamiento de las principales especies de invertebrados y de las características de la playa en tres localidades denominadas: Andreoni, adyacente al canal que lleva el mismo nombre; La Coronilla, a 1 km del canal; y Barra del Chuy, a 10 km de su desembocadura; (b) un minucioso análisis individual de especies seleccionadas por su actual o potencial importancia económica, tales como la almeja amarilla *Mesodesma mactroides*, el berberecho *Donax hanleyanus* y el tatucito *Emerita brasiliensis*. En el último caso, se investigaron sus poblaciones en 23 sitios (uno por km), desde el Arroyo Chuy hasta el Canal Andreoni.

#### LA CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO

Los resultados de las investigaciones de largo plazo muestran que el Canal Andreoni ha afectado en forma drástica al hábitat y a la fauna que allí habita. El efecto en el hábitat, fundamentalmente en la franja arenosa y en la transparencia del agua, ha producido un claro perjuicio al turismo, denotando un grave conflicto en el uso de la zona costera. A continuación se detallan los principales resultados científicos obtenidos a la fecha, basados en varias tesis de pre y posgrado y en publicaciones en revistas internacionales (Defeo *et al.* 1986; de Álava 1989; Defeo 1993; Defeo & de Álava 1995; Defeo *et al.* 1996; Lercari & Defeo 1999; Lercari 2000; Lercari *et al.* 2002; Lercari & Defeo 2003; Defeo & Lercari 2004).

#### Efectos en el ambiente

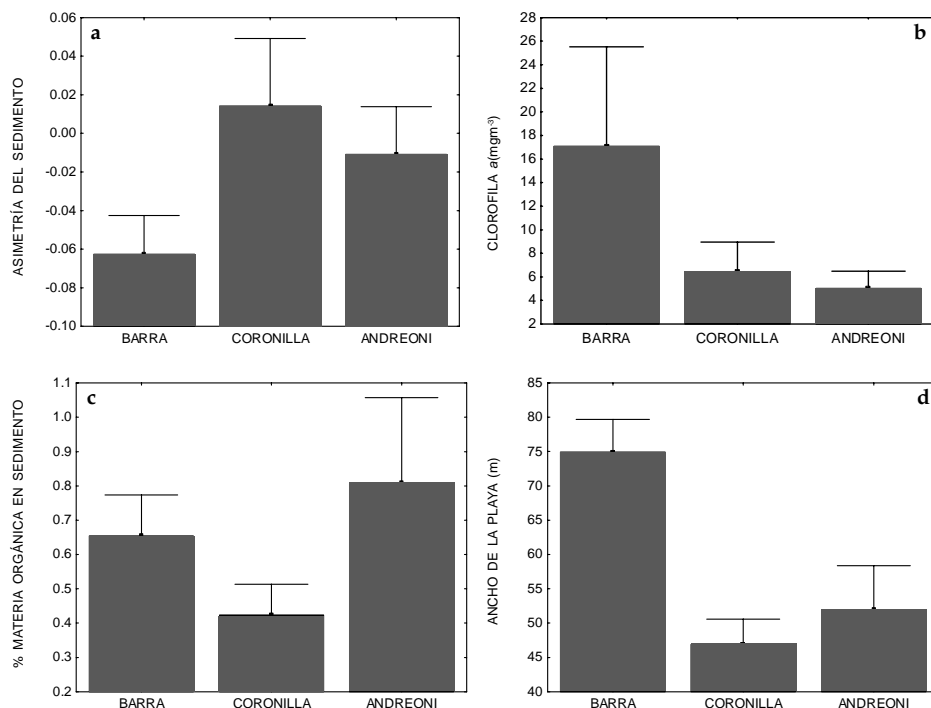
Las arenas de Barra del Chuy y La Coronilla, en los sitios más alejados del canal, fueron en general más

homogéneas y presentaron una mayor proporción de sedimentos finos que en Andreoni, sitio en el cual las arenas fueron más gruesas y variables (Fig. 3a). Esto es ocasionado por la erosión producida por variaciones en el caudal y dirección de la desembocadura del canal. La concentración de clorofila *a*, indicador de biomasa fitoplanctónica y una de las bases de la trama trófica de las comunidades de playas arenosas, disminuyó desde Barra del Chuy hacia Andreoni (Fig. 3b). En esta localidad, el agua tendió a ser más turbia como resultado de la desembocadura del canal. La importante concentración de material en suspensión y la constante erosión del lugar sugieren un hábitat inestable e inapropiado para la sobrevivencia de la fauna. Similar observación correspondió al porcentaje de materia orgánica en el sedimento debido a la deposición de organismos muertos, desechos domésticos y restos vegetales (Fig. 3c). Adicionalmente, el efecto estético producido por dichas acumulaciones hace que el interés turístico sobre esta zona haya disminuido en el tiempo. El ancho promedio de la playa disponible como hábitat para la macrofauna bentónica y para actividades de recreación disminuyó sensiblemente desde Barra del Chuy (50 m) hacia La Coronilla (25 m) (Fig. 3d). El efecto ecológico producido puede considerarse como pérdida directa de hábitat para la fauna de invertebrados y posiblemente produzca alteraciones en las interacciones intra e inter específicas de la comunidad. Adicionalmente, desde el punto de vista turístico, la disminución del tamaño de la playa no es deseable.

La salinidad llegó a ser cinco veces menor en Andreoni que en Barra del Chuy, mientras que el promedio anual de salinidad es más del doble en Barra del Chuy que en Andreoni (Fig. 4), observándose además valores mínimos en las tres localidades durante otoño e invierno en correspondencia con un mayor caudal del canal. Este efecto es de particular importancia, considerando que la salinidad es uno de los principales factores ambientales que condicionan los procesos fisiológicos y controlan la distribución y abundancia de los organismos estuarinos y marinos (Kinne 1971). La baja salinidad y la elevada variabilidad de la misma producida por el Canal Andreoni han generado altas mortalidades en la fauna marina, la cual está habituada a vivir en agua de salinidad elevada y estable aportada por el Océano Atlántico.

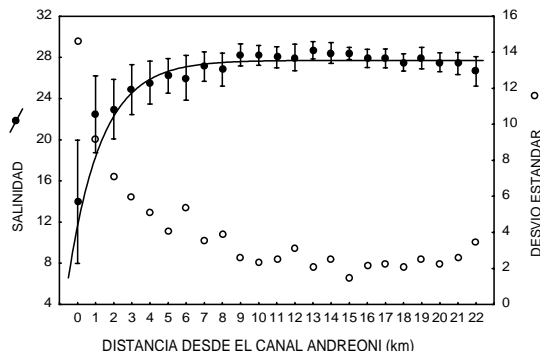
### Efectos en la biodiversidad

El número de especies disminuyó en forma marcada desde Barra del Chuy (24 especies) hacia Andreoni (6 especies). Asimismo, Barra del Chuy presentó una abundancia 3 y 100 veces mayor a la estimada para La Coronilla y Andreoni, respectivamente, mientras que la biomasa (gramos por metro) fue 17 y 1000 veces mayor (Fig. 5). El efecto de la descarga de agua dulce pudo ser detectado a lo largo de diferentes niveles de agrupación taxonómica, desde especie a phylum. Este resultado denota la magnitud del impacto, donde dos phyla (Mollusca y Annelida) han sido completamente excluidos en las cercanías del canal.

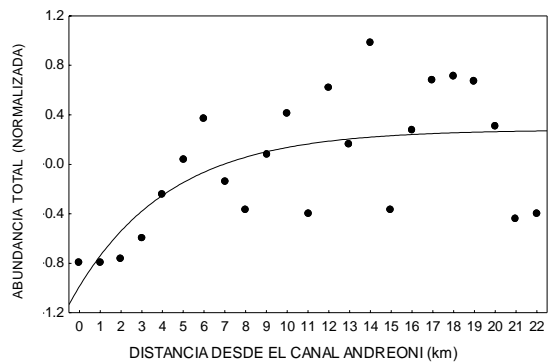


**Figura 3.** Valores medios  $\pm$  error estándar de variables ambientales en tres localidades de la franja costera Canal Andreoni-Barra del Chuy: a) asimetría del sedimento; b) concentración de clorofila *a* ( $\text{mg m}^{-3}$ ); c) porcentaje de materia orgánica en sedimento; y d) ancho de la playa (m).

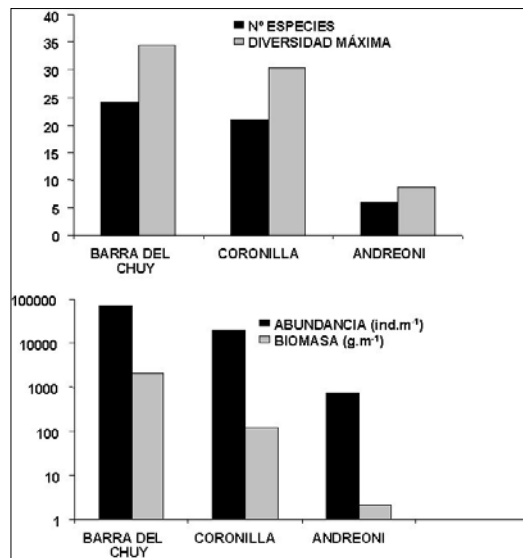




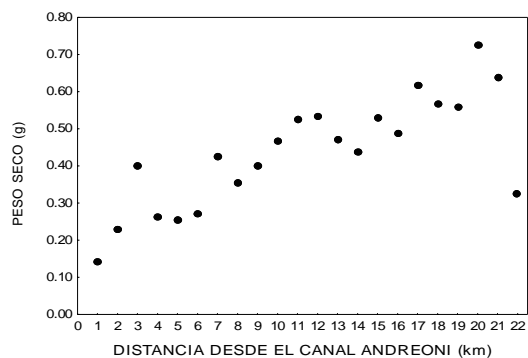
**Figura 4.** Variabilidad de la salinidad media (●) ± error estándar y desvío estándar (○) de la salinidad en función de la distancia al Canal Andreoni. La línea sólida muestra el ajuste de un modelo asintótico a la variación espacial de la salinidad.



**Figura 6.** Modelo asintótico relacionando la abundancia total (valores normalizados) del tatucito *Emerita brasiliensis* y la distancia desde la descarga de agua dulce.



**Figura 5.** Variación espacial en número de especies y diversidad ecológica (arriba) y abundancia y biomasa totales (abajo) en Barra del Chuy, La Coronilla y Andreoni.



**Figura 7.** Variación espacial en el peso medio del tatucito *Emerita brasiliensis* en los 23 sitios adyacentes a la desembocadura del Canal Andreoni.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

En lo referente a perspectivas de investigación enfocadas a ahondar en el efecto de la descarga sobre la biodiversidad, en primer instancia se debería perpetuar un plan de monitoreo ambiental y ecológico exhaustivo. Debería ser considerado un mayor número de variables ambientales aún no evaluadas y eventualmente relacionadas con la descarga del canal (e.g. concentración de nutrientes). En este contexto, sería relevante un análisis continuo de la calidad del agua del canal, así como del destino de los agroquímicos utilizados en la cuenca. No se han investigado los tipos de agroquímicos, la temporalidad de sus aplicaciones, sus características de toxicidad, tiempo de vida media, tiempo de residencia en el sistema hídrico, etc. Tampoco se ha evaluado el efecto de diferentes concentraciones de los agroquímicos en el ambiente de playa ni en los componentes bióticos del ecosistema a través de análisis eco-toxicológicos. Por otra parte se debería profundizar en el conocimiento de las comunidades planctónicas y meiobentónicas de la playa impactada, así como de las aves y peces que habitan el ecosistema intermareal arenoso de la playa La Coronilla-Barra del Chuy.

Se han evaluado en forma concreta los efectos del Canal Andreoni en el bentos, tanto a nivel poblacional

### Efectos en poblaciones: almeja, berberecho y tatucito

Las investigaciones desarrolladas desde 1983 han mostrado una marcada variabilidad en la abundancia de las poblaciones de almeja amarilla, berberecho y tatucito a lo largo de los 22 km de playa arenosa comprendidos entre Barra del Chuy y Andreoni. En el caso específico del tatucito *E. brasiliensis*, no solamente la abundancia (Fig. 6) disminuyó hacia el Canal Andreoni, sino además la tasa de crecimiento, el peso individual (Fig. 7) y la fecundidad (número de huevos por hembra). El fitoplancton marino, fuente primordial de alimento de las tres especies, disminuyó hacia el canal. Esto permite afirmar que la descarga de agua dulce del canal produce efectos en cadena que implican una disminución de la calidad del hábitat para la fauna, lo cual produce efectos negativos sustanciales en su crecimiento, sobrevivencia y reproducción.

como comunitario. Estos estudios podrían extenderse a niveles de organización inferior (individuo, fisiológico) en donde los experimentos de campo y laboratorio tendrían un papel primordial. De igual forma podrían analizarse los efectos del canal desde un punto de vista ecosistémico. La concentración de información relevante de todos los componentes del ecosistema permitiría realizar una caracterización mediante estadígrafos propios de ese nivel de organización. Asimismo, permitirá abordar interrogantes propias a ese nivel, como por ejemplo las relaciones depredador-presa y particularmente la relación entre los cambios de salinidad, la mortalidad por estrés fisiológico y la mortalidad por carencia de alimento (fitoplancton y/o detritus) debido a efectos en cascada producidos por la descarga de agua dulce. Para esto serían necesarios estudios detallados de las dietas de todos los componentes del ecosistema, así como análisis de isótopos estables para determinar y cuantificar exhaustivamente las relaciones tróficas en este ecosistema.

Desde un enfoque regional es evidente la necesidad de investigaciones adecuadas para establecer un plan de manejo costero para el área o región (enmarcado en un plan de desarrollo costero nacional) en donde se analicen los aspectos socioeconómicos de los impactos del canal, así como posibles configuraciones hidráulicas de la cuenca que permitan reducir los efectos de su descarga en la playa y los consecuentes conflictos de intereses intersectoriales (e.g. hoteleros vs. arroceros).

#### IMPLICANCIAS PARA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Nuestros resultados muestran de forma concluyente que el Canal Andreoni ejerce un impacto negativo en la riqueza de especies y diversidad ecológica de la fauna bentónica en el cinturón costero comprendido entre las localidades La Coronilla y Barra del Chuy. Asimismo, dicho canal afecta la abundancia, crecimiento y potencial reproductivo de las especies, y altera la geomorfología de la costa y las variables físico-químicas del agua de mar. Esto sugiere la necesidad de un análisis hidrológico integral de la cuenca que posibilite un reordenamiento hidráulico de las aguas vertidas al Canal Andreoni y la clausura de dicha descarga artificial. Esto permitiría el desagüe del canal hacia ríos y arroyos, un mejor aprovechamiento del agua para fines de riego y en consecuencia minimizar la acción nociva del canal en la zona costera, tanto en la fauna como en la fisonomía del paisaje.

Dado que el deterioro ambiental afecta no solo la actividad pesquera, sino también la riqueza faunística, la fisonomía de la costa y las actividades turísticas y recreativas, se sugiere el desarrollo de un plan de manejo costero integrado. Mediante este plan se podrán conjugar los resultados de estudios científicos producidos por el sector académico y los intereses de los distintos usuarios de la zona costera (e.g. pescadores, agricultores, ganaderos, representantes de hotelería). Lo anterior

permitiría desarrollar un programa de manejo costero donde se armonicen las diferentes actividades y se minimicen los conflictos de uso bajo un marco reglamentario objetivo.

Se recomienda la necesidad de desarrollar estrategias de planificación y manejo de la zona costera en base a estudios integrales a fin de realizar un ordenamiento ecológico dirigido a evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables. Teniendo en cuenta la creciente actividad antropogénica en la costa, el riesgo de extinción de especies y la pérdida progresiva de hábitats, deben establecerse criterios para la conservación de la biodiversidad, incluyendo la identificación de áreas sensibles a proteger, así como áreas a ser restauradas o rehabilitadas. En tales casos, es clave establecer áreas sensibles o prioritarias a conservar desde un punto de vista biológico (biodiversidad) y ambiental (aspectos físicos), así como los criterios para diseñar e implementar áreas costeras protegidas. En el caso específico del cinturón costero analizado, teniendo en cuenta que se encuentra afectado por diversas fuentes de impacto, el establecimiento de pautas de conservación y manejo en el corto plazo es crítico para proteger a las especies como a su hábitat. En consecuencia, esta zona ha sido propuesta como parte de un sistema de Áreas Marinas Protegidas en vías de implementación en la costa uruguaya (Defeo *et al.* 2004).

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a todas aquellas personas que en menor o mayor medida participaron y participan en la adquisición de la información de campo y laboratorio necesaria para el análisis de los efectos del Canal Andreoni en la playa de La Coronilla-Barra del Chuy.

#### REFERENCIAS

- Ardisson PL & E Bourget** 1997 A study of the relationship between freshwater runoff and benthos abundance: a scale-oriented approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45:535-545
- Carpenter SR Caraco NF Correl DL Howarth RW Sharpley AN & VH Smith** 1998 Nonpoint pollution of surface waters with phosphorous and nitrogen. *Ecological Applications* 8:559-568
- Carter RGW** 1991 Coastal environments. Academic Press, Londres. 617 pp
- Davenport J** 1979 The isolation response of mussels (*Mytilus edulis* L.) exposed to falling sea water concentrations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 59:123-132
- de Álava A** 1989 Dinámica poblacional y estructura espacio-temporal de *Excirrolana armata* y *Excirrolana braziliensis* (Isopoda: Cirrolanidae) en playas del litoral atlántico uruguayo. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 112 pp (Inédita)
- Defeo O** 1993 The effect of spatial scales in population dynamics and modelling of sedentary fisheries: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of an Uruguayan exposed sandy beach. Tesis de Doctorado, CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 308 pp (Inédita)

- Defeo O** 1998 Testing hypotheses on recruitment, growth, and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *In: Jamieson & Campbell (eds) Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 125:257-264
- Defeo O & A de Álava** 1995 Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 123:73-82
- Defeo O & D Lercari** 2004 Testing taxonomic resolution levels for ecological monitoring in sandy beach macrobenthic communities. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 14:65-74
- Defeo O Brazeiro A & G Riestra** 1996 Impacto de la descarga de un canal artificial en la biodiversidad de gasterópodos en una playa de arena de la costa atlántica uruguaya. *Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay* 8(70-71):13-18
- Defeo O Jaramillo E & A Lyonnet** 1992 Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8:830-839
- Defeo O Layerle C & A Masello** 1986 Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente* 8(1):48-57
- Defeo O de Álava A Gómez J Lozoya JP Martínez G Riestra G Amestoy F Martínez G Cantón V & M Batallés** 2004 Hacia una implementación de áreas marinas protegidas como herramientas para el manejo y conservación de la fauna marina costera en Uruguay. 1ª Jornada Comunicación Científica del PDT: 81-87. Montevideo
- Hall JA Frid CLJ & ME Gill** 1997 The response of estuarine fish and benthos to an increasing discharge of sewage effluent. *Marine Pollution Bulletin* 34:527-535
- Irlandi E Maciá S & J Serafy** 1997 Salinity reduction from freshwater canal discharge: effects on mortality and feeding of an urchin (*Lytechinus variegatus*) and a gastropod (*Lithopoma tectum*). *Bulletin of Marine Science* 61:869-897
- Kinne O** 1971 Salinity. Pp 683-995 *In: Kinne (ed) Marine Ecology*. Vol. 1. Wiley-Interscience, Nueva York
- Lercari D** 2000 Efectos de la descarga de agua dulce sobre *Emerita brasiliensis* (Crustacea) en playas arenosas disipativas. Tesis de Maestría, PEDECIBA-Biología (Montevideo). 46 pp (Inédita)
- Lercari D & O Defeo** 1999 Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49:457-468
- Lercari D & O Defeo** 2003 Variation on a sandy beach macrobenthic community along a human induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58S:17-24
- Lercari D Defeo O & E Celentano** 2002 Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution Bulletin* 44:1392-1399
- Lubchenco J Allison GW Navarrete SA Menge BA Castilla JC Defeo O Folke C Kussakin O Norton T & AM Wood** 1995 Coastal systems. Pp 370-381 *In: United Nations Environment Programme (ed) Global Biodiversity Assessment*. Section 6: Biodiversity and ecosystem functioning: ecosystem analyses. Cambridge University Press, Cambridge
- Méndez SM & F Anciaux** 1991 Efectos en las características del agua costera provocados por la descarga del Canal Andreoni en la playa de La Coronilla (Rocha, Uruguay). *Frente Marítimo* 8:101-107. Montevideo
- MTOP-PNUD-UNESCO** 1980 Conservación y mejora de playas-URU 73.007. 593 pp+4 apéndices. UNESCO, Montevideo
- Navarro JM** 1988 The effects of salinity on the physiological ecology of *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 122:19-33
- Serafy JE Lindeman KC Hopkins T.E & JS Ault** 1997 Effects of freshwater canal discharge on fish assemblages in a subtropical bay: field and laboratory observations. *Marine Ecology Progress Series* 160:161-172

## Interfase de conflictos: el sistema costero de Rocha (Uruguay)

DANIEL DE ÁLAVA

alava@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La incidencia del proceso de transformación antrópico en el sistema costero de Rocha, Uruguay, tiene connotaciones críticas cuando se modelan nuevos escenarios de manejo. Se presenta una dicotomía intrínseca entre las estrategias de desarrollo y el ordenamiento ambiental del territorio. A escala ambiental, existe un gradiente de conflictos en función a un modelo convencional de apropiación del espacio, incluyendo el turismo, centros urbanos densamente poblados, infraestructura portuaria, zonas agropecuarias y zonas que se intentan manejar como áreas protegidas. Las transformaciones han resultado en una serie de impactos ambientales negativos con la consecuente degradación ambiental. Se plantean dos enfoques para abordar el manejo del sistema costero de Rocha, ambos críticos para alcanzar un proceso sustentable de planificación y manejo de sus recursos. El primero aborda el tema desde la incidencia del proceso de transformación antrópico; el segundo se centra en el ámbito político-institucional. Se realiza una síntesis de las perspectivas para posibles nuevos modelos basados en la conservación y uso de los ecosistemas a través de un proceso sustentable.

**Palabras clave:** zona costera, manejo costero, planificación costera, procesos dinámicos, intervenciones antrópicas

### ABSTRACT

The occurrence of the anthropogenic transformation process in the coastal system of Rocha, Uruguay, has critical implications when future management scenarios are modeled. There is an intrinsic dichotomy between development strategies and environmental territorial planning. At an environmental scale, a degree of conflicts exists as a function of a conventional model of space appropriation, including tourism, high density resort urbanizations, port infrastructure, rural areas and lands with the intention to be managed as protected areas. The transformations have resulted in a series of negative environmental impacts with the resulting environmental degradation and its consequences. Two methods are presented to approach the management of the coastal system of Rocha, both critical in order to achieve a sustainable process for the planning and management of its resources. The first one focuses on the incidence of the anthropogenic transformation process, the second is centered on the institutional-political setting. A synthesis of the possible perspectives for new models is done based on the conservation and use of ecosystems through a sustainable process.

**Key words:** coastal zone, coastal management, coastal planning, dynamic processes, anthropogenic interventions

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, más de 60% de la población mundial vive en una estrecha zona del litoral de los continentes, a la que mediante criterios de delimitación que varían según las naciones, se hace referencia como zona costera (Sorensen *et al.* 1992). Cerca de 75% de la población de América Latina vive en ciudades y 60 de las 77 ciudades más grandes de la región son ciudades costeras (Lemay 1998). Como resultado, a medida que América Latina se continúa urbanizando, también se está tornando más costera (Hinrichsen 1998). En Uruguay, casi 70% de la población se concentra en los departamentos costeros de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, donde se genera 76% del PBI (Gallicchio *et al.* 2004).

A pesar del incremento en la presión antropogénica sobre la zona costera, hay poco reconocimiento sobre su fragilidad y dinámica, siendo susceptible a los cambios inducidos en forma natural como también humana (Scheltinga 2005).

El proceso de transformación del sistema costero contiene matices y variantes según el sistema tecnológico, la situación socioeconómica y cultural de las poblaciones, las zonas climáticas del planeta, los ecosistemas y el sistema político. La zona costera representa entonces un desafío mayor para conjugar el desarrollo de actividades humanas con la conservación de recursos y ecosistemas (van der Merwe & Lohrentz 2001). En términos generales, el cambio antropogénico de los sistemas costeros está dado por la intensificación de la presión de las actividades humanas, e.g. destrucción o degradación de hábitat y la concomitante pérdida de diversidad biológica; degradación de la calidad de las aguas costeras; paulatina reducción del uso y acceso público a la costa; emplazamiento inapropiado de infraestructura en el margen costero con altos riesgos a impactos como inundaciones y procesos relacionados con las dinámicas de erosión/acresión (Olsen & Christie 2000).

La costa oceánica de Uruguay de acuerdo a la dinámica disipativa que se establece entre la energía del oleaje y la morfología submarina (de Álava 1996a), se extiende por 260 km (escala 1:500000) desde Punta Negra (Maldonado) hasta Barra del Chuy (Rocha).

La interacción de las actividades antrópicas llevó a que en el Dpto. de Rocha la zona costera se presente como un espacio de conflicto ambiental. La incidencia del proceso urbano y turístico se incrementó tardíamente en relación con la zona SW de la costa uruguaya, por lo cual las iniciativas de ordenamiento y manejo costero se encuentran en un nivel primario, a escala de proyectos, planes y ordenanzas de carácter general. Resulta entonces importante la reformulación de los esquemas tradicionales de ocupación del territorio, ya que es probable que al igual que otras áreas del litoral (e.g. Dpto. de Maldonado) dichos esquemas promuevan actividades donde el uso y manejo de los recursos naturales condicionen su sustentabilidad.

Durante los últimos 20 años, el proceso de transformación antrópico en Rocha ha experimentado un incremento tanto en la velocidad como en la intensidad de las intervenciones, hecho que responde al estado y características del sistema tecnológico y del modelo de apropiación del espacio. Por otra parte, existe una dicotomía entre los sistemas urbanos y los sistemas ecológicos aún sin urbanizar en lo referente a estrategias de desarrollo y ordenamiento ambiental del territorio (de Álava 1995; van der Merwe & Lohrenz 2001). Como resultado, en la actualidad se observa la consolidación de los balnearios ya existentes en el catastro desde la década de 1940, así como cambios en el uso del espacio, particularmente el fraccionamiento de predios rurales para nuevas modalidades como condominios y "chacras marítimas" de acceso restringido al público. Al mismo tiempo se realizan esfuerzos para la implementación y manejo de posibles áreas protegidas. Una aproximación hacia un modelo sustentable del proceso de apropiación y transformación del territorio requiere de manera rápida, tanto mayores conocimientos sobre el sistema costero, como una planificación e implementación que asegure su conservación tanto para las generaciones futuras, como para futuras actividades de las generaciones presentes.

El manejo del sistema costero de Rocha es crítico para modelar escenarios futuros, así como para lograr un manejo sustentable de sus recursos. En este sentido, las medidas que se adopten a corto y mediano plazo tendrán en la mayoría de los casos un carácter decisivo sobre los grados de libertad del sistema. La presión por intervenciones convencionales de apropiación y uso del espacio costero constituye una de las principales forzantes negativas del sistema en cuanto a su sustentabilidad, ya que la mayoría de las instituciones públicas carecen de un respaldo político robusto para la planificación y los planes particu-

res de manejo basados en un análisis científico y participativo del problema.

A continuación se analiza la incidencia de las intervenciones humanas en el sistema costero de Rocha desde el punto de vista del proceso de transformación y del ámbito político institucional. Finalmente se discuten las perspectivas para nuevos modelos y estrategias de manejo que se basen en la conservación y en un uso sustentable de los ecosistemas.

#### **INCIDENCIA DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN ANTRÓPICO EN EL SISTEMA COSTERO DE ROCHA**

Es posible enfocar el manejo del sistema costero de Rocha mediante la incidencia del proceso de transformación antrópico, donde se plantea una dicotomía entre las políticas de desarrollo, el ordenamiento y manejo ambiental de la zona costera. Mediante este enfoque es posible identificar un gradiente de conflictos a escala ambiental, en función a un modelo convencional de apropiación del espacio y a un complejo de impactos ambientales negativos, como resultado de las transformaciones por las intervenciones humanas en el sistema costero.

La costa del Atlántico Sudoccidental, a escala regional de zona climática templada, se presenta como costa de sotavento para la navegación, lo que constituye para esta actividad un riesgo potencial. Durante el proceso colonizador europeo de la costa comprendida entre Río Grande del Sur (Brasil) y el estuario del Río de la Plata, este factor de riesgo, junto a un paisaje de extensos sistemas dunares y una compleja hidrología, se imponían a las intervenciones humanas, confinándolas a zonas protegidas del litoral. De forma similar a las intervenciones en Río Grande del Sur (Esteves *et al.* 2000a; 2000b), el resultado para la costa uruguaya fue un proceso discontinuo de transformación del ambiente nativo, quedando grandes extensiones sin asentamientos humanos importantes.

Las subsiguientes transformaciones han resultado en una serie de impactos ambientales negativos (IAN) con la consecuente degradación ambiental y sus repercusiones en sectores como el turismo, siendo éste uno de los principales promotores de IAN, junto a recientes iniciativas y proyectos de plantas industriales portuarias. El incremento tanto en la velocidad como en la intensidad de las intervenciones, que se disparó hace aproximadamente 20 años, responde a la evolución y características del sistema tecnológico, de modas de consumo y del modelo de apropiación del espacio. Uno de sus efectos más importantes fue la posibilidad de fácil acceso a zonas de la costa donde el transporte actuaba como "barrera de control". Un caso emblemático es el de Cabo Polonio (Rocha), donde la evolución de los vehículos 4x4 indujo a una mayor afluencia del público y de materiales de construcción y abastecimiento, no sólo en cantidad, sino en velocidad e intensidad.

Una previa síntesis de la dinámica del sistema costero posibilita comprender y visualizar el motivo de muchos problemas que se perciben en la actualidad, así como su evolución, posibles consecuencias y posibles estrategias de manejo.

## DINÁMICA DEL SISTEMA COSTERO

### Concepto de Zona Litoral Activa (ZLA)

La costa formada por playas arenosas está constituida, desde el punto de vista ecológico, por un ecosistema marino controlado por la acción del oleaje y habitado por una biota marina, y un ecosistema terrestre controlado por la acción del viento y habitado por una biota terrestre. Ambos sistemas, si bien distintos, interactúan en una única unidad geomórfica llamada "zona litoral activa" (Fig. 1). Ésta constituye una interfase entre el océano y el continente, existiendo un estado de equilibrio dinámico donde los sedimentos se mantienen constantemente en movimiento (Tinley 1985; McGwynne & McLachlan 1992).

con la presencia de extremidades rocosas, el clima de olas, la rosa de vientos y la disponibilidad de sedimentos, han sido las forzantes que esculpieron y continúan esculpiendo la costa. Las principales intervenciones, entre subsistemas y sistemas, que determinan el balance sedimentario y en consecuencia la línea de costa, corresponden en síntesis a cuatro dinámicas fundamentales:

1) El transporte eólico de sedimentos que se establece desde el sistema dunar a las vías de drenaje (flecha 1 superior, Fig. 3);

2) El transporte eólico que se establece entre el sistema dunar y la zona de playa (flecha 1 inferior, Fig. 3);

3) El transporte de sedimentos desde los cauces semipermanentes hacia la zona de playa y zona submarina contigua (flecha 2, Fig. 3); y

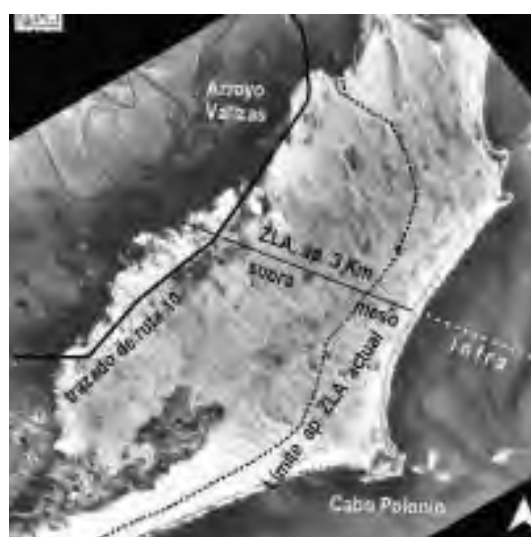
4) El transporte a través de corrientes de deriva litoral (CDL) a nivel de los arcos de playa y de las unidades fisiográficas (flecha 3, Fig. 3).



**Figura 1.** Concepto de Zona Litoral Activa (ZLA). Adaptado de Tinley (1985) y McGwynne & McLachlan (1992). ZLA INFRA: ZLA que se extiende desde la zona de swash hacia zonas más profundas (predomina la energía marina); ZLA MESO: ZLA comprendida entre la zona de swash y dunas frontales (interacción de energía marina y eólica); ZLA SUPRA: ZLA que se extiende desde las dunas frontales hacia el interior del continente (predomina la energía eólica y dinámicas de cauces pluviales permanentes y semipermanentes).

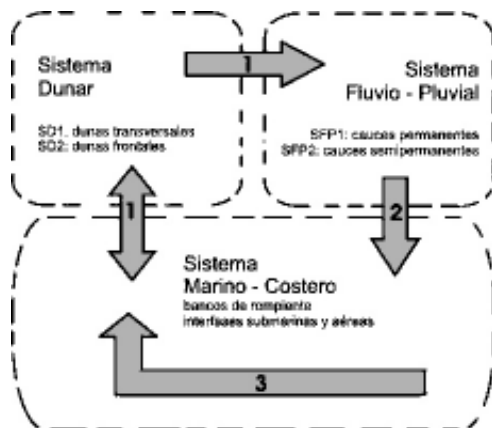
### Evolución de la ZLA

En escenarios previos al proceso de expansión urbano, que para la zona de estudio puede situarse en la década de 1940, la extensión de la ZLA superaba ampliamente su extensión actual y evolucionaba hacia el continente conformando un extenso campo de dunas móviles (de Álava 1994; de Álava 1996a). A esta zona se la refiere como "la antigua ZLA" para diferenciarla de la extensión costera que en la actualidad oficia como ZLA (Fig. 2). Para realizar una descripción más clara de los procesos que tienen lugar en la antigua y actual ZLA, se considera que a escala de paisaje los procesos dinámicos que interactúan en su configuración espacial y en su evolución temporal pueden sintetizarse en el ámbito de tres sistemas (de Álava 1996 b; de Álava 2002): sistema marino costero (bancos de rompiente e interfases submarinas y aéreas), sistema fluvio-pluvial (cauces permanentes y semipermanentes) y sistema dunar (dunas móviles y cordones litorales o frontales de playa) (ver figuras 2, 3 y 4). Los flujos de energía entre éstos, en conjunto

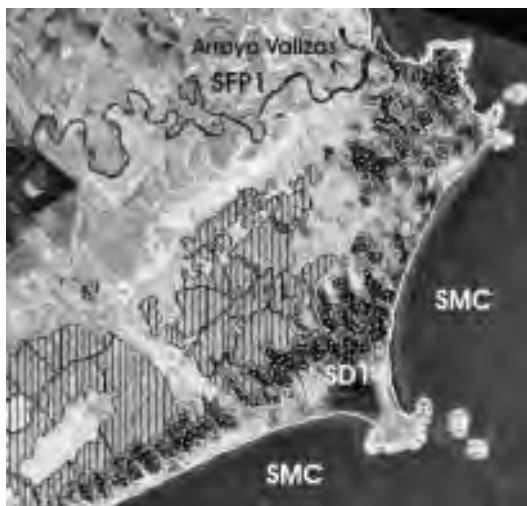


**Figura 2.** Cabo Polonio, donde se observa la reducción del sistema dunar de la antigua ZLA por la forestación que se extiende ca. hasta la línea punteada. Fotografía 1943 verticalizada.

Sistema dunar: se diferencian las dunas transversales móviles (SD1) (dunas barkhanes, seifes, parabólicas y otras combinaciones de depósitos móviles) de los cordones de dunas frontales de playa (SD2); éstas últimas se ubican entre la zona de bermas y las dunas móviles. Esta diferencia se destaca por las características granulométricas de sus materiales, la ubicación espacial y la cobertura vegetal. Mientras que los cordones frontales se disponen de manera continua paralelamente a la línea de costa (Fig. 3 y 4) y poseen vegetación propia, las dunas móviles presentan una disposición transversal, escasa vegetación y presencia de napas aflorantes en sus depresiones.



**Figura 3.** Modelo de los flujos dinámicos entre los sistemas actuantes a escala de paisaje costero. Las flechas indican los transportes de sedimentos entre sistemas: 1) Transporte eólico; 2) transporte fluvio-pluvial; 3) transporte por corrientes de deriva litoral; Sistema de dunas transversales (SD1); sistema de dunas frontales (SD2); cauces permanentes (SFP1); cauces semipermanentes (SFP2); sistema marino costero (SMC). Adaptado de de Álava (1999; 2002).



**Figura 4.** Representación del sistema marino costero (SMC), sistema fluvio-pluvial permanente (SFP1) y sistema dunar transversal (SD1). En negro punteado se observan dunas barjanoides activas, y en polígonos rayados dunas estabilizadas por forestación. Zona de Cabo Polonio, RADARSAT, F3, canal de componentes principales (29/03/2001, 31/10/2001, 17/04/2002). Adaptado de de Álava (2002).



**Figura 5.** Cárcavas transversales a la línea de costa que forman parte del sistema fluvio-pluvial (SFP2), y conducen sedimentos finos y muy finos a través de cañadones hacia la zona de playa.



**Figura 6.** Costa de La Paloma. Referencias: 1) zona portuaria actual; 2) escollera; 3) zona de la antigua "Isla Grande" actualmente unida al continente; 4) zona del antiguo tómbolo entre la isla y continente; y 5) "Puerto Viejo". La escollera y el relleno del tómbolo forman una barrera al transporte de sedimentos NE-SW. Esto ha causado también un relleno de la bahía del Puerto Viejo. RADARSAT F3 (2001).

Sistema fluvio-pluvial: incluye cauces permanentes como ríos, arroyos, cañadas (SFP1) y semipermanentes, como cañadones que comúnmente desembocan en la playa y conducen escorrentías desde las cárcavas con importante carga de sedimentos de granulometría más fina (SFP2) (Fig. 3, 4 y 5).

Sistema marino costero (SMC): la movilidad de los bancos de rompiente e interfaces submarinas y aéreas tienen una importante función sobre la redistribución de sedimentos a través de arcos de playa y unidades fisiográficas (Silvester & Hsu 1993) (Fig. 3 y 4) según el establecimiento de las corrientes de deriva litoral. En algunos casos los disturbios y alteraciones en este sistema provienen de obras portuarias. Un caso típico es el Puerto de La Paloma, que retiene parte de los sedimentos que alimentaban los arcos de playa ubicados al SW del mismo (Fig. 6).

#### INTERVENCIONES ANTRÓPICAS EN EL SISTEMA COSTERO

Es posible modelar las intervenciones humanas en el sistema costero (Fig. 7). El problema surge al considerar la sustentabilidad del mismo, donde puede plan-

tearse la interrogante de si es realmente posible alcanzar un modelo sustentable. Al analizarse los IAN en función de los impactos ambientales positivos (IAP), es posible concluir que no todos los escenarios que se planteen conducen necesariamente a un estado de sustentabilidad. La resiliencia del sistema está siendo afectada y en determinados casos no existe posibilidad de retomar el estado previo a los disturbios, como por ejemplo, la fijación de sedimentos del sistema dunar. En este caso, el sistema se ve atraído hacia un nuevo estado y el proceso de transformación conduce a que la movilidad de sedimentos se concentre mayormente sobre los cordones de dunas frontales de playa. De este modo la pregunta es: ¿Qué tipo de transformaciones permitirían alcanzar un modelo sustentable, teniendo en cuenta el conocimiento sobre los cambios producidos por los disturbios e intervenciones que han tenido lugar en el sistema costero?



Figura 7. Modelo de las intervenciones humanas en la sustentabilidad del sistema costero.

### Evolución y estado ambiental de la zona costera de Rocha

Desde inicios del siglo XX, la zona costera de Rocha, al igual que otras localidades, sobrelleva un proceso que culmina actualmente en el establecimiento de dinámicas degradativas, que pueden sintetizarse en dos grandes componentes causales de las disfunciones del biogeosistema: 1) la implantación de cultivos forestales y 2) el proceso de urbanización. La forestación realizada desde principios de 1940 ha reducido el tránsito de sedimentos mediante los procesos dinámicos que se establecían entre el transporte eólico, fluvio-pluvial y marino-costero que corresponde a la antigua ZLA (Fig. 2 y 3). Existen a escala global, numerosos ejemplos de las consecuencias erosivas de la forestación sobre dunas móviles (Short & Wright 1983; Tinley 1985; Lord *et al.* 1985;

Hesp 1986). La estabilización de dunas móviles fue una de las principales causas que inició e incrementó las dinámicas erosivas en varios tramos de la costa, reduciendo y/o eliminando los procesos de retroalimentación (servo-reguladores) de transporte sedimentario (eólico, fluvial y marino). A estos disturbios debe adicionarse los que resultan de la expansión e incremento del proceso urbano tradicional, ya sea por el uso edificado del suelo, como también por las diversas obras de infraestructura complementarias y portuarias. Es importante considerar también la tendencia natural de incremento del nivel medio del mar, al que se le superpone el aumento del efecto invernadero y su interacción con los Cambios Climáticos Globales. Independientemente de estas afectaciones de escala global y regional, los procesos erosivos que se registran en la actualidad responden claramente a disturbios provenientes de diversas intervenciones humanas, no sólo por su permanencia, sino también por un incremento de su intensidad en la última década (de Álava 1995).

### Principales transformaciones negativas resultantes de la interacción humana

Los principales agentes de transformación que alteraron negativamente los aspectos cripto y fenosistémicos del paisaje (González 1981) han seguido un proceso que respondió a las siguientes causas:

1) Necesidad de detener el avance dunar hacia las tierras altas, de acuerdo a una antigua visión productivista agropecuaria, donde los espacios dunares eran considerados improductivos y perjudiciales. La implantación de cultivos forestales fue la solución encontrada para detener a las arenas; y

2) Expansión del proceso urbano-turístico tradicional, encontrando en la zona costera "improductiva" una nueva fuente de recursos. La forestación, además de controlar las arenas, daba expectativas de crear una serie de centros balnearios de acuerdo a un modelo europeo, de gran aceptación social. La mayor parte de los balnearios de la costa de Rocha fueron comercializados en Argentina, sin tener contacto el interesado con el lugar. En muchos casos se vendieron solares que corresponden a depresiones barrancosas, cárcavas y bañados. Los planos contenían dibujos engañosos y cautivantes, con grandes casinos y hoteles en sus costaneras.

En la actualidad se registran una serie de procesos degradativos del ambiente, cuya interacción durante una evolución espacio-temporal ha resultado en un retroceso general de la línea de costa, con variaciones zonales de acuerdo a sus características geomorfológicas. Es posible estimar que las dunas de la antigua ZLA han sido estabilizadas en más del 80% y que la ZLA actual experimenta síntomas erosivos en casi su totalidad. En algunos casos se han reducido los problemas, principalmente en zonas lo-



calizadas donde actividades como la minería de áridos y el tránsito de vehículos ha cesado, o donde el sistema costero se ha aproximado a un nuevo estado de equilibrio dinámico (ver Silvester & Hsu 1993).

Un desarrollo más preciso de las transformaciones que se registran en la zona costera fruto de las intervenciones antrópicas (e.g. los procesos degradativos de obras de infraestructura vial, las obras de protección edilicias contra el oleaje y las actividades de minería de áridos en las playas) ha sido analizado en varios informes de UNCIEP-Facultad de Ciencias (de Álava 1996a).

#### *Principales impactos ambientales negativos (IAN) en el sistema costero*

Los principales IAN pueden agruparse en erosión en la ZLA, inundación, degradación de bioasociaciones nativas, degradación de recursos hídricos y aguas costeras. Las Tablas 1 y 2 reúnen una descripción más detallada de las intervenciones antrópicas y los IAN identificados y clasificados de acuerdo a un criterio zonal.

**Tabla 1.** Principales intervenciones antrópicas en el sistema costero. Los números hacen referencia a l eje vertical de la Tabla 2.

<b>PRINCIPALES INTERVENCIONES ANTRÓPICAS AGRUPADAS EN 3 COMPONENTES</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>PRINCIPALES INTERVENCIONES ANTRÓPICAS</b>
<b>Zona Litoral Activa (ZLA)</b>	<b>Infraestructura vial:</b>
	1 Incremento o generación de nuevas escorrentías
	2 Pavimentación y/o nivelación de dunas
	<b>Infraestructura edilicia:</b>
	3 Construcciones sobre dunas litorales
	4 Construcciones sobre la playa
	5 Obras defensivas contra el oleaje no disipativas
	6 Densidad de edificación alta
	<b>Otras actividades:</b>
	7 Tránsito de vehículos motorizados sobre dunas y playas
<b>Bioasociaciones Nativas (BN)</b>	8 Forestación
	9 Estructuras portuarias
	10 Minería de áridos
	<b>Uso del espacio:</b>
	8 Forestación
	11 Ganadería
	12 Agricultura
	13 Tala de vegetación nativa
14 Sobrepesca	
<b>Recursos Hídricos y Aguas Costeras (RHAC)</b>	15 Excesiva carga antrópica
	<b>Otras actividades:</b>
	16 Caza y pesca furtiva
	<b>Infraestructura edilicia:</b>
	17 Aguas residuales
	<b>Otras actividades:</b>
18 Sobrebombeo de napas	
19 Vertido de hidrocarburos	
20 Uso de agroquímicos	

Desde el punto de vista patrimonial, tanto los elementos culturales como el biogeosistema, se encuentran afectados a corto y mediano plazo por la expansión e imposición de modelos turísticos tradicionales. Si bien su densidad promedio de ocupación del espacio es menor a la que presentan los balnearios consolidados, la posibilidad del acceso público a la costa se encuentra en la mayor parte de los casos reducida o restringida. No menor son los IAN inducidos por terminales portuarias industriales como las que han sido proyectadas y otras adjudicadas desde el Poder Ejecutivo Nacional desde el año 2003 en La Paloma, caso de la terminal de procesamiento de "anchoita" y el proyecto de cinta-planta chipera (Puerto Graneles).

#### **INCIDENCIA DEL ÁMBITO POLÍTICO-INSTITUCIONAL EN EL MANEJO DEL SISTEMA COSTERO DE ROCHA**

Un segundo enfoque del manejo del sistema costero de Rocha se centra en el ámbito político-institucional. Las políticas de gestión se plantean en un espacio-tiempo que no guarda relación con la realidad de los procesos de cambio y transformación de la zona costera. En el universo virtual de los foros, papeles y la informática, se exponen aparentes logros sobre la confusa y compleja zona costera; sin embargo, no existen medios económicos suficientes destinados a implementar esas acciones. Esto provoca un retraso y un defasaje temporal en la hora de elaborar, discutir políticas y planes con respecto al momento de implementación. El tiempo que implican las gestiones supera las medidas de conservación que puedan adoptarse a modo precautorio. Por lo tanto, al momento de expedición de una normativa puede ocurrir, que el problema inicial supere a la medida adoptada, que la conservación de determinado recurso se haya vuelto inviable o que el recurso ya esté extinto, que la degradación que se espera revertir supere la capacidad de recuperación, que no se cuente con los recursos económicos para implementar las medidas y/o que se pierda apoyo de las comunidades. Finalmente, ocurre que las medidas adoptadas especialmente desde el ámbito político terminan en su mayoría retroalimentando positivamente al modelo tradicional de apropiación del espacio, alcanzando puntos de no retorno del sistema costero y perdiendo grados de libertad. El ámbito político se torna también un importante condicionante de la sustentabilidad del sistema costero.

Las actividades como el ecoturismo y otras modalidades, e.g. turismo sustentable, se presentan como una alternativa más plástica en el espacio-tiempo costero. Si bien pueden llegar a causar IAN si son desarrolladas inadecuadamente, posibilitan un manejo de los recursos de manera y forma más integral. A mediano y largo plazo, posibilitan también un manejo más adaptativo, que incluye actividades de pequeña escala para la utilización de los recursos bióticos (e.g.

**Tabla 2.** Matriz de impactos ambientales negativos (IAN) discriminados por componente, en función de las intervenciones humanas expuestas en la Tabla I que se indican en esta tabla con números. Los puntos (o) indican la existencia de correlación entre una intervención antrópica y un determinado IAN. Intervenciones Antrópicas de la Tabla 1: 1) Incremento o nuevas escorrentías; 2) Pavimentación y/o nivelación de dunas; 3) Construcciones sobre dunas litorales; 4) Construcciones sobre la playa; 5) Obras defensivas contra el oleaje no disipativas; 6) Densidad de edificación alta; 7) Tránsito de vehículos motorizados en dunas y playas; 8) Forestación; 9) Estructuras portuarias; 10) Minería de áridos; 11) Ganadería; 12) Agricultura; 13) Tala de vegetación nativa; 14) Sobrepesca; 15) Excesiva carga antrópica; 16) Caza y pesca furtiva; 17) Aguas residuales; 18) Sobrebombeo de napas; 19) Vertido de hidrocarburos; y 20) Uso de agroquímicos.

		Intervenciones Antrópicas (Referencias de Tabla 1)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Principales Impactos Ambientales Negativos (IAN)	ZLA Infra y Meso	Erosión de dunas	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Erosión de playa	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
		Daños en obras	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
		Retroceso de costa	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
		Obstrucción en transporte de sedimentos		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
		Reducción de capacidad disipadora de la playa	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	ZLA Supra	Estabilización de dunas transversales (móviles)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Represamiento y/o cambios en cauces pluviales	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Mayor frecuencia de inundación en zonas con poca pendiente	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	BN	Erosión de suelos	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Ecosistemas en peligro de extinción	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Degradación de hábitat de especies autóctonas	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	RHAC	Degradación valor escénico	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Degradación calidad del agua	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Salinización de napas	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
		Riesgos en la salud	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
			Efectos tóxicos	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

pesca artesanal). El sector político-institucional no se encuentra preparado para conservar adecuadamente los recursos necesarios para esta modalidad turística o bien no tiene la suficiente conciencia de su responsabilidad para lo que suceda en el futuro.

Mientras se continúa trabajando sobre políticas y planes para la zona costera, no existe un criterio precautorio explícito y formal para asegurar su conservación hasta tanto sea posible implementar aquellos. Estos planes y políticas presentan en muchos casos un problema de abordaje disciplinario. Podría considerarse que el sistema político-institucional aún no logra incorporar las ciencias que estudian la dinámica y el funcionamiento del sistema costero para diseñar su planificación y manejo. Por regla general,

el sistema costero es abordado en este ámbito como una superficie terrestre sobre la que se acopla un plano catastral. Desde esta óptica el derecho de propiedad de la tierra condiciona cualquier tipo de estrategia de manejo; tanto es así, que el recurso expropiatorio es visto como un gasto oneroso y no como una inversión del Estado. Este debería incorporar al medio ambiente o el patrimonio natural en las Cuentas Nacionales si se quiere alcanzar un modelo sustentable. La política de transferir al gobierno departamental la responsabilidad de instrumentar este tipo de acciones para la conservación y manejo de la costa constituye uno de los grandes errores como política de Estado. Sin duda, este apoyo debería haberse instrumentado al momento de la formulación de la

Política Nacional del Espacio Costero, promovida por la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT). Si bien el planteo desde el ámbito local para la toma urgente de medidas precautorias y respaldo económico para instrumentarlas fue motivo de discusiones e interlocuciones a nivel de talleres y foros, los resultados por el momento se instrumentan en mapas y sitios web, pero no en el espacio costero. Sin embargo, el caso inverso donde el gobierno central es quien se ocupa de la gestión y manejo del sistema costero, también ha demostrado ser ineficaz, especialmente por no contar con recursos para la implementación de planes, ni para adoptar acciones de control. Una alternativa podría concentrarse en:

- 1) La unificación de competencias (centrales y departamentales);
- 2) Una mayor vinculación de las agrupaciones locales con las institucionales;
- 3) La instalación de los equipos humanos relacionados a las tareas de manejo y conservación de recursos costeros a las zonas de mayor conflicto en forma permanente; y
- 4) Un mayor intercambio entre el ámbito universitario, las instituciones gubernamentales y las agrupaciones locales.

La discusión más dura se genera en el momento de plantear la revisión y la necesidad de cambios en las leyes, decretos y ordenanzas, lo que demuestra una negación de la realidad para continuar recreando ese universo virtual donde se ha instalado desde hace mucho tiempo la "gestión costera"; mientras tanto, la degradación continúa y no hay asignación de personal y recursos para implementar las recomendaciones. Los conflictos en el sistema costero no sólo se inducen a través del proceso de ocupación/uso del espacio costero, sino también, al igual que en otras naciones, lo hacen desde la legislación con relación a la dinámica costera (O'Hagan *et al.* 2001). Las leyes y decretos establecen arbitrariedades no sustentadas científicamente, como por ejemplo el criterio utilizado para delimitar la "Faja de Defensa Costera" (de Álava 1999). Se ha identificado dos tipos de conflictos entre dicha legislación y el sistema de interfase costero: uno conceptual y otro relacionado con el objetivo de protección y conservación ambiental. A nivel conceptual, hay una insuficiencia en la redacción del artículo sobre la "faja de defensa costera" (Ley 14.859, en la redacción dada por la ley 15.903) de los aspectos descriptivos, en forma más explícita y detallada. También existe una carencia de un enfoque sistémico del ambiente costero para estudiar ambientes con alto dinamismo. Es imprescindible conocer los procesos y flujos entre las distintas unidades del sistema y/o subsistemas, para así poder generar una síntesis de las variables que lo definen (de Álava 1999).

Los conflictos más agudos a nivel conceptual se encuentran reflejados en la delimitación y zonación de una estrecha parte de una zona con alto dinamis-

mo, caracterizada por ser un sistema de interfase, en donde existe un gradiente variable espacio-temporalmente. De acuerdo a los principales procesos dinámicos que interactúan, en el sistema costero no es aplicable un criterio promedial, como tampoco uniforme para delimitar una zona como los 250 m máximos de la "faja de defensa costera" en cuanto a sus propósitos. Un promedio de niveles de máximas crecidas no es la herramienta estadística válida de protección costera. Por el contrario, son los valores máximos que más se alejan del promedio los que deben tenerse en cuenta dado que tienen mayor potencial de disturbio. Este tipo de norma tendría mayor sentido si se aplicara dentro de un contexto de zonación costera cuyos criterios resultasen del estudio de la dinámica del biogeosistema, en especial, a escala de los procesos morfodinámicos. No existe un criterio cautelar, e.g. en relación a la migración de la línea de costa por procesos erosivos a consecuencia de IAN, como tampoco por el previsto incremento del nivel del mar por los Cambios Climáticos Globales (de Álava 1999).

Si el objetivo es la conservación y la toma de medidas preventivas, el conocimiento de las dinámicas entre subsistemas y sus variaciones a nivel de las distintas unidades morfodinámicas de la costa, constituye un elemento de mayor intervalo de confianza para establecer límites entre zonas a diferencia de datos promediales. Este tipo de conflicto se observa por el uso de límites referidos a una unidad y/o criterios arbitrarios de tipo absoluto (referencia al Cero Wharton, referencia al promedio de cotas, referencias a obras de infraestructura vial, referencias arbitrarias para minería). Esto demuestra que no solo se están dejando de lado aspectos dinámicos importantes del litoral de Uruguay, sino también, que se están perdiendo grados de libertad al considerar escalas temporales más amplias (e.g. las referidas al incremento del nivel medio del mar). Por consiguiente, también se observa un inadecuado espectro político-institucional que acompaña las gestiones correspondientes al manejo y conservación del territorio costero (de Álava 1999).

#### **PERSPECTIVAS E IMPLICANCIAS DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO EN LA CONSERVACIÓN DEL SISTEMA COSTERO DE ROCHA**

La necesidad de balancear la intensificación de las actividades humanas con los cambios a que conllevan las cualidades de los ecosistemas, es un propósito constante en los programas de manejo costero de las distintas naciones (Olsen & Christie 2000). Sin embargo, según estos autores, en algunas zonas costeras el proceso de desarrollo contemporáneo se incrementa progresivamente, con una tendencia hacia patrones de comportamiento y de uso que no son sustentables. La búsqueda de la sustentabilidad, concebida como un proceso, requiere concentrarse en la resiliencia, la renovación y la capacidad de adapta-

ción de los ecosistemas. Estos procesos se encuentran en continuo cambio y por lo tanto necesitan investigarse constantemente (Gunderson 1999a; 1999b).

#### Prioridades y perspectivas de investigación

Desde la óptica de un modelo sustentable, las estrategias para la gestión del sistema costero de Rocha y el manejo de sus recursos pueden enfocarse en los trabajos de investigación realizados desde 1992 por la Facultad de Ciencias y los iniciados en 2001 por el Programa para la Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de los Humedales del Este (PROBIDES), la Intendencia Municipal de Rocha (IMR) y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA).

Los estudios realizados para el gobierno local por la Facultad de Ciencias (de Álava 1994) propusieron una zonificación del espacio costero en base a criterios que incluyeron aspectos como geomorfología, fuentes de agua potable, aptitudes de uso y estilo de uso del suelo, impactos ambientales, modelos y tendencias turísticas. Los resultados generaron una propuesta de ordenamiento ambiental y de uso del espacio costero, recomendando medidas precautorias con varias escalas de instrumentación y delimitando áreas críticas para facilitar la gestión y manejo de la zona costera. La escala de trabajo utilizada fue 1:20000 y 1:7500 con apoyo exhaustivo de trabajo en terreno. En la figura 8 se presenta un esquema del estado ambiental y uso del sistema costero, donde es posible diferenciar dos estados: áreas sin riesgo ambiental y áreas con riesgo ambiental (estas últimas áreas críticas). Los estados de riesgo comprenden (Fig. 8 y 9):

1) Áreas de riesgo por inundación, i.e. zonas pobladas sobre planicies inundables como Valizas;

2) Áreas de riesgo aportadoras de sedimentos, i.e. sistemas de dunas móviles transversales que aportan sedimentos a otros arcos de playa, actualmente estabilizadas por la forestación, i.e. Cabo Polonio (Panario *et al.* 1993);

3) Áreas de riesgo de intenso dinamismo, i.e. barras litorales de lagunas con apertura periódica como la Laguna de Rocha y Garzón;

4) Áreas de riesgo por pérdida de bioasociaciones, i.e. ecosistemas amenazados por la expansión edilicia, como ocurre con las asociaciones vegetales nativas al SW del Polonio y en la zona NE de la Laguna Garzón;

5) Áreas de riesgo erosivo, i.e. arcos de playa con reducción en el balance sedimentario, como ocurre con la zona SW de La Paloma, donde las obras portuarias ejercen una barrera al transporte de sedimentos desde el NE y por otra parte han alterado el arco de refracción-difracción, provocando un traslado del arco disipativo del oleaje, causando erosión hasta que se alcance un nuevo estado de equilibrio dinámico; y

6) Áreas de riesgo por contaminación, i.e. zonas donde se vierten aguas con alto contenido de agroquímicos, como en el caso de La Coronilla y zonas adyacentes al Canal Andreoni; zonas donde se han implantado terminales industriales pesqueras, como en La Paloma, donde no existe infraestructura adecuada para el manejo de sus residuos.

La Ley 17.234 de 2000 de creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) ha generado un ámbito donde se concentra a nivel institucional y agrupaciones locales nuevas discusiones sobre la gestión y manejo del espacio costero. Gran parte de las investigaciones

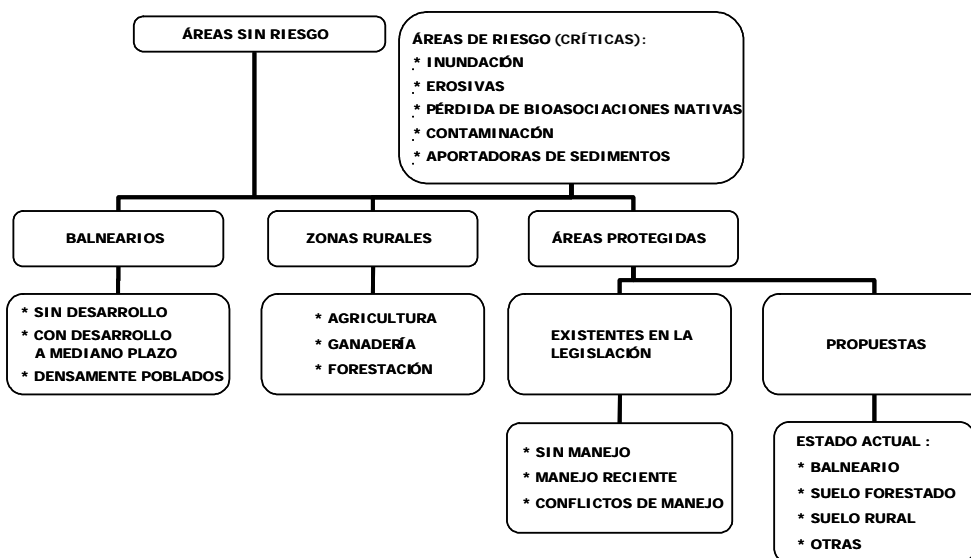


Figura 8. Esquema de uso del sistema costero de Rocha. En los tres casos, balnearios, zonas rurales y áreas protegidas, se presentan situaciones con o sin riesgo de acuerdo a cómo interactúan las distintas variables.



**Figura 9.** Costa de La Paloma. E) zonas de riesgo con procesos erosivos, derecha abajo-densa urbanización y alteración del eje de refracción del oleaje por la escollera portuaria; abajo izquierda-zonas donde los mismos se han incrementado por ingreso de nuevas escorrentías e incremento de caudales de cauces pluviales. A) áreas críticas por riesgo de inundación, correspondiendo a zonas topográficamente más bajas y cañadas con represamiento y alteraciones de pendientes por la caminería (líneas oscuras). RADARSAT, F3, D. M, PCA análisis, (29/03/2001, 31/10/2001, 17/04/2002). Proyecto GlobeSar-II (de Álava 2002).

futuras deberán focalizar sobre la necesidad de instrumentar planes y acciones de manejo para las áreas propuestas a ingresar al SNAP, así como otras que la ley prevé se incorporen en el futuro. Es necesario también incrementar las investigaciones que generen el conocimiento necesario para establecer costos de manejo tanto de las áreas protegidas como del espacio costero en general. El costo de manejo debería incluir la participación de las poblaciones involucradas directa o indirectamente en las tareas de conservación. Sobre este tema, el gobierno local tiene poca conciencia y escasa participación, a pesar de demostrar reiteradamente un gran interés sobre el desarrollo turístico de la costa. Parece claro que falta mucho para arribar a un modelo de desarrollo turístico adecuado para la conservación y uso sustentable de los recursos costeros.

#### **Implicancias para la conservación y el manejo**

En diciembre de 2003 fue aprobado el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de la Costa Atlántica del Departamento de Rocha (Ordenanza Costera) (Decreto 12/2003), realizado por PROBIDES-IMR, con representación gráfica 1:250000. La Ordenanza Costera tiene como objetivo el ordenamiento territorial y ambiental de la costa de Rocha, con la finalidad de instrumentar su desarrollo sustentable. Su función consiste en establecer una clasificación para el ordenamiento de la zona costera e implementar programas para su desarrollo. Las disposiciones son de aplicación obligatoria tanto para la Administración en sentido amplio, como para los particulares, constituyendo un marco normativo básico. La Ordenanza establece en el Art. 14 una clasificación del

suelo de la siguiente manera: suelo urbano, suelo rural no urbanizable, suelo rural urbanizable o de reserva urbana y suelo rural protegido. Se define en el Art. 15 las actividades permitidas para cada uno y se expone una zonificación del espacio en: Áreas de Desarrollo Urbano Turístico, Áreas Protegidas, Áreas de Interés para la Conservación, Áreas de Urbanización Concertada, Áreas de Turismo de Baja Intensidad y Áreas Especiales. La zonificación presenta bastante similitudes con el estudio de 1994 de F. Ciencias. Pero la Ordenanza Costera presenta un problema en su aplicación, ya que de alguna manera paraliza el desarrollo urbano en varias zonas mediante las normas establecidas pero no cuenta con los mecanismos explícitos para llevar a cabo una reordenación del uso del suelo. Como la mayor parte del territorio costero es de dominio privado, se produce un conflicto que implica negociar con los propietarios de las tierras o bien modificaciones en la ordenanza; de otro modo es previsible el reclamo de indemnizaciones por parte de los propietarios.

En este sentido y como experiencia piloto, la comuna de Rocha ha priorizado sobre la necesidad de incorporar las zonas rurales comprendidas entre las lagunas Garzón y Rocha como zonas suburbanas. Este cambio implica poder controlar directamente, de acuerdo a la Ley de Centros Poblados, las actividades que se desarrollan en la zona costera. La Ordenanza Costera (Decreto 12/2003) plantea la creación de una Unidad Ejecutora del Plan, a través de un equipo interdisciplinario en coordinación con otras instituciones. La IMR se encuentra trabajando con la DINOT-MVOTMA, para la puesta en marcha de dicha unidad. La función de la misma estaría centrada en instrumentar los procesos y acciones necesarios para la aplicación del Plan.

Si se considera el manejo integrado del espacio costero como un proceso dinámico, flexible y adaptativo para alcanzar un modelo sustentable, los objetivos a corto plazo de dicha Unidad Ejecutora deberían concentrarse en medidas precautorias y/o provisorias, es decir concentrarse en las zonas donde la resiliencia de los ecosistemas se encuentra sumamente amenazada. A mediano y largo plazo deberían incluir:

- 1) Elaboración de ordenanzas específicas de uso del espacio, priorizando las zonas críticas y aquellas en donde es posible optimizar las actividades existentes;
- 2) Gestión de una Cartera Municipal de Tierras;
- 3) Implementación de proyectos para optimizar los recursos turísticos y con fines educativos (e.g. equipamientos, centros de interpretación, etc.);
- 4) Rescate del patrimonio costero;
- 5) Desarrollo de un Sistema de Información Geográfico (SIG), para el sistema administrativo municipal y como base de datos para uso público a nivel de información y consultas básicas;

6) Instrumentación de medios para la ejecución de lo dispuesto en el Capítulo 8 del Plan, referente a la regulación tributaria de la costa (reestructura tributaria, estímulos y tasa de defensa costera); y

7) Participación en el diseño e implementación de los planes de manejo para las áreas incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

Por el momento, lo que todavía no es claro a nivel local, es qué disciplinas son las que deberían integrarse a esta Unidad Ejecutora, en el sentido que aún se visualizan carencias en relación a metodologías de trabajo y a la incorporación de otras perspectivas de análisis y metodológicas desde otras ciencias y/o disciplinas más allá de las que se relacionaron a los temas costeros en el pasado. Aún es visible la visión fragmentada del sistema costero en los discursos y exposiciones en el ámbito político local, donde desarrollo y conservación son dos palabras que se conceptualizan aisladamente.

Los posibles escenarios futuros del sistema costero de Rocha son función de los conflictos ambientales discutidos anteriormente, como resultado de los IAN inducidos por el proceso de transformación antrópico, a partir de los cuales es posible sintetizar dos componentes principales: 1) el proceso de ocupación/uso del espacio y 2) la legislación con relación a los procesos dinámicos costeros.

Si bien es posible manejar el primero desde un punto de vista científico, el segundo depende además de un complejo de variables políticas. Es necesario que a nivel institucional, pero principalmente a nivel político, se tome conciencia y conocimiento que existen zonas críticas sobre las que las intervenciones humanas generan un proceso de transformación que condiciona la sustentabilidad del sistema costero. A este respecto, la primera señal de un paso positivo será cuando se destinen los medios económicos necesarios para tareas de conservación en la zona de playa, lo que hasta el momento ha sido prácticamente imposible por desinformación y subvaloración del sistema costero por parte del sistema político. Otro ejemplo, es el destino de medios económicos y voluntad política para la expropiación de zonas costeras únicas, singulares, ecosistemas relictuales o bien zonas críticas de manejo. Esto es importante, ya que la mayor parte del espacio con posibilidad de ser manejado dentro del marco del SNAP se encuentra en el dominio privado. El gobierno departamental de Rocha no dispone de recursos financieros para esta tarea, al menos en la actualidad. La conservación y manejo de los recursos, su disponibilidad de uso para éstas y las futuras generaciones, es también una responsabilidad de la cual el Estado no puede mantenerse al margen. Las adjudicaciones directas por parte del Ejecutivo para la implementación de proyectos en la zona costera, e.g. proyecto de terminal chipera en La Paloma y plantas industriales pesqueras, son ejemplos de iniciativas inadecuadas para el desarrollo de zonas que ya tie-

nen una marcada vocación turística. También demuestran la necesidad de readecuar el marco jurídico al desarrollo integrado de las comunidades locales.

Es imposible concebir la sustentabilidad de un ecosistema, cuando el propio Estado es el principal generador de disturbios en el mismo y escapa de los procesos de control. En este caso falla también el reglamento de evaluación de impacto ambiental (EIA), ya que el propio proponente del proyecto es quien elige quién realizará la evaluación de EIA. Al no haber una institución o proceso de evaluación de EIA que garantice la imparcialidad y objetividad de la evaluación, en la mayoría de los casos se falla a favor del emprendimiento y puede que los impactos inducidos sean tratados muy superficialmente. Además, el proceso de audiencia pública no contempla necesariamente las críticas o intervenciones presentadas.

Gran parte de los conflictos de uso del espacio costero se originan por la carencia de modelos y planes alternativos que puedan absorber los disturbios y conservar los recursos naturales. Es posible identificar las amenazas de las actividades humanas sobre la viabilidad de los ecosistemas costeros, pero es difícil implementar acciones correctivas o preventivas debido a las incertidumbres y al bajo grado de comprensión sobre las escalas y la velocidad con que se manifiestan los cambios observados (Yanagi & Ducrotoy 2003).

Para la conservación y manejo del sistema costero de Rocha, es necesario desarrollar con más creatividad y profundidad las relaciones entre las comunidades costeras, la administración pública y privada y los ámbitos académicos de investigación. Este relacionamiento debería concentrarse en desarrollar incentivos y recursos económicos para aquellos modelos de uso del espacio que incluyan la conservación de los procesos naturales y ecosistemas costeros.

Las variables desestabilizadoras de cualquier propuesta alternativa para desarrollo sustentable del espacio costero se concentran en la presión por nuevos espacios para el modelo turístico tradicional. La homogenización del sistema costero por el modelo turístico establecido actualmente es una realidad. Cada temporada se produce una adecuación cultural a los nuevos hábitos de consumos y modas provenientes de otras naciones y especialmente de metrópolis cercanas. Este modelo turístico donde lo que adquiere valor es la traslación de los bienes y servicios de consumo en un nuevo espacio es actualmente el principal disturbio del patrimonio cultural de la zona costera uruguaya.

Las tareas de gestión y manejo del sistema costero deberían incluir los conocimientos sobre el funcionamiento y dinámica de este sistema y particularmente deberían incorporar para esta meta a sus pobladores. Actualmente la mayor parte de los equipos humanos que trabajan en esta compleja tarea sólo tienen contacto con el espacio de estudio

esporádicamente. Por regla general, las decisiones políticas sobre la zona costera suceden a nivel de gabinete y sólo se consulta a expertos y profesionales cuando los problemas se tornan ingobernables; los últimos expertos y profesionales en consultar son los que viven en el lugar del problema y las comunidades costeras deben realizar esfuerzos extremos para hacer valer sus derechos. Un ejemplo de estas acciones es la oposición realizada por vecinos de La Paloma ante el intento de instalación de una cinta transportadora de chips de madera y el que se está gestando por la planta procesadora para harina de "anchoita".

El incremento de la presión humana sobre los ambientes costeros ha provocando que muchas naciones se encuentren trabajando con relación a un Manejo Costero Integrado (MCI) (Olsen *et al.* 1999). La meta general del MCI es mejorar la calidad de vida de las comunidades que dependen de los recursos costeros, manteniendo la diversidad biológica y la productividad de los ecosistemas, aunque Christie *et al.* (2005), señala que el MCI presenta múltiples definiciones que se centran en diversas perspectivas, según el contexto y los objetivos de partida, cada una con una concepción de mundo diferente. El aprendizaje sobre las experiencias de MCI es importante en la comprensión de los procesos y adaptaciones futuras dentro de un espectro espacio-temporal (Olsen & Christie 2000).

Poder evaluar tendencias y trazar posibles escenarios a partir de un proceso sustentable, constituyen valiosas herramientas tanto para el MCI, como para diseñar futuros modelos de manejo.

La traslación y generación de conocimientos entre el ámbito académico y el espacio costero (incluyendo sus comunidades) es una tarea que no debería postergarse. Posiblemente esto evite conflictos y optimice el manejo adecuado de sus recursos. La reciente propuesta de creación de un programa interdisciplinario de Maestría en Manejo Costero Integrado en la Universidad de la República (Uruguay), conjuntamente con la Universidad de Dalhousie (Canadá), puede ser una de estas puertas (ver MCI-Sur 2006).

Es muy difícil que las personas que no han vivido en el ecosistema costero, al menos parte de su existencia, comprendan y valoren la conservación de este patrimonio. Mantener espacios libres, sin el uso que convencionalmente se aplica a ellos, no significa que sean improductivos; por el contrario, es en ellos donde existe libertad suficiente para una expresión por fuera de los límites ya establecidos, imprescindible para percibir otras dimensiones de la vida.

## REFERENCIAS

- Christie P Lowry T White AT Oracion EG Sievanen L Pomeroy RS Pollnac RB Patlis JM & RLV Eisma 2005 Key findings from a multidisciplinary examination of integrated coastal management process sustainability. *Ocean & Coastal Management* 48(3-6):468-483
- de Álava D 1994 Estudios para la Propuesta de un Manejo Integrado de la Zona Costera del Departamento de Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. Convenio Intendencia Municipal de Rocha-Facultad de Ciencias para Estudios de Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente y Manejo Apropriado de Recursos. 78 pp, 2 anexos, 10 lám. Montevideo (Inédito)
- de Álava D 1995 Dinámica de la zona costera e influencias del Global Change, Departamento de Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. Informe para la Comisión Nacional sobre Cambio Global, 34 pp y anexos (Inédito)
- de Álava D 1996a El Cambio Climático global y la zona costera: recomendaciones para la gestión de un Plan de Manejo Integrado. Canelones, Maldonado y Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. Informe para la Comisión Nacional sobre Cambio Global, 23 pp (Inédito)
- de Álava D 1996b Análisis de la zona costera de la cuenca del Aº Tropa Vieja y zona baja del Aº Pando. Informe para Concurso Docente por Oposición y Méritos. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo (Inédito)
- de Álava D 1999 Análisis de la legislación sobre "Faja de Defensa Costera" con relación a la dinámica de la costa oceánica del Departamento de Rocha, Uruguay. UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. Trabajo realizado en el marco del curso Derecho y Legislación Ambiental de la Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 12 pp (Inédito)
- de Álava D 2002 RADARSAT Applications for Sustainability Models, Coastal Zone of Rocha, Uruguay. Final Report. GlobeSAR-2, North-South Linkages Program (LUR 1). Canadian Centre of Remote Sensing (CCRS)-UNCIEP, Facultad de Ciencias (Universidad de la República), Montevideo (Inédito)
- Decreto 12/2003 Plan de Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de la Costa Atlántica. Intendencia Municipal de Rocha. 29 pp, anexos, cartografía.
- Esteves LS Iva ARP Arejano TB Pivel MAG & MP Vranjac 2000b Levantamento preliminar do Nível de ocupação e do estado de alteração das praias do Rio Grande do Sul. Pp 359-360 *In: Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas: Morfodinâmica, Ecologia, Usos, Riscos e Gestão* (Itajaí, 3-9 de setembro 2000)
- Esteves LS Pivel MAG Bartaletta RC Vranjac MP Silva ARP Erthal S & A Vanz 2000a Impact evaluation of a high-energy event along an armored shoreline in southern Brazil. *Proceedings of Oceanology 2000* (Brighton, March 7-10 2000) (CD ROM)
- Galicchio E Cantón V & JL Sciandro 2004 Estudio Sinóptico - Gestión Costera en Uruguay: Estado Actual y Perspectivas. Versión Preliminar, Programa Ecoplata de Apoyo a la Gestión Integrada de la Zona Costera Uruguay, Montevideo, setiembre de 2004, 128 pp
- González F 1981 Ecología y Paisaje. Editorial H Blume, Madrid. 256 pp
- Gunderson L 1999a Resilience, flexibility and adaptive management - - antidotes for spurious certitude? *Conservation Ecology* 3(1):7
- Gunderson L 1999b Resilient management: comments on "Ecological and social dynamics in simple models of ecosystem management" by S. R. Carpenter, W. A. Brock, and P. Hanson. *Conservation Ecology* 3(2):7

- Hesp PA** 1986 A review of coastal and desert dunes. Pp 18-21  
*In:* van der Merwe D McLachlan A & PA Hesp (eds) Structure and function of sand dune ecosystems. University of Port Elizabeth, Institute for Coastal Research, Report (8)
- Hinrichsen D** 1998 Coastal Waters of the World: Trends, Threats, and Strategies. Island Press, Washington D. C., 298 pp
- Lemay MH** 1998 Manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Informe Técnico N°ENV-128, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC, 64 pp
- Lord DA Illeberg WK & A McLachlan** 1985 Beach erosion and sand budget for the Port Elizabeth Beachfront. Integrated Environmental and Coastal Management, Faculty of Science, Nelson Mandela Memorial University, South Africa, Investigational Report (1):48 pp
- MCI-Sur** 2006 Conferencia Regional: Fortalecimiento de capacidades para el manejo costero integrado (Montevideo, 13-14 de diciembre de 2005). Proyecto "Sustentabilidad de la Zona Costera Uruguaya" (AUCC-CIDA), Universidad de la República, Montevideo/Dalhousie University, Halifax. 119 pp
- McGwynne L & A McLachlan** 1992 Ecology and Management of Sandy Coasts. University of Port Elizabeth, Institute for Coastal Research, Report (30):83 pp
- O'Hagan AM & JAG Cooper** 2001 Extant legal and jurisdictional constraints on Irish coastal management. Coastal Management 29(2):73-90
- Olsen S & P Christie** 2000 What are we learning from tropical coastal management experiences? Coastal Management 28(1):5-18
- Olsen S Lowry K & J Tobey** 1999 The common methodology for learning: A Manual for Assessing Progress in Coastal Management. Coastal Management Report (2211) 56 pp. Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett
- Panario D & G Piñeiro** 1993 Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. UNCIEP, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias (Universidad de la República). Convenio Intendencia Municipal de Rocha-Facultad de Ciencias para Estudios de Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente y Manejo Apropiado de Recursos). 35 pp y anexos (Inédito)
- Scheltinga DM (ed)** 2005 Coastal CRC Conference-Research for Coastal Management: Conference Program and Abstracts. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management, Indooroopilly Sciences Centre, Australia, 60 pp
- Short AD & LD Wright** 1983 Physical variability of sandy beaches. Pp 133-144 *In:* McLachlan & Erasmus (eds) Sandy beaches as ecosystems. Dr. W Junk, The Hague
- Silvester R & JRC Hsu** 1993 Coastal Stabilization: Innovative Concepts. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 576 pp
- Sorensen JC McCreary ST & A Brandani** 1992 Arreglos Institucionales para Manejar Ambientes y Recursos Costeros. Office of Environment and Natural Resources, Bureau for Research and Development, United States Agency for International Development. International Coastal Resources Management Program, Coastal Resources Center, University of Rhode Island. 185 pp
- Tinley KL** 1985 Coastal dunes of South Africa. South African National Scientific Program Report (109):300 pp
- van der Merwe JH & G Lohrentz** 2001 Demarcating coastal vegetation buffers with multicriteria evaluation and GIS at Saldanha Bay, South Africa. Ambio 30(2):89-95
- Yanagi T & J-P Ducrotoy** 2003 Editorial. Toward coastal zone management that ensures coexistence between people and nature in the 21st century. Marine Pollution Bulletin 47(1-6):1-4



## Importancia de los procesos participativos en la planificación: percepciones de naturaleza y áreas a proteger en Castillos (Rocha, Uruguay) y su zona de influencia costera

DIEGO MARTINO\* & ANDREA SCHUNK

\*diegod3e@gmail.com



### RESUMEN

Existe un volumen importante de literatura destacando la necesidad de incluir a las poblaciones locales en el proceso de planificación y gestión de las áreas protegidas. Sin este proceso de participación, muchos proyectos conservacionistas han fracasado debido a la hostilidad o rechazo de las poblaciones locales. El presente trabajo destaca la importancia que tienen las percepciones de naturaleza y áreas protegidas en este proceso participativo. Sin una adecuada comprensión de las mismas, el proceso de selección y manejo estaría incompleto. En este artículo, se analizan las percepciones de naturaleza y de áreas protegidas (o a proteger) de los habitantes de la ciudad de Castillos (Rocha, Uruguay). El análisis se centra en la zona costera, con la cual los castillenses tienen una relación particular. Esta relación con la franja costera posee características mixtas tanto de los residentes permanentes como de los visitantes estivales. Se realizaron varias entrevistas a actores clave, se tomaron muestras estratificadas de la zona costera y se realizó una encuesta en la ciudad de Castillos, la cual incluyó un ejercicio de mapeo. Los resultados muestran una tendencia a proteger aquellas zonas consideradas más útiles, así como diferencias de percepción respecto a la zona costera. Estas diferencias se encontraron fundamentalmente vinculadas a aspectos de género, lugar de residencia, educación y visitas a áreas protegidas.

**Palabras clave:** planificación participativa, conservación, áreas protegidas, mapeo participativo

### ABSTRACT

The importance of including local populations in the process of planning and management of protected areas is well established in international literature. Without this participatory process, many conservation projects have suffered and failed due to hostile attitudes from local populations. The present study highlights the importance of perceptions of nature and protected areas in this participatory process. Without proper understanding of these, the process of selection and management would be incomplete. This study analyses the perception of the inhabitants of Castillos (Rocha, Uruguay) with regards to nature and protected (or to be protected) areas. The analysis focuses on the coastal zone, with which *castillenses* have a particular relationship. Their relationship with the coastal zone holds mixed characteristics of both residents and summer visitors. Various interviews with key actors were conducted, as well as stratified samples and a survey, which included a mapping exercise. The results show a tendency to protect those areas considered more "useful", as well as differences in perception with regards to the coastal zone. These differences in perception of nature and protected areas are associated to gender, place of residence, education and visits to protected areas, among other variables.

**Key words:** participatory planning, conservation, protected areas, participatory mapping

### INTRODUCCIÓN

La importancia de incluir a las poblaciones locales en la planificación y gestión de las áreas protegidas ha sido ampliamente destacada por la literatura internacional (e.g. Bachert 1991; Wells & Brandon 1992; Tisdell 1995; Richards 1996; Wild & Mutebi 1997; Brechin *et al.* 2002; Stoll-Kleemann & O'Riordan 2002; Wilshusen *et al.* 2002; ver también Christensen 2004). En Uruguay el tema adquiere mayor relevancia debido a que más del 85% del territorio se encuentra bajo algún tipo de uso y más del 90% está en manos privadas. Además, en los últimos años se ha registrado un aumento de los conflictos ambientales, muchos de ellos en zonas costeras. Para ser efectiva, la conservación debe integrar aspectos sociales y económicos además de los puramente relacionados con la biología de la conservación. Comprender las con-

cepciones que las poblaciones locales poseen sobre la naturaleza y las áreas a proteger es de vital importancia para que la selección, planificación y manejo de las áreas protegidas se haga respetando e integrando sus intereses, lo cual a su vez es fundamental para tener éxito en la conservación.

El principal objetivo del presente trabajo es analizar las percepciones de naturaleza y áreas protegidas costeras (o a proteger) de los habitantes de la ciudad de Castillos (Rocha, Uruguay) a fin de explorar alternativas de manejo en el marco del Programa del Hombre y la Biosfera (MaB) de la UNESCO. Otro objetivo es destacar la importancia de hacer un esfuerzo por comprender las percepciones de naturaleza y áreas protegidas durante el proceso de planificación participativa.

La zona de estudio se encuentra delimitada por lo que se considera la zona de influencia de la ciudad de Castillos. Esta tiene límites difusos, y los mismos son diferentes dependiendo de la actividad de que se trate. La franja costera desde algunos kilómetros al W de Cabo Polonio hasta algunos kilómetros al E de Punta del Diablo se encuentra en diferentes grados influenciada política, social y/o económicamente por Castillos. Un análisis de cómo los castillenses perciben la franja costera puede revelar importantes claves para un manejo costero participativo y sustentable.

Raramente las poblaciones locales son la principal fuerza creadora de impactos en la zona costera del E de Uruguay. Los actores visitantes, así como también políticas decididas en forma centralizada (sea a escala nacional o departamental), suelen ser las fuerzas impulsoras del manejo costero. En este contexto, Castillos presenta la interesante particularidad de tener una población con importantes conexiones con la zona costera, particularmente con el Balneario Aguas Dulces, el cual es considerado por muchos castillenses como un barrio de Castillos. Sin embargo, los vínculos más fuertes de gran parte de su población, pueden catalogarse más como estivales más que permanentes. En este sentido, la actividad turística local cobra fundamental importancia, por su influencia durante el proceso de urbanización de los balnearios, por basarse en los valores naturales de la localidad, y por el significado económico que representa para los residentes de Aguas Dulces y para los propios castillenses.

#### **La ciudad de Castillos, los castillenses y su relación con el entorno**

Castillos se encuentra localizado en medio de una diversidad paisajística inusual, incluye palmares únicos en el mundo, sistemas lagunares, humedales, sierras con monte nativo, dunas, y la costa atlántica. Esta inusitada diversidad en el paisaje trae consigo una alta biodiversidad, y si bien en términos regionales la ecoregión se considera de prioridad moderada para la conservación, también se la califica como vulnerable (Dinerstein *et al.* 1995), lo cual destaca la importancia que Uruguay debería darle a estos paisajes. No es posible comenzar a comprender la visión que los castillenses tienen de su entorno, y de la costa en particular, sin considerar su historia y su ubicación geográfica.

Los alrededores de Castillos han sido objeto de numerosos estudios, muchos de ellos llevados a cabo por PROBIDES en el marco de la Reserva de Biosfera y cuyas conclusiones pueden encontrarse en el Plan Director (PROBIDES 1999). Gracias a estos trabajos se cuenta con un importante volumen de información que será clave a la hora de hacer efectiva la práctica de la conservación. La zona de influencia de Castillos cuenta hoy día con dos áreas protegidas en funcionamiento, ubicadas en el Potrerillo (Laguna Negra) y en el Monte de Ombúes (Laguna de Castillos), los Parques Nacionales San Miguel y Santa Teresa, además de Cabo Polonio. Dichas

áreas protegidas, o bien tienen objetivos no directamente vinculados a la conservación de la biodiversidad, o no cuentan con la infraestructura y apoyo necesario para cumplir los objetivos que, además, aún no han sido claramente establecidos. Este panorama trasluce la urgente necesidad de buscar nuevos caminos para el establecimiento de programas de conservación efectivos y acordes con la realidad nacional.

En términos de sustentabilidad urbana, Castillos presenta dos caras, una sombría en lo que respecta a los residuos líquidos y sólidos, y otra prometedor, en lo que concierne al papel que la ciudadanía y sus representantes están dispuestos a cumplir para lograr un desarrollo sustentable. Castillos es una ciudad abierta a su entorno, al estilo de las ciudades medievales descritas por Mumford en las cuales no existe un dominio de lo urbano sobre la rural sino una interconexión entre la ciudad y su entorno. A su vez, la formación de la ciudad trajo consigo muchos de los beneficios esperados por sus propulsores en 1866, pero sin llegar a crecer a un punto en el que la integración con el entorno se vuelva impracticable. Al decir de Bookchin, *civitas* y *urbs* son frecuentemente traducidos como ciudad, sin embargo *civitas* representa la asociación política y de familias y *urbs* representa el espacio donde se lleva adelante dicha asociación. En el caso de Castillos, la *urbs* no ha degenerado hacia algo difícil de controlar y mantiene una conexión importante con su entorno, mientras que su *civitas* posee características particulares que facilitan un proyecto de integración con el entorno natural.

Los problemas de la ciudad de Castillos pueden resolverse con relativa facilidad y tener un impacto positivo tanto en la población urbana como en el área circundante que se ve directamente afectada por la polución de la principal cañada que desagua desde Castillos. Si este cambio es coordinado con una apropiada estrategia de preservación para las áreas consideradas como prioritarias por los castillenses, se puede iniciar una sinergia que logre influir positivamente en los actores claves de los alrededores, muchos de los cuales viven o tienen una estrecha relación con la ciudad.

#### **METODOLOGÍA**

Este trabajo presenta los resultados de dos investigaciones paralelas desarrolladas por los autores en la zona de Castillos durante el año 2002.

La investigación realizada por D. Martino corresponde al trabajo realizado para su tesis doctoral (ver Martino 2004). Comenzó en 2001 con una serie de contactos iniciales con organizaciones locales y ciudadanas de la ciudad de Castillos y culminó con una visita de seis meses a Castillos en 2002. También se realizaron trabajos en Montevideo, principalmente entrevistas a actores clave de la administración central. Durante el trabajo de campo se realizaron entrevistas a actores clave y trabajo de archivo en Rocha y Montevideo, una encuesta en Castillos e investigación participativa en Castillos y alrededores.

Se realizaron 14 entrevistas a actores clave en el ámbito local y departamental, seis a actores locales, tres a miembros del gobierno local y cinco a personal de PROBIDES. Las entrevistas tuvieron una duración de ca. 45 minutos en promedio y fueron grabadas, transcritas y algunas respuestas tabuladas. El objetivo de estas entrevistas era comenzar a comprender las percepciones de naturaleza y áreas protegidas de los distintos actores clave a fin de detectar posibles conflictos y puntos de encuentro que pudieran facilitar o complicar la implementación de un manejo efectivo y justo en Castillos y su zona de influencia. Los principales temas fueron las áreas protegidas en general, sus objetivos particulares, objetivos de manejo dentro y fuera de las áreas, manejo fuera de las áreas protegidas, concepto de naturaleza y la naturaleza en Uruguay, enfoques conservacionistas y categorías de área protegida.

Se participó en reuniones informales, eventos locales, reuniones de la Junta Local y fundamentalmente se consultó la biblioteca local. En la misma, se encuentran ejemplares de periódicos locales desde 1865 hasta la fecha. Este trabajo, combinado con diarios y documentos históricos de la Biblioteca Nacional y del Palacio Legislativo, contribuyó a una mayor comprensión de Castillos y su entorno desde una perspectiva histórica, ausente en muchos documentos referidos al manejo de recursos naturales. Es difícil comprender las percepciones locales de naturaleza sin una revisión a fondo de la historia local. Para esta comprensión ayudó enormemente la entrevista al Prof. Jesús Perdomo (Liceo de Castillos), un estudioso de la historia local que ha sabido rescatar información del pasado de la región, y más importante aún, ha logrado transmitirlo a generaciones de castillenses que gracias a él han desarrollado un particular orgullo por lo suyo.

Además, se realizó con ayuda del Grupo de Jóvenes de Casa Ambiental, una encuesta a fin de obtener datos de percepción de la población general en tan reducido período de tiempo (cinco meses). Ante la imposibilidad de realizar una encuesta completamente aleatoria, y con el fin de realizar un muestreo lo más representativo posible, el diseño de muestreo consistió en una muestra de 350 entrevistados, ca. 5% de la población de la ciudad de Castillos de acuerdo al último censo (1996). Para esto la ciudad se dividió en 36 cuadrantes, asegurando la representación en cada área y los encuestadores recibieron instrucciones de no superar un determinado número de encuestas por cuadrante y de no concentrar las encuestas en una cuadra o manzana en particular. Además, en tres cuadrantes con mayor concentración de población se realizaron más encuestas y viceversa en cuatro cuadrantes con menor población. Finalmente, se tomó una muestra estratificada de un centro educacional con el fin de asegurar representatividad a jóvenes de entre 15 y 21 años.

La encuesta consistió en 40 preguntas que se pueden clasificar en preguntas nominales, preguntas con intervalos, ranking de fotografías y mapeo de áreas a proteger en los alrededores de Castillos.

La última pregunta de las encuestas consistió en solicitar a los entrevistados que en un mapa provisto por los encuestadores (Fig. 1) dibujaran las áreas que consideran más importantes para la conservación. El mapa incluye la zona de influencia de Castillos y consiste en una foto satelital con las principales carreteras y centros poblados remarcados para facilitar la comprensión y ubicación dentro del mismo.

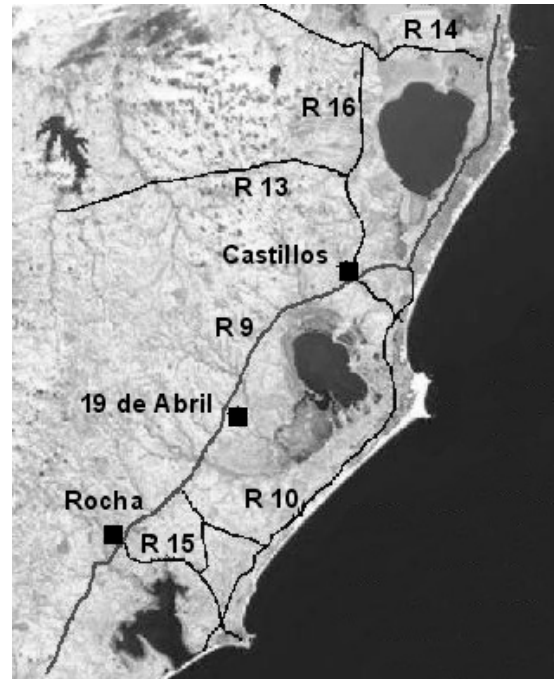


Figura 1. Mapa base utilizado durante las encuestas.

Las respuestas fueron digitalizadas utilizando el programa ArcView para elaborar Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se produjo un mapa con las áreas de prioridad para la conservación de los castillenses. Para determinar las prioridades en los diferentes sectores sociales, las variables mapeadas fueron género, edad, residencia durante la infancia y grado de apoyo a las áreas protegidas, entre otras. El método es sencillo y a modo de ejemplo utilizó tres preguntas planteadas durante la encuesta (las únicas abiertas además del mapa). Se le pidió a los entrevistados que rápidamente contestaran cuál es el lugar más natural, más lindo y más útil de Rocha. Las respuestas de todos los que, por ejemplo, dijeron "playa" fueron aisladas y luego se mapeó la respuesta de esos entrevistados a la última pregunta (mapa).

De esa forma se pudo determinar, alguno de los posibles motivos detrás de la identificación de ciertas áreas como prioritarias para la conservación. La franja costera presenta algunos de los resultados más interesantes de esta sección.

La investigación realizada por A. Schunk se centró en el rol de las asociaciones empresariales y las comisiones vecinales en el desarrollo turístico de la zona costera de

Castillos, y sus interacciones con PROBIDES y el gobierno a nivel local, municipal y nacional (ver Schunk 2003).

La metodología se basó en fuentes secundarias y primarias, recogidas en una visita a Castillos y su zona costera en diciembre de 2001 y una estadía en la localidad desde junio a agosto de 2002. Se realizaron 25 entrevistas a representantes de las principales organizaciones involucradas en el turismo a nivel local, municipal y nacional, clasificados en cuatro grupos: sector público, PROBIDES, asociaciones empresariales y comisiones vecinales. Las entrevistas buscaron identificar las opiniones de estos actores sobre el desarrollo turístico de la zona, así como sus roles, intereses y niveles de participación, abarcando temas como: estrategias turísticas implementadas, factores que han influenciado al turismo, la conservación, y limitaciones y oportunidades para el desarrollo turístico futuro.

Paralelamente, se realizó una encuesta a residentes de Aguas Dulces que buscó conocer sus percepciones sobre el turismo, el significado que le otorgan a la actividad y sus expectativas para el desarrollo futuro de la zona. La encuesta se aplicó a una muestra estratificada de los siete barrios de Aguas Dulces, cubriendo desde los más cercanos a la costa hasta los más interiores: 10 encuestas fueron realizadas en los barrios De los Navíos, Del Recuerdo, De los Pioneros, De los Panoramas y Del Mar; y siete en los barrios De la Flora y De la Fauna. En total, se realizaron 64 encuestas, ca. 26% de los 247 habitantes permanentes de Aguas Dulces, de acuerdo al Censo Nacional de 1996.

Se participó, además, en reuniones vecinales, eventos educativos en la biblioteca local, reuniones en la Junta de Castillos, y charlas informales. Las fuentes secundarias comprendieron la revisión de diarios nacionales y locales, documentos gubernamentales y de PROBIDES, mapas, videos, y materiales promocionales.

## RESULTADOS

Más del 90% de la población considera positivo el establecimiento de áreas protegidas en Rocha y más del 80% está de acuerdo o parcialmente de acuerdo (62 y 19% respectivamente) en que las áreas protegidas favorecen el desarrollo local en la zona de Castillos. Finalmente, más del 80% de los encuestados están dispuestos a colaborar clasificando los residuos en sus hogares y/o sacando la basura menos veces por semana. Este panorama alentador tiene como contra-cara la constante contaminación de las cañadas con residuos domiciliarios y envases plásticos, así como la falta de seguimiento a muchas iniciativas propuestas. Esta falta de emprendimiento es destacada por los mismos castillenses, quienes se describen a sí mismos como apáticos y faltos de interés. Aunque el trabajo de campo fue realizado en una época de tremenda crisis económico-financiera en Uruguay y en el Dpto. de Rocha en particular, nos encontramos con un sin fin de iniciativas y propuestas relativas al medio ambiente y la mejora de calidad de vida de los habitantes.

## Percepciones y mapeo de áreas de prioridad

Los castillenses consideran importante la conservación de la zona costera, pero la misma a su juicio no es la máxima prioridad (Fig. 2). Cabo Polonio representa un caso aparte centrando la atención de los castillenses en la zona costera y es destacado más adelante.

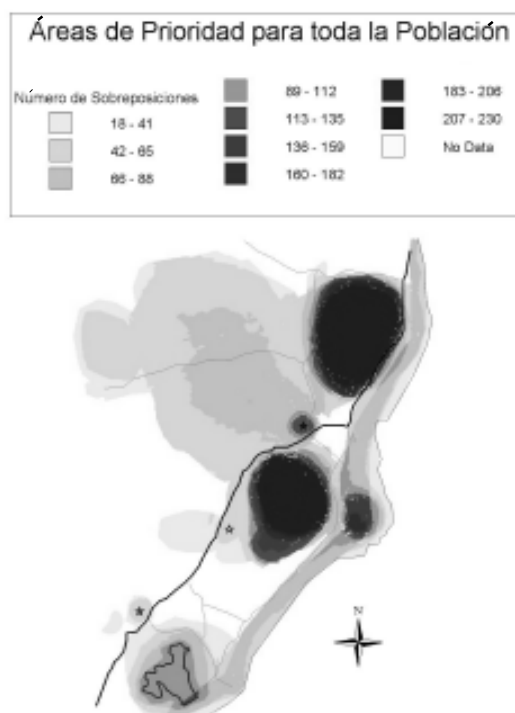


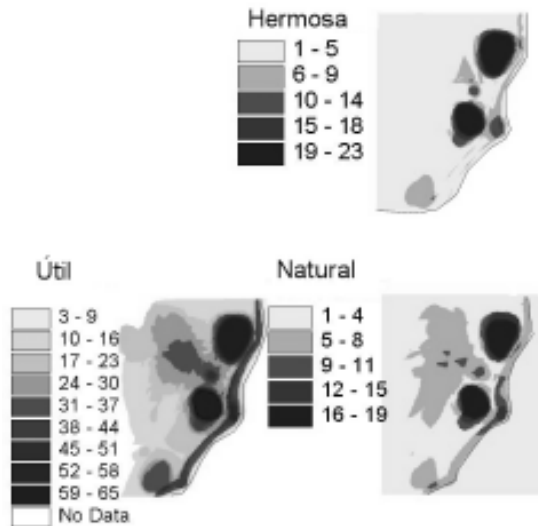
Figura 2. Representa las áreas que los castillenses consideran prioritarias para conservación.

Aquellos que consideran "la playa" en general como el lugar más útil de la zona tienen una tendencia mayor a concentrar el interés conservacionista en la franja costera (Fig. 3). Esto se confirma entre aquellos que mencionan particularmente a Cabo Polonio como el lugar más hermoso, útil o natural de la zona. En este caso, entre aquellos que consideran Cabo Polonio como el lugar más útil, los esfuerzos de conservación se concentran en esa misma zona.

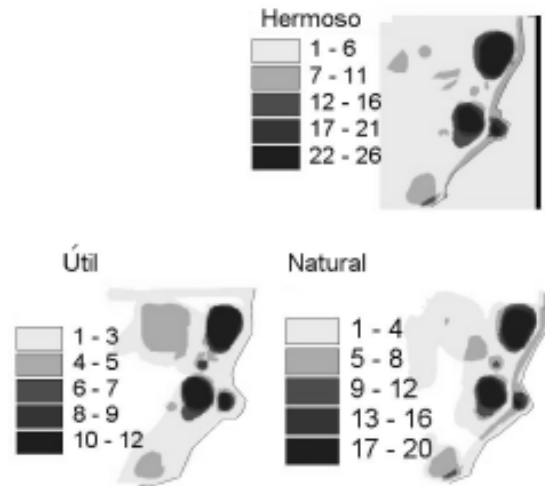
En la figura 4 se siguió el mismo razonamiento de la figura 3, pero se focaliza entre aquellos que mencionaron Cabo Polonio, reforzando que las áreas consideradas más útiles parecen ser priorizadas.

Parece existir una tendencia a priorizar la costa entre aquellos que nunca visitaron las áreas protegidas existentes en la zona (tanto públicas como privadas: Potrerillo, Monte de Ombúes, Polonio, Don Bosco) (Fig. 5). Esto puede ser consecuencia de una mayor apreciación de otros aspectos del paisaje luego de las visitas a estas áreas, del efecto educacional producido por dichas visitas, o simplemente estar relacionado con otra variable como educación. Aquellos con Educación Terciaria tie-

### Áreas de preferencia entre quienes destacaron la costa como más útil, hermosa y/o natural



### Áreas de preferencia entre quienes destacaron Polonio como más útil, hermoso y/o natural



Figuras 3 y 4 (izquierda y derecha respectivamente). Áreas de preferencia de aquellos entrevistados que cuando consultados sobre el lugar más hermoso, útil, y natural de la zona mencionaron "la playa" (Fig. 3) y/o "Polonio" (Fig. 4) en al menos una de las categorías.

nen una clara tendencia a priorizar la franja costera (Fig. 6). Un test chi-cuadrado muestra una correlación significativa ( $X^2=17.135$   $gl=4$   $S=0.002$ ) entre las variables "educación" y "número de visitas a áreas protegidas de la zona".

Se revela una tendencia a priorizar la franja costera entre aquellos con Educación Terciaria y quienes pasaron su infancia en zonas urbanas (Fig. 6 y 7). Es importante mencionar que existe además una dependencia ( $X^2=62.555$   $gl=6$   $S=0.001$ ) entre educación y lugar de infancia. Por último, existe cierta tendencia menor a priorizar la zona costera entre aquellos que pasaron su infancia en la misma (Fig. 7). Sin embargo, esta tendencia debería ser confirmada con una muestra estratificada de personas cuya infancia haya transcurrido en zonas costeras ya que la muestra obtenida es pequeña. La misma consideración, aunque en menor medida, se aplica a la muestra obtenida de encuestados con educación terciaria. De confirmarse el resultado respecto a aquellos que transcurrieron su infancia en la zona costera, representaría un caso interesante y contradictorio de parte de la literatura existente con referencia a lugar de residencia y prioridades de conservación.

Por ello, resulta importante resaltar estudios realizados entre los propios residentes de los balnearios costeros de Castillos a fin de intentar comprender mejor sus percepciones de la zona costera. En este sentido, la encuesta estratificada realizada a residentes de Aguas Dulces con el fin de conocer sus percepciones sobre la actividad turística y sus expectativas para el desarrollo turístico futuro de la zona, puede contribuir al entendimiento de la

relación entre conservación y desarrollo local. El hecho de que 57.8% de los encuestados haya considerado al turismo en la zona como muy importante y 37.5% como extremadamente importante desde el punto de vista económico, estaría sugiriendo que el papel del turismo en la economía local es lo suficientemente significativo como para actuar como factor inhibidor de la percepción de la zona costera como prioridad para la conservación.

La mayoría de los encuestados (95.3%) perciben al turismo como positivo y como muy importante para la zona costera de Castillos, básicamente, por razones económicas. Sin embargo, también es interesante que la mitad de los encuestados (51.6%) haya estado en desacuerdo con la manera en que el turismo ha sido desarrollado en la zona: el 31.3% habla del desorden urbano, la falta de planificación y de desarrollo, un 10.9% de la falta de protección de la naturaleza y de la identidad local, y un 9.4% de la falta de promoción y de opciones al turista. Entre los que están de acuerdo con la manera en que el turismo se ha desarrollado, basan su opinión en el hecho que el turismo ha traído mejoras y desarrollo para la zona (15.6%), en que les gusta que el turismo se caracterice por un ambiente tranquilo y familiar (10.9%) y en la variedad de opciones que se les ofrece a los turistas (6.3%). Un 15.6% no respondió a esta pregunta (Tabla 1). Estos resultados sugieren que un alto porcentaje de los pobladores de Aguas Dulces resienten el modelo de desarrollo turístico -y urbano- y la falta de planificación en la zona. Sin embargo, no dejan de identificar al turismo como positivo y como importante desde el punto de vista económico.

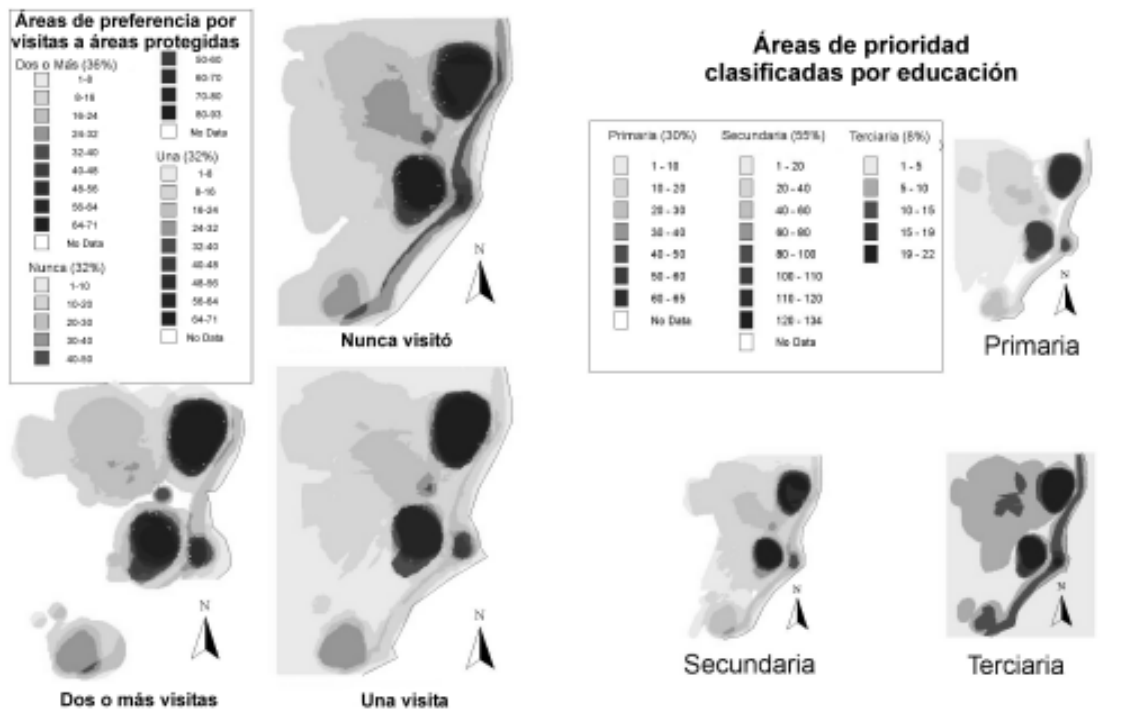
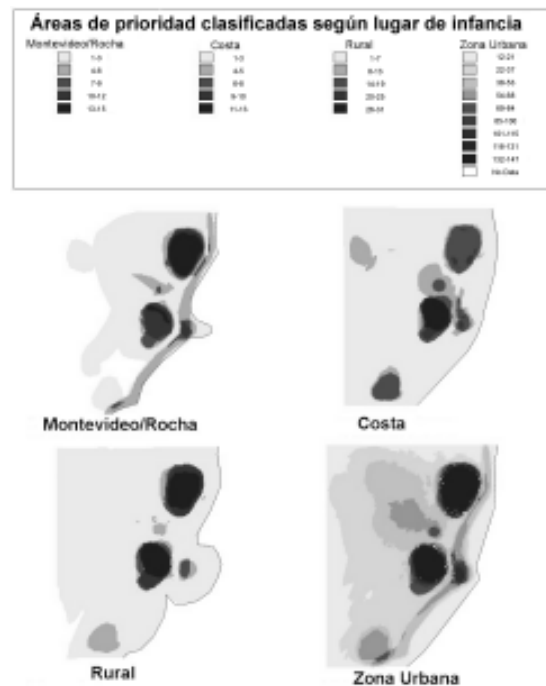


Figura 5. Sobreposiciones clasificadas según la respuesta de los entrevistados cuando consultados acerca del número de visitas a las áreas protegidas de la zona en los últimos dos años.

Tabla 1. Opiniones sobre la manera en que el turismo se ha desarrollado en la zona.

Categorías	Porcentaje
De acuerdo	32.8%
Medio ambiente tranquilo y familiar	10.9%
Trajo mejoras y desarrollo	15.6%
Ofrece variedad de opciones a los turistas	6.3%
En desacuerdo	51.6%
Desorden urbano, falta de planificación y desarrollo	31.3%
Falta de protección de la naturaleza y de la identidad	10.9%
Falta de promoción y de opciones al turista	9.4%
Sin respuesta	15.6%

Al igual que en el caso del mapeo participativo, las entrevistas a actores clave mostraron, en este caso a nivel nacional, al bañado como el ecosistema prioritario a proteger y el que se considera se encuentra en mayor peligro. El ecosistema costero entra en segundo lugar en las prioridades de los entrevistados y en la percepción de ecosistema en peligro. Un dato interesante a resaltar es que cuando sólo se toman en cuenta a los actores clave que trabajan a escala nacional, los ecosistemas costeros dejan de ser prioritarios y ecosistemas como el monte y la pradera lo superan tanto en el ranking de prioridades como en el de peligro. Esto no hace sino resaltar las importantes conexiones de Castillos con su entorno y en particular, con la zona costera.



Figuras 6 y 7. Se muestran las áreas de prioridad clasificadas por educación (arriba) y lugar de infancia (abajo).

Las principales amenazas de acuerdo con los entrevistados están asociadas con la expansión del turismo "tradicional" o "convencional", la expansión urbana y el loteamiento caótico. Esto se podría explicar por las características singulares del proceso histórico de urbani-

zación y desarrollo turístico de los balnearios de la zona costera, entre las cuales se destaca la espontaneidad, la irregularidad y la falta de planificación. Los resultados de la investigación sobre la actividad turística en la zona, muestran que el turismo comenzó a desarrollarse respondiendo fundamentalmente a la iniciativa de los pobladores de la localidad, a través de la construcción de palafitos y casas a lo largo de la costa y de la provisión de diversos servicios como transporte y entretenimiento. El proceso se vio facilitado por un gobierno permisivo que consideró que las construcciones ilegales en la costa frenarían el avance de las dunas hacia tierras productivas dedicadas a la ganadería y la agricultura. Más tarde, cuando la zona comenzó a desarrollarse creciendo el número de construcciones y de visitantes, la urbanización sobre la costa se volvió un factor de degradación ambiental y para muchos de degradación del paisaje. A pesar de posteriores planes urbanos e iniciativas para regularizar la situación, muchos temas urbanísticos y de propiedad sobre la costa permanecen aún sin resolución y constituyen todavía un tema sensible para los pobladores locales, suscitando preocupaciones ambientales y debates a nivel gubernamental.

#### Otros resultados significativos obtenidos con relación a percepciones costeras

Si bien del mapeo del total de la muestra no se desprenden diferencias significativas de percepción en base a género, la selección de lugares "más útiles" y "más naturales" muestra una asociación significativa ( $X^2=23.583$   $gl=10$   $S=0.003$ ) y ( $X^2=25.369$   $gl=12$   $S=0.013$ ) respectivamente. Las diferencias de género en cuanto al uso están relacionadas a una percepción de utilidad mayor del "campo" y de establecimientos "ecoturísticos" o con fines de conservación por parte de las mujeres y de "la costa" y lagunas por parte de los hombres. En cuanto a la naturalidad, la asociación pasa por una mayor percepción de naturalidad en las lagunas y "el monte" por parte de las mujeres, y de la costa y algunos establecimientos "ecoturísticos" o con fines de conservación por parte de los hombres.

Esto ayuda a comprender por qué no existe una clara asociación entre las variables áreas protegidas creadoras de empleo y aceptación de las mismas. Nuevamente, un análisis de género muestra que las mujeres ven a las áreas protegidas como fuentes de empleo en mayor proporción que los hombres. Sin embargo, los hombres señalan los establecimientos relacionados con la conservación como los más naturales, viéndolos como más útiles en mucho menor medida que las mujeres. Una estrategia de conservación deberá tener en cuenta estas diferencias de percepción a la hora de la planificación.

Por último, existe una asociación ( $X^2=173.222$   $gl=120$   $S=0.001$ ) entre la percepción de utilidad de un lugar y la percepción de naturalidad del mismo, y la costa es un claro ejemplo de ello. Este es otro dato muy importante a la hora de planificar las estrategias de conservación.

#### Análisis del material de archivo

De la revisión del material de archivo se puede distinguir un claro cambio de percepción en la concepción de áreas naturales a partir de mediados del siglo XIX. Esto tiene especial importancia en la zona de bañados con los esfuerzos de desecación, pero también en la zona costera donde las plantaciones con especies exóticas fueron utilizadas por muchas décadas para combatir el "avance de las dunas" y promovidas a tales efectos por gobiernos nacionales y departamentales, al igual que la desecación de los bañados. Editoriales del diario local "La Acción" y algunos editoriales nacionales del diario "El País" en los años 30 y 40 particularmente ponen énfasis en la importancia de la plantación de especies exóticas en estos lugares, y llegan a referirse a la necesidad de una "cruzada" en favor de la plantación de estos árboles. Esto llevó a que en 1940, por ejemplo, hubiera distribución gratuita de semillas. El panorama en los editoriales y percepciones al día de hoy es totalmente distinto, con una mayor comprensión del impacto de estas plantaciones pero fundamentalmente un rechazo a la visión de lucha entre el ser humano y la naturaleza que estaba muy presente menos de un siglo atrás.

#### CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados se desprenden tres aspectos significativos. Primero, la comprensión de las percepciones de naturaleza y área protegida es de vital importancia y puede proveer importantes claves para un manejo costero efectivo y participativo. Segundo, es importante comprender los matices en ambas percepciones (naturaleza y áreas protegidas), ya que los mismos son importantes no sólo entre ciudadanos y "expertos" sino también entre los mismos "expertos". Tercero, la educación y particularmente las visitas a las áreas protegidas, juega un papel importante en la formación de percepciones.

Parece existir cierta coincidencia entre las áreas clasificadas por los expertos como de prioridad para la conservación en la zona y aquellas percibidas por la población. Este resultado, en primera instancia, abriría la puerta para una efectiva colaboración entre poblaciones locales y autoridades a cargo del manejo de áreas protegidas. Sin embargo, es importante incorporar otro elemento al análisis: la percepción de áreas protegidas. Esta percepción no es uniforme entre los expertos dedicados al tema. Se encontraron matices muy importantes entre los diferentes actores clave a nivel local, regional y nacional con respecto al rol de las áreas protegidas. Cuando se incluyen las percepciones de los ciudadanos de Castillos los matices con los actores clave son aún mayores. Existe sí una asociación significativa ( $X^2=22.851$   $gl=9$   $S=0.007$ ) entre aceptación de las áreas protegidas y la percepción de que las mismas favorecen el desarrollo local. Si a esto se suma que en el caso de la costa se pone énfasis en la conservación de lugares que se consideran útiles, para los ciudadanos las áreas protegidas deberían traer consigo más que la preservación de la biodiversidad.

Distintas percepciones, a nivel nacional, departamental y local, surgieron sobre el desarrollo turístico en la zona costera de Castillos al analizar los resultados de las entrevistas a representantes gubernamentales, consultores de PROBIDES, miembros de asociaciones empresariales y representantes de comisiones vecinales. La zona ha sido considerada, a escala nacional y departamental como muy poco desarrollada desde el punto de vista turístico. Sin embargo, a nivel local, el turismo es considerado como muy importante y en crecimiento. Para el Ministerio de Turismo, la Intendencia de Rocha, PROBIDES y la Corporación Turística de Rocha, el desarrollo turístico de la zona costera ha sido informal y hasta cierto punto, negativo, especialmente en relación con la urbanización caótica de la costa. A nivel local, sin embargo, para representantes de la Junta Local de Castillos, de asociaciones empresariales y comisiones vecinales el turismo en la localidad es importante, funciona, y se ha ido desarrollando a lo largo del tiempo.

Detrás de estas diferencias en la percepción de la situación costera también pueden radicar los matices señalados más arriba con respecto a la costa como prioridad de conservación. La percepción de la población difiere de la de los actores nacionales con respecto al estado actual de la zona. En el ejercicio de mapeo, aquellos cuya infancia transcurrió en zonas urbanas ponían un mayor énfasis en la conservación de la zona costera que aquellos cuya infancia transcurrió en la zona costera. En este sentido, es probable que el lugar predominante que el turismo ocupa en la economía local influya en la percepción de los locales sobre la costa y su conservación, más allá de las opiniones encontradas sobre el desorden urbano. Un énfasis en la conservación de la costa podría entenderse para muchos como un deterioro en el volumen de ingresos generados por el turismo.

Dentro de estas percepciones diferentes, los temas ambientales cobran importancia y se vuelven también un factor de división. Mientras que muchos consideran el desarrollo de la zona como negativo, fundamentalmente por las presiones sobre el medio ambiente, otros resaltan las condiciones naturales como el valor local más importante. Las opiniones sobre la relación entre el turismo y la conservación varían de manera interesante. Por un lado, se reconoce que la falta de desarrollo ha preservado, en general, la riqueza natural de la región la cual se considera el valor más importante para el futuro desarrollo turístico. Por otro, algunas áreas se consideran muy degradadas como consecuencia de las presiones que han ejercido la cantidad de construcciones irregulares. Esta última postura se sostiene principalmente a nivel nacional y departamental, recalando las diferencias con las percepciones locales.

En las entrevistas a actores involucrados en el desarrollo turístico, lo que es considerado como "ilegal", "irregular" y "caótico" por representantes de los sectores público y privado a nivel nacional y departamental, es considerado como "espontáneo", "creativo" y "la manera local" para los actores locales. Como ejemplo de esa

"manera local" se destaca la iniciativa de pintar un Museo de Murales al Aire Libre en Castillos donde los valores naturales y culturales locales han sido plasmados en espacios públicos (el palmar, la costa, la laguna, las dunas, el pasado indígena, los pájaros, los lobo marinos). Asimismo, es destacable la iniciativa del diario local "El Palmareño" que promovió un proceso participativo para dar nombre a las calles y espacios abiertos de Aguas Dulces. En esta actividad, en las 800 propuestas recibidas de residentes y visitantes a través de urnas ubicadas en Aguas Dulces y Castillos, los tópicos sugeridos incluyeron fauna y flora, pájaros, fauna marina, entre otros. Estas iniciativas también ayudan a entender la percepción de los pobladores locales sobre la naturaleza de la zona y los distintos mecanismos a través de los cuales es valorada.

El significado del turismo en la económica local se basa en la diversidad de empresas que proporcionan bienes y servicios a los turistas, en un importante sector informal, y en el propio efecto multiplicador de la actividad turística. Este último se basa en su carácter multifacético y en el hecho de que el turismo comprende el agregado de bienes y servicios producido por sectores económicos variados (alojamiento, transporte, comercio y facilidades recreativas) (Ioannides & Debbage 1998). El ingreso generado por los pobladores locales durante los meses de verano determina en gran medida la salud de la economía local durante el resto del año. Las empresas de la ciudad de Castillos se benefician de su ubicación en el principal centro urbano de la zona, lo que les ha permitido convertirse en una base proveedora de los poblados costeros, y más recientemente, de establecimientos agroturísticos. Asimismo, el deterioro e incluso la pérdida de otros recursos económicos durante las últimas décadas (e.g. actividades agrícolas e industriales) ha llevado a muchos pobladores locales a buscar sus ingresos en el turismo.

Este protagonismo del turismo, el cual se basa en la modalidad sol y playa, convierte a la zona costera no sólo en un recurso fundamental para la economía local, sino también en un ecosistema bajo presión cuyos problemas no dejan de ser reconocidos por muchos de los pobladores locales. Sin embargo, a pesar de esa conciencia ambiental, probablemente los incentivos de los pobladores locales para priorizar la costa tengan como base el preservar un elemento natural que se ve como fuente de ingresos. La conservación no es percibida en esta zona como aquella puramente atada a elementos de biología de la conservación sino a elementos de conservación de la naturaleza como fuente de desarrollo local a través del turismo.

El género demostró ser significativo en las percepciones de utilidad y naturaleza de distintas zonas. Es importante tener en cuenta consideraciones de género al momento de la consulta y la toma de decisión con respecto al manejo de las áreas, particularmente cuando se trata de áreas costeras en las cuales la asociación utilidad-conservación parece tener su base. Cualquier inten-



to de consulta para manejo de zonas costeras deberá hacer un esfuerzo por integrar la visión de la mujer, la cual ha sido discriminada en muchos aspectos de la cultura rochense de acuerdo con algunos de los entrevistados. Si no se logra incluir al sector femenino en las consultas, los resultados no sólo serán parciales sino que además podrían no ser representativos de la población.

El número de visitas a las áreas protegidas tiene una asociación significativa con las áreas de preferencia para conservación. El aumento de las visitas a las áreas protegidas trae un descenso en la prioridad establecida para la franja costera. Una explicación posible es que durante las visitas se logra transmitir la utilidad de las áreas protegidas a los visitantes, y ello le quitaría énfasis a la percepción de utilidad de la zona costera. Esto es razonable debido a que la mayor parte de las áreas protegidas y establecimientos ecoturísticos en la zona, y los más accesibles, se encuentran fuera de la franja costera. La visita a esta última cobra entonces importancia y establece la relevancia de implementar un área protegida costera de fácil acceso con un claro objetivo educacional.

#### Prioridades y perspectivas de investigación

El ejemplo de las percepciones de los castillenses demuestra que existe un importante vínculo entre esta población y la zona costera E del país, y que este vínculo está de alguna manera entre medio del vínculo directo de quienes viven todo el año en la misma y quienes sólo la visitan algunos meses o semanas al año. Esta visión "en el medio" hace que exista una diversidad de visiones de la costa y, por ende, presenta también interesantes matices perceptivos que pueden ayudar a comprender las percepciones de aquellos más afianzados en la zona costera y aquellos residentes en lugares más lejanos como Montevideo.

La comprensión de las concepciones de naturaleza y áreas protegidas es compleja, pero su utilidad es paralela a la importancia de integrar a las poblaciones locales y "stakeholders" en la planificación y manejo de las áreas protegidas. La zona costera, lejos de ser una excepción a esta regla encuentra algunas dificultades significativas debido al uso estival de las mismas y a la existencia de "stakeholders" no residentes. Esto hace el proceso de consulta más complejo, aunque no menos importante.

Encontrar distintas percepciones de áreas protegidas entre expertos y otros "stakeholders" o entre los mismos expertos no debe llevarnos a pensar que existe una percepción acertada y otras erradas. Eso llevaría a la imposición de una determinada percepción de área protegida, la cual no por ser aplicada y/o recomendada internacionalmente o por expertos será la más eficiente en cada caso. Sin embargo, con fines prácticos de manejo se debe intentar unificar el criterio para el funcionamiento del área protegida. Esa unificación de criterio debe surgir en base a un proceso participativo de "educación ambiental", un proceso de dos vías en el cual los "expertos" ayudan a otros stakeholders a comprender su visión de área protegida al mismo tiempo que aprenden e inten-

tar integrar las distintas visiones locales sin las cuales las áreas protegidas están condenadas a fracasar. Este último punto tiene muy importantes implicancias para la conservación y el manejo.

#### Implicancias para la conservación y el manejo

Es fundamental considerar los aspectos económicos durante el diseño de estrategias para la conservación, como lo demuestra la influencia del turismo como actividad importante para la economía local en la valoración de la zona costera por parte de los pobladores locales.

Los otros posibles usos de las áreas protegidas deben ser entonces resaltados en las propuestas de creación de las mismas, si se espera tener importante apoyo de la población local, la cual ya se encuentra significativamente de acuerdo con el establecimiento de éstas. Sin embargo, si las autoridades de las áreas protegidas desean establecer un área estricta y la misma no reporta beneficios directos a la población local, el apoyo a la misma podría verse reducido ya que en la percepción local de las áreas protegidas, estas son al mismo tiempo, una herramienta de conservación y una fuente de desarrollo.

Utilizando la técnica de mapeo participativo y resaltando la importancia de comprender los matices en la percepción de naturaleza y áreas protegidas, este trabajo resalta la importancia ya dada por la comunidad internacional al proceso participativo. El entendimiento de los procesos sociales y la sensibilidad hacia los mismos son tan importantes como las variables ecológicas a la hora de establecer un sistema de conservación efectivo.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Hugo San Martín, Danilo Anton, Junta Local de Castillos, Grupo de Jóvenes de Casa Ambiental, UNESCO, Torrance Research Fund, Programa Fulbright/IIIE, PROBIDES, y a la población de Castillos y las personas que participaron en la investigación.

#### REFERENCIAS

- Bachert S** 1991 Acceptance of national parks and participation of local people in decision-making processes. *Landscape and Urban Planning* 20:239-244
- Brechin SR Wilshusen PR Fortwangler CL & PC West** 2002 Beyond the square wheel: toward a more comprehensive understanding of biodiversity conservation as social and political process. *Society and Natural Resources* 15(1):41-64
- Christensen J** 2004 Win-win illusions. *Conservation in Practice* 5(1):12-19
- Dinerstein E Olson DM Graham DJ Webster AL Primm SA Bookbinder MP & G Ledec** 1995 Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Publicado en colaboración con World Wildlife Fund. Banco Mundial, Washington, D.C. 135 pp
- Ioannides D & KG Debbage** 1998 Introduction: Exploring the Economic Geography and Tourism Nexus. Pp 1-14 *In: Ioannides & Debbage (eds) The Economic Geography of the Tourist Industry*. Routledge, London. 368 pp

- Martino D** 2004 Encouraging ingenuity in Bañados del Este Biosphere Reserve: urban biosphere reserves and new myths in nature conservation (Uruguay). Tesis de Doctorado, Carleton University, Ottawa. (Inédita)
- PROBIDES** 1999 Plan Director de la Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay. PROBIDES/GEF/PNUD/UE, Rocha. 159 pp
- Richards M** 1996 Protected areas, people and incentives in the search for sustainable forest conservation in Honduras. *Environmental Conservation* 23(3):207-217
- Schunk A** 2003 Local forces in tourism development in the Castillos coastal zone, Uruguay: the role of local businesses and community groups. Tesis de Maestría, College of Arts and Sciences, Ohio University (Inédita)
- Stoll-Kleemann S & T O'Riordan** 2002 From participation to partnership in biodiversity protection: experience from Germany and South Africa. *Society and Natural Resources* 15:161-177
- Tisdell C** 1995 Issues of biodiversity conservation including the role of local communities. *Environmental Conservation* 22(3):216-222
- Wells M & K Brandon** 1992 People and Parks: Linking protected area management with local communities. World Bank, WWF, USAID, Washington D.C. 112 pp
- Wild R & J Mutebi** 1997 Bwindi Impenetrable Forest, Uganda: conservation through collaborative management. *Nature and Resources* 33(3-4):33-51
- Wilshusen PR Brechin SR Fortwangler CL & PC West** 2002 Reinventing a square wheel: critique of a resurgent "protection paradigm" in international biodiversity conservation. *Society and Natural Resources* 15:17-40

## Aprovechamiento prehistórico de recursos costeros en el litoral atlántico uruguayo

HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, CAROLA CASTIÑEIRA,  
IRINA CAPDEPONT & FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ

unciep@fcien.edu.uy



### RESUMEN

La costa atlántica americana ha sido objeto de numerosos estudios respecto a la productividad y capacidad de los ambientes costeros para sustentar poblaciones humanas durante la prehistoria del continente. Las primeras cronologías tempranas establecidas para dichas ocupaciones se retrotraen al 7000 años AP. Investigaciones más recientes en el extremo S americano (Fuego-Patagonia), reconocen una antigüedad de 6500 AP para las evidencias de una adaptación focalizada en el uso de los recursos litorales. La labor arqueológica en la costa atlántica de Uruguay evidenció una antigüedad de al menos 4400 AP para el registro de la explotación humana de recursos marinos y para la ocupación de los diferentes ambientes costeros. Los distintos hallazgos ponen de manifiesto el valor testimonial de la arqueología costera y la imperiosa necesidad de implementar estrategias de conservación que mitiguen las amenazas a las cuales se ven sometidos estos registros. La arqueología nacional viene sumando esfuerzos para la preservación y el abordaje integral de estos yacimientos, ya que los mismos representan un capítulo más de la Historia uruguaya, testimonio de la interrelación del hombre con su entorno y, en particular, del aprovechamiento prehistórico de los recursos costeros.

**Palabras clave:** arqueología, costa atlántica, uso costero prehistórico, Uruguay

### ABSTRACT

The American Atlantic coast has been the focus of numerous studies on the productivity and capacity of coastal environments to sustain human populations during the prehistoric times of the continent. Early chronologies placed such coastal occupations at ca. 7000 years BP. Recent studies in southernmost South America (Fuego-Patagonia) recognize an antiquity of 6500 BP for proof of an adaptation focused on the use of coastal resources. Archeological work in the Atlantic coast of Uruguay proved an antiquity of at least 4400 BP for records of human exploitation of coastal resources and the occupation of the coastal environments. The number and nature of archaeological findings highlight the valuable role of coastal archaeology and also the urgent need to undertake conservation actions to mitigate the threats that archaeological sites are presently facing. Uruguayan Archaeology has been combining efforts to preserve and apply an integrated approach to these sites, since they represent a chapter of Uruguayan history, a perennial recording of men-environment relationships and particularly, the most conspicuous uses of coastal resources during prehistory.

**Key words:** archaeology, Atlantic coast, prehistorical coastal resources, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

La ocupación y/o explotación humana prehistórica de los ambientes costeros, con toda la diversidad que esta encierra, constituye una interesante aproximación a los procesos adaptativos que han permitido a nuestra especie prosperar y colonizar ambientes diversos.

Pese a que el poblamiento de las Américas es relativamente reciente, y más aún el de nuestro subcontinente, la ocupación de la zona costera merece especial atención en tanto los testimonios que han perdurado hasta nuestros días remiten a un proceso en el cual la intensidad de la interacción de los seres humanos con esos ambientes adquirió características particulares.

De acuerdo al marco teórico imperante en Arqueología y a las investigaciones desarrolladas (Yesner 1980; Bailey & Parkington 1988), las poblaciones humanas prehistóricas habrían ocupado la zona costera oceánica debido a la productividad y diversidad que pueden pre-

sentar estos ambientes. Esto habría implicado, a su vez, el desarrollo tecnológico, económico y social de los grupos humanos para integrar esta "nueva oferta" dentro de sus estrategias de subsistencia (Yesner 1980).

La intensidad de la explotación de los recursos costeros involucró actividades que, en algunos casos, produjeron testimonios de alta visibilidad arqueológica, como los *sambaquíes* (de la lengua tupí *samba*=monte y *quí*=concha) de la costa de Brasil y los *concheros* de la costa patagónica y uruguaya. En ambos casos, la explotación de bivalvos -un recurso abundante, de fácil extracción pero de bajo retorno- produjo acumulaciones de conchas que en el caso brasilero llegan a constituir montículos de 30 m de altura y 200 m de diámetro (Barbosa & Gaspar 2001). Estas acumulaciones de bivalvos contienen además restos de peces y mamíferos marinos junto con restos de fauna y vegetales continentales. En la costa patagónica y en el litoral atlántico uruguayo, pese

a presentar un volumen menor, los concheros encierran vestigios del aprovechamiento del mismo tipo de recursos (Orquera & Piana 1995; Bracco 2003).

Este comportamiento o elección humana de aprovechar la oferta de los ambientes costeros habría comenzado alrededor de 7000 años AP en la costa de Brasil y de 6500 años AP en Patagonia (Orquera & Piana 1995; Barbosa & Gaspar 2001), continuándose a través del tiempo hasta la llegada de una nueva estrategia: la europea. Sin embargo, se debe señalar que existen evidencias fragmentarias de ocupación humana de la costa con anterioridad a estas fechas. Además, los sambaquíes y concheros no son los únicos registros de grupos humanos en la costa. Existen otros tipos de sitios, menos visibles, pero enmarcados en una estrategia de aprovechamiento de la franja costera, los cuales serán tratados en detalle al desarrollar la interacción del humano prehistórico con la zona costera oceánica en Uruguay.

#### APROVECHAMIENTO DE RECURSOS COSTEROS DURANTE LA PREHISTORIA: UNA MIRADA A LA COSTA OCEÁNICA DE URUGUAY

“...Sendo 2 leguas donde é partira, saíram da terra a mim 4 almadias, com muita gente: [...] remavam-se tanto, que parecia que voavam. Fora’ logo comigo todos; traziam arcos e frechas e azagaís de pao tostado, e elles com muitos penachos todos pintados de mil cores; e chegaram logo sem mostrarem que haviam medo: senao com muito prazer abrancando-nos a todos: [...] as suas almadias eram de 10,12 braças de comprido e meia braça de largo: o pao dellas era cedro, muito bem lavradas: remavam-nas com huas pas mui compridas: nos cabos das pas penachos e borlas de penas: e remavam cada almadia 40 homes todos em pe: e por se vir a noite nam fui as suas tendas, que pareciam em hua praia defronte donde estava: e pareciam outras muitas almadias varadas em terra: e elles acenavavam que fosse la, que me dariam muita casa; e quando viram que nam queria ir, mandaram hua almadia por pescado: e foi e veio en tamaña brevidade, que todos ficamos espantados: e derannos muito pescado:...” (Diario de navegación de Pedro Lopes de Sousa, 25 de noviembre de 1531, costa de Montevideo; en Arredondo 1958).

Hasta hace poco tiempo, la Arqueología nacional contaba con evidencias fragmentarias de la presencia humana en la costa atlántica. Estos vestigios procedían de colecciones privadas donde se perdían las evidencias de los contextos de procedencia (e.g. antigüedad, posición en el paisaje, ambiente, recursos asociados).

En la década de los 90, con el impulso de las investigaciones sobre los grupos constructores de túmulos de la región E de Uruguay, la costa oceánica comienza a recibir atención. Hacia mediados de esa década, las investigaciones desarrolladas ya habían puesto en manifiesto no sólo la presencia de grupos humanos en la costa hace 4000 años, sino que las características de los sitios estudiados remitían a una estrategia en la cual los recursos costeros no serían todo lo marginales que otrora se supuso (López & Bracco 1992). Estas investigaciones establecieron la existencia de dos tipos de sitios arqueológicos, a

los cuales se les otorgó una jerarquía en función de los espacios ocupados (López 1995a): 1) las puntas rocosas y 2) los espacios interdunares y arcos de playa. A esta categorización se deben agregar los sitios en las márgenes de las lagunas costeras (Laguna Negra y de Castillos) y el conchero de La Esmeralda (Fig. 1).

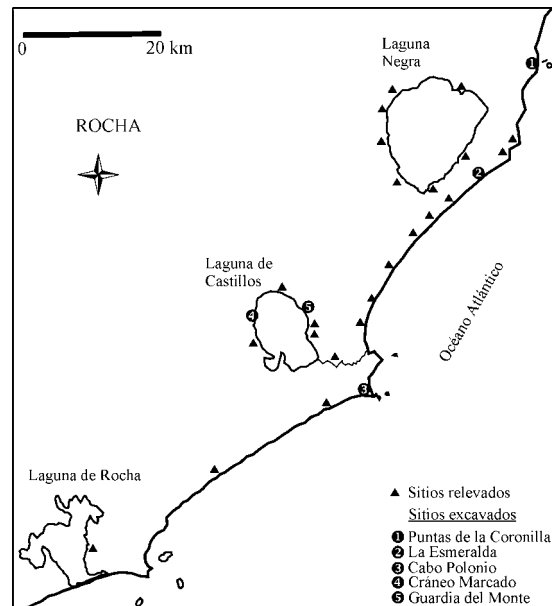


Figura 1. Ubicación de los sitios arqueológicos de la costa atlántica de Uruguay.

#### Sitios arqueológicos en puntas rocosas

Se hallan ubicados en puntos duros de la costa (La Coronilla, Cerro Verde, Cabo Polonio; Fig. 1) y han sido interpretados como campamentos base. Presentan evidencias del aprovechamiento de mamíferos marinos (*Arctocephalus australis*, *Otaria flavescens*, Balaenidae), peces (*Micropogonias furnieri* y *Pogonias chromis*), crustáceos (*Chasmagnathus granulatus*), mamíferos terrestres (*Canis* sp., *Blastocerus dichotomus*, Felidae) y aves (*Rhea americana*) (Tabla 1). Estos campamentos base serían emplazamientos ocupados en forma redundante y debido a su posición en el paisaje, constituirían puntos estratégicos para desarrollar actividades como la pesca (se han recuperados líticos interpretados como pesas de red; Fig. 2) o el aprovechamiento de cetáceos varados (López 1995a; López & Iriarte 2000). La antigüedad de estos emplazamientos es de ca. 4500 años AP (López 1995a; Tabla 2).

#### Sitios arqueológicos en espacios interdunares y arcos de playa

Constituyen sitios ubicados en espacios interdunares (Bosch *et al.* 1975; Capdepon 1999) como los sitios de Cabo Polonio, Punta de La Coronilla y Valizas, o en playas (Maeso 1977) como la de La Calavera en Cabo Polonio (Fig. 1). Estos sitios son más pequeños que los de puntas rocosas, lo que ha sido interpretado como evidencia de una ocupación más efímera. Estas ocupacio-

**Tabla 1.** Principales recursos biológicos utilizados por los grupos prehistóricos de la costa atlántica recuperados en el registro arqueológico, presentando la forma de aprovisionamiento inferida, las unidades de paisaje involucradas y la disponibilidad durante el año.

Unidad de paisaje	Principales recursos	Forma de obtención	Disponibilidad estacional	
Costa Atlántica	<i>Micropogonias furnieri</i> (corvina blanca)	Pesca	Verano	
	<i>Pogonias chromis</i> (corvina negra)	Pesca	Verano	
	Carchariniformes (tiburón)	Pesca/Carroñeo	Primavera-Verano	
	<i>Tursiops truncatus</i> (tonina)	Carroñeo	-	
	<i>Arctocephalus australis</i> (lobo fino)	Caza	Todo el año	
	<i>Otaria flavescens</i> (lobo marino de un pelo)	Caza	Todo el año	
	<i>Ozotoceros bezoarticus</i> (venado de campo)	Caza	Todo el año	
	<i>Dasyopus</i> sp. (armadillo)	Caza	Todo el año	
	<i>Donax hanleyanus</i> (berberecho)	Recolección	Todo el año	
	<i>Amiantis purpurata</i> (almeja púrpura)	Recolección	Todo el año	
	<i>Pitar rostratus</i> (almeja blanca)	Recolección	Todo el año	
	<i>Eutivela isabelleana</i> (almeja)	Recolección	Todo el año	
	<i>Glycymeris longior</i> (almeja)	Recolección	Todo el año	
	<i>Olivancillaria urceus</i> (caracol)	Recolección	Todo el año	
	<i>Olivancillaria vesica</i> (caracol)	Recolección	Todo el año	
	<i>Pachycymbiola brasiliiana</i> (caracol negro)	Recolección	Todo el año	
	<i>Callinectes</i> sp. (cangrejo sirí)	Recolección	Todo el año	
	Costa Lagunar	<i>Micropogonias furnieri</i>	Pesca	Verano
		<i>Pogonias chromis</i>	Pesca	Verano
Siluriformes (bagres)		Pesca	Todo el año	
<i>Hoplias malabaricus</i> (tararira)		Pesca	Verano	
<i>Myocastor coypus</i> (nutria)		Caza	Todo el año	
<i>Cavia</i> sp. (apereá)		Caza	Todo el año	
<i>Rhea americana</i> (ñandú)		Caza	Verano (Huevos) - Todo el año	
<i>Chauna torquata</i> (chajá)		Caza	Todo el año	
<i>Dasyopus</i> sp.		Caza	Todo el año	
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>		Caza	Todo el año	
<i>Blastocerus dichotomus</i> (ciervo de los pantanos)		Caza	Todo el año	
<i>Butia capitata</i> (palmera butiá)		Recolección	Otoño (fruto) - Todo el año	
<i>Canna glauca</i> (achira)		Recolección	Todo el año	
<i>Typha domingensis</i> (totora)		Recolección	Todo el año	
Cyperaceae		Recolección	Todo el año	
<i>Bromelia antiacantha</i> (banana do mato)		Recolección	Otoño (fruto) - Todo el año	
<i>Celtis tala</i> (tala)		Recolección	Otoño	
<i>Eugenia uniflora</i> (pitanga)		Recolección	Primavera-Verano	

**Tabla 2.** Edades radiocarbónicas de los sitios arqueológicos excavados en la costa atlántica de Uruguay (López & Iriarte 2000; Bracco 2003; Pintos & Capdepont 2003).

Yacimiento	Unidad de paisaje	Cronología
Punta de La Coronilla	Costa atlántica/punta rocosa	2740±60
		2930±50
La Esmeralda	Costa atlántica/arco de playa	3210±50
		2510±50 1000±70
Cabo Polonio	Costa atlántica/punta rocosa	1000±70
Cráneo Marcado	Costa Laguna de Castillos	4360±70 610±65
Guardia del Monte	Costa Laguna de Castillos	3050±50

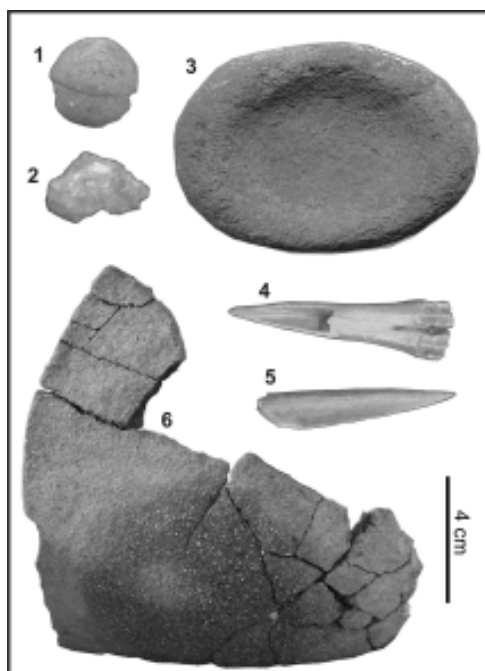
nes transitorias responderían a las actividades desarrolladas a partir de los campamentos base. De esos emplazamientos se han recuperado restos de moluscos y lobos marinos (Tabla 1), junto a un gran número de instrumen-

tos propios de la caza y la recolección (puntas de flecha, piedras con hoyuelo, raspadores; Fig. 2).

Este patrón de asentamiento costero propuesto inicialmente por López & Bracco (1992) suponía que los sitios en puntas rocosas respondían a un asentamiento logístico (*sensu* Binford 1980), debido a la visibilidad del arco de playa y a la abundancia de ciertos recursos, como colonias de lobos marinos. Además, la cercanía de las lagunas costeras fue ponderada como un factor más en la elección de estos emplazamientos. Los sitios en arcos de playa serían entonces dependientes de los primeros, testimoniando las actividades llevadas a cabo a partir de decisiones tomadas en el campamento base.

Sin embargo, como señalaban Bosh *et al.* (1975), los sitios en espacios interdunares se ven extremadamente afectados por la movilidad dunar. Por lo tanto, es probable que el número de estos emplazamientos sea mucho mayor al constatado por las investigaciones. Por otra

parte, si el patrón de asentamiento costero implica la jerarquización de emplazamientos, necesariamente debía existir un conocimiento detallado de los recursos de la zona costera. Pese a ello, no existía en ese entonces evidencia alguna de un aprovechamiento más intensivo de tales recursos, como los concheros patagónicos o los sambaquíes de Brasil.



**Figura 2.** Instrumentos y artefactos prehistóricos de la costa atlántica uruguayo: 1) Pesa de red del sitio Cráneo Marcado (Laguna de Castillos); 2) Lasca del sitio Guardia del Monte (Laguna de Castillos); 3) Mortero en piedra (Cabo Polonio); 4) y 5) Punzones en hueso (La Esmeralda); 6) Tiestos de un recipiente cerámico (La Esmeralda).

#### Sitio arqueológico de La Esmeralda, primer conchero de la costa oceánica de Uruguay

Hacia fines de la década de los 90 fue descubierto un sitio arqueológico en el arco de playa comprendido entre La Esmeralda y Punta Palmar (Fig. 1). Las características de subsistencia del hombre prehistórico en la costa atlántica. El sitio arqueológico de La Esmeralda se ubica a 350 m de la actual línea de costa. Comprende tres sectores o espacios diferenciales de ocupación de variadas dimensiones (5 x 2 m; 10 x 7 m y 75 x 30 m). La potencia promedio de la acumulación de valvas es de 40 cm (López *et al.* 1996). La mayoría de los restos de bivalvos (más de 95%) pertenece a *Donax hanleyanus* (Fig. 3), a los que se agregan *Amiantis purpurata*, *Pitar rostratus*, *Eutivela isabelleana* y *Glycymeris longior*. Presenta además restos de vertebrados marinos (*A. australis* y/o *O. flavescens*; Fig. 3) y terrestres (*B. dichotomus*, *Canis* sp., *Dasyopus* sp., fragmentos de huevos de *R. americana*) (Tabla 1). Dentro de estas acumulaciones de valvas, intercaladas con lentes de arena eólica, se encuentran vestigios de estructuras de

combustión (fogones) en las cuales se han recuperado fragmentos de carbón vegetal (Bracco 2003).

Las dataciones radiocarbónicas realizadas sobre restos leñosos carbonizados y sobre las propias valvas que conforman las estructuras ubican la presencia humana entre el 3000 AP y el 1000 AP (Tabla 2).



**Figura 3.** Restos arqueofaunísticos de la costa atlántica de Uruguay: 1) Dientes de *Pogonias chromis* (Cráneo Marcado, Laguna de Castillos); 2) Fragmento óseo de *P. chromis* (Cráneo Marcado, Laguna de Castillos); 3) Valvas de *Donax hanleyanus*, (conchero de La Esmeralda); 4) Caparazón de *Olivancillaria vesica* (La Esmeralda); 5) Diente de *Arctocephalus australis*/*Otaria flavescens* (Cráneo Marcado, Laguna de Castillos); 6) Húmero de *Arctocephalus australis*/*Otaria flavescens* (La Esmeralda).

#### Sitios arqueológicos en márgenes de lagunas costeras

Las evidencias de ocupaciones humanas en costas lagunares comprenden tanto material arqueológico hallado en superficie como sitios estratificados y estructuras monticulares ("cerritos de indios"). Tal es el caso de las costas de las lagunas Negra y de Castillos (Fig. 1). Los relevamientos sistemáticos e investigaciones realizadas en el perímetro de estas lagunas han permitido recuperar restos correspondientes a recursos marinos, tanto producto de la subsistencia (restos de alimentación) como de otras actividades vinculadas a la esfera de lo simbólico (ajuares funerarios) (Fig. 3 y Tabla 1). Estas costas lagunares evidencian una ocupación humana que se extiende desde el 4000 AP hasta momentos de contacto con el Europeo (Siglo XVII) (López 1995b; López *et al.* 1996; Pintos & Capdepon 2003). Estos asentamientos humanos habrían acompañando la modificación del paisaje a lo largo del tiempo, reflejando una estrategia tendiente a maximizar la explotación de recursos disponibles (Pintos & Capdepon 2003).

Se ha relevado la presencia de materiales arqueológicos superficiales en la costa de la Laguna de Rocha (Iriarte 2000), no existiendo hasta el momento antecedentes de investigaciones arqueológicas sistemáticas en esta área.

En la Tabla 1 se presenta una lista de las principales especies identificadas en los sitios arqueológicos costeros, la disponibilidad estacional de las mismas y los métodos de aprovisionamiento inferidos. El uso de estos recursos no solo involucra la esfera alimenticia, sino que algunos se vinculan a aspectos tecnológicos, decorativos y/o simbólicos. Un ejemplo de aplicaciones tecnológicas está evidenciado por la recuperación de artefactos sobre valvas de *A. purpurata* en el sitio Punta de La Coronilla (Mañosa 1995). Asimismo, el hallazgo de pendientes confeccionados en dientes de lobo marino formando parte de ajuares funerarios en sitios con estructuras monticulares de la Laguna de Castillos, evidencia otros contextos de uso para este recurso (Capdepon & Pintos 2002).

En lo que refiere a los métodos de aprovisionamiento, éstos involucran tanto la caza y la recolección planificada, como actividades oportunistas (e.g. el carroñeo de especies varadas y/o muertas, la recolección de bivalvos y gasterópodos depositados en la costa por tormentas).

#### COMPRENDIENDO LAS ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA DE LOS HABITANTES PREHISTÓRICOS DE LA COSTA ATLÁNTICA DE URUGUAY

Pese a que son aún recientes las primeras intervenciones arqueológicas en la costa atlántica uruguaya, éstas han generado un cúmulo de datos que permiten una aproximación pormenorizada al objeto de estudio. En menos de una década, la concepción de la interacción del hombre prehistórico con los ambientes costeros se ha desplazado desde “ambientes marginales” y “aprovechamiento eventual” a una concepción más holística, en la cual los recursos costeros tienen un rol definido en el marco de una estrategia más amplia de subsistencia.

Los ambientes ocupados por los humanos prehistóricos presentan varias características notables. La concentración de recursos, tanto en tiempo como en espacio, probablemente haya incidido en los patrones de asentamiento, tal como lo testimonian los sitios arqueológicos. En este sentido, parece evidente que pese a la variedad de sitios relevados, esta diversidad es coherente con una estrategia que pretende utilizar la oferta de los diferentes ambientes (costa oceánica y lagunar, etc.), maximizando el retorno de la energía invertida en el proceso.

Hasta el momento, los recursos relevados en los yacimientos indicarían cierta tendencia temporal en el aprovechamiento de los mismos, es decir, un desplazamiento estacional de poblaciones humanas hacia aquellos entornos donde la oferta de recursos es temporalmente alta (como la pesca de la corvina en las lagunas, o la recolección de bivalvos de la costa). Por otra parte, la alta conectividad de los ambientes costeros con otras unidades del interior del continente brinda la posibilidad de contar con una oferta mayor de recursos en áreas relativamente pequeñas. No solo diferentes ambientes supo-

nen una oferta mayor o al menos más variada, sino que la transición entre diferentes unidades del paisaje implica recursos propios de estas zonas o la confluencia de recursos de otros ambientes en el área de transición.

Más allá de estas consideraciones, probablemente lo más notable de la estrategia de los grupos humanos prehistóricos sea su perdurabilidad a través del tiempo. Los vestigios más antiguos de ocupación costera de Uruguay ubican la presencia humana poco después del 5000 AP, con el mar sobre el nivel actual, pero en franco descenso. Investigaciones paleoambientales encaradas en la región E (ver García-Rodríguez *et al.* en este volumen) testimonian el comienzo, hacia el 4000 AP de un clima más seco y/o marcadamente estacional. Este “deterioro” del clima podría haber sido uno de los motores de la ocupación costera, en tanto la predictibilidad y abundancia (al menos estacional) de la oferta de estos ambientes habrían actuado como amortiguadores del cambio. Esta inferencia se ve apoyada por el hallazgo de fauna marina en sitios arqueológicos de las planicies interiores del Dpto. de Rocha. Por su parte, el sitio de La Esmeralda fue ocupado con un nivel del mar superior al actual y cuando la playa presentaba características diferentes a su conformación actual.

Así, la subsistencia de estos grupos se habría basado en el conocimiento de la periodicidad de los recursos y de la dinámica de la oferta. El aprovechamiento estacional de recursos costeros se complementaría con la explotación de los recursos comprendidos en los ambientes de humedales, vías de drenaje y sierras del interior (Fig. 4). Es de esperar que estudios más detallados sobre la fauna y la vegetación contenida en estos sitios de tierra adentro aporten más información que permita confirmar o refutar este patrón estacional propuesto.

Si bien la evidencia arqueológica no nos habilita a hablar del manejo prehistórico de recursos particulares, podemos sustentar la existencia de un manejo integral del ambiente, como parte de una estrategia de subsistencia dúctil basada en el aprovechamiento estacional de recursos propios de diferentes unidades ambientales. Esta subsistencia, que integró actividades de caza, pesca, recolección y horticultura (Bracco *et al.* 2000), refleja el alto grado de flexibilidad en la economía indígena, característica propia de las economías cazadoras-recolectoras o forrajeras, definidas en un sentido laxo (Barnard 2001). Un amplio conocimiento del medio y de los recursos, una economía flexible capaz de amortiguar las incertidumbres de la naturaleza y la cultura, una seguridad social proporcionada por mecanismos de reciprocidad generalizada que estructuran las formas de producción, redistribución y consumo al interior del grupo y un modo general de vida (e.g. movilidad residencial, tamaño poblacional, desarrollo tecnológico) que asegura contar con los medios suficientes para satisfacer necesidades limitadas, constituyen los principales rasgos que definen a las economías de subsistencia, características de las culturas indígenas (prehistóricas e históricas) de las tierras bajas sudamericanas (e.g. Steward 1946; Politis 1996).

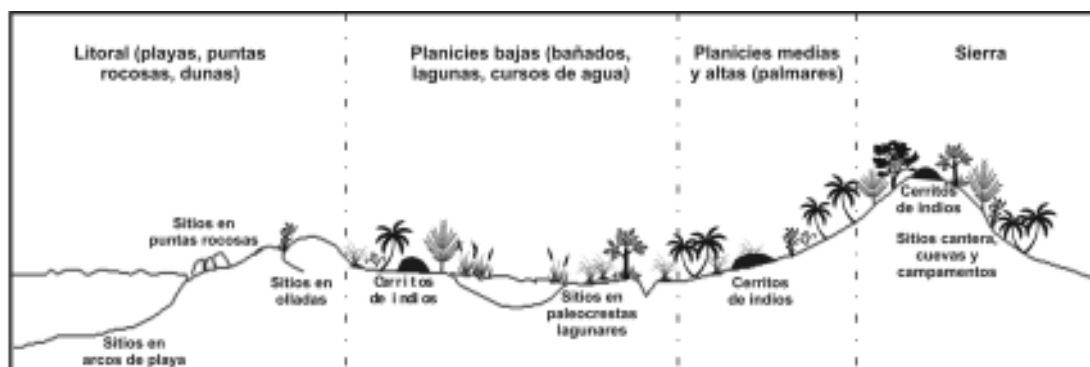


Figura 4. Transecta ideal de 10 km con la demarcación de las unidades de paisaje y los sitios arqueológicos característicos.

### APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS PREHISTÓRICOS: UNA RESPONSABILIDAD DEL PRESENTE

La intención de este trabajo ha sido aportar al conocimiento del uso de recursos costeros por parte de grupos humanos que habitaron los ambientes de la costa oceánica de Uruguay desde el Holoceno medio. Más allá del carácter general y provisorio de los conceptos aquí vertidos, es fundamental poder contar con el mayor número de testimonios del pasado humano para dilucidar las principales tendencias y variaciones de su comportamiento al interactuar con el ambiente.

Dado que el principal obstáculo al investigar el pasado -muchas veces milenario- del ser humano es el potencial de preservación de los vestigios que él mismo dejó a su paso, es imperante conocer los factores que actúan en detrimento de esa preservación y actuar en consecuencia.

La dinámica ambiental de la costa afecta no solo la calidad de los restos, sino incluso la visibilidad de los propios yacimientos. La acción del viento sobre los cuerpos de dunas (Panario & Piñeiro 1997) ha provocado una removilización constante de la matriz arenosa, con las sucesivas exposiciones y agregación del material artefactual. Sin embargo, estos mismos factores, que afectan el relevamiento de sitios arqueológicos, también han posibilitado la preservación de los yacimientos. Por otra parte, los episodios de ascenso y descenso marino durante el Cuaternario reciente (Martín & Suguio 1992; ver García Rodríguez *et al.* en este volumen), erosionaron y cubrieron un amplio espacio de la franja litoral, afectando la preservación y visibilidad del registro, en tanto toda ocupación costera con niveles del mar inferiores al actual se encuentra ahora sumergida.

Si bien los factores naturales inciden en la cantidad y calidad de los testimonios pasibles de ser relevados y analizados, la escala e intensidad de los mismos resulta insignificante al ser comparada con la alteración humana presente. La urbanización descontrolada de la zona costera (centros poblados, caminería, turismo irresponsable) y la acción expoliadora de los coleccionistas, suponen en casi la totalidad de los casos la alteración o destrucción total de yacimientos arqueológicos. Ante esta situación, con la perenne austeridad de los recursos con

que cuenta el investigador, es imprescindible e impostergable desarrollar un plan de manejo costero integrado que considere este tipo de Paisajes Culturales.

### PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Si bien en las últimas décadas se han incrementado los esfuerzos tendientes al abordaje del registro arqueológico costero, aún estamos muy lejos de una comprensión cabal de la naturaleza de las ocupaciones humanas prehistóricas en el litoral atlántico uruguayo. Su vinculación con el registro arqueológico continental, la antigüedad, duración e intensidad de las ocupaciones costeras, la importancia de los recursos litorales en la subsistencia y -en un sentido general- el rol de la costa en las estrategias adaptativas de las poblaciones prehistóricas, son grandes interrogantes que recién están comenzando a tener respuestas. El rápido deterioro que están sufriendo los sitios arqueológicos costeros hace menester la implementación de acciones urgentes que respalden la investigación y preservación (y en algunos casos el rescate arqueológico) de estas manifestaciones materiales de nuestro pasado más remoto. Por otra parte, es preciso que la investigación arqueológica promueva la producción de nueva información para integrar a la ya generada, abordando -además de los análisis faunísticos, tecnológicos, cronológicos y espaciales clásicos - aspectos tales como la reconstrucción ambiental, el aprovechamiento de recursos vegetales, la existencia de yacimientos sumergidos, entre otros, que aporten a generar un modelo integral de nuestra prehistoria.

### IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

El carácter equilibrado y sustentable de estas economías de subsistencia que prosperaron entre las culturas indígenas de las tierras bajas sudamericanas se basa en una cosmovisión particular, en la que la naturaleza es concebida como proveedora y no como producto, en donde existe un nivel de confianza hacia el ambiente que conlleva al uso inmediato de los recursos y al almacenamiento ecológico (las reservas se encuentran en la propia naturaleza y esto incluye las prácticas de cultivo) (Barnard



2001). Un amplio conocimiento del ambiente y recursos, movilidad residencial, economía dúctil, tamaño poblacional y organización social ajustados a esta oferta, tecnología eficiente para la satisfacción de necesidades básicas, son algunos rasgos principales de las estrategias empleadas por los grupos prehistóricos del Uruguay, responsables del registro arqueológico costero.

Preservar y conocer este registro nos brinda la oportunidad de recuperar parte de una cultura extinta y de un conocimiento ancestral, producto de miles de años de interacciones Hombre / Ambiente. El conocimiento de la diversidad cultural es fundamental para contar con un mayor abanico de alternativas que amplíe nuestra capacidad de respuesta y de adaptación exitosa y sustentable, tanto ambiental como socialmente.

*"Diversity is the characteristic of nature and the basis of ecological stability. Diverse ecosystems give rise to diverse life forms, and to diverse cultures. The co-evolution of cultures, life forms and habitats has conserved the biological diversity on this planet. Cultural diversity and biological diversity go hand in hand"* (Shiva 1993).

El legado de los habitantes prehistóricos de esta región puede tener mucho que aportar respecto a cómo explotar los recursos sin degradarlos. Pero para poder leer ese capítulo tan cautivante y aleccionador del pasado, primero es preciso que seamos capaces de conservar el "libro de la costa" tal cual como ha sido escrito por hombres, climas y ambientes desde hace 5000 años.

## REFERENCIAS

- Arredondo H** 1958 Viajeros visitantes del Uruguay. Revista de la Sociedad Amigos de la Arqueología 15:5-313. Montevideo
- Bailey G & J Parkington** 1988 The archaeology of prehistoric coastlines: an introduction. Cambridge University Press. 160 pp
- Barbosa M & MD Gaspar** 2001 El proceso de formación del "Sambaqui" Isla de Boa Vista I, Rio de Janeiro. Análisis comportamental de la cadena de actividades. Pp 303-316 *In*: Durán & Bracco (eds) Arqueología de las Tierras Bajas. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo
- Barnard A** 2001 Los pueblos cazadores recolectores. Tres conferencias dictadas en Argentina. Fundación Navarro Viola, Buenos Aires. 173 pp
- Binford L** 1980 Willow smoke and dog's tails: hunters-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45(1):4-21
- Bosch A de Bosch MM Pinto M de Pinto SV & J Baeza** 1975 Informe de la zona costera atlántica de Cabo Polonio y Balizas. Intento de reconstrucción arqueológica. *In*: Boretto (coord) 2<sup>do</sup> Antecedentes y Anales de los Congresos 2:171-214. Ministerio de Educación y Cultura, Fray Bentos, Uruguay
- Bracco R** 2003 Aproximación al registro arqueológico del sitio La Esmeralda ("conchero"), desde su dimensión temporal. *Costa Atlántica del Uruguay. Anales de Arqueología y Etnología* (Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo) 54/55:13-28
- Bracco R Cabrera L & J López** 2000 La prehistoria de las tierras bajas de la Cuenca de la Laguna Merín. Pp 13-38 *In*: Durán & Bracco (eds) Arqueología de las Tierras Bajas. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo
- Capdepont I** 1999 Evidencias paleoambientales en el Litoral Atlántico-Punta de La Coronilla-Rocha. *In*: Primeras Jornadas del Cenozoico del Uruguay. Pp. 8-9. INGEPA-UNCIEP (Facultad de Ciencias), Montevideo
- Capdepont I & S Pintos** 2002 Manifestaciones funerarias de los constructores de cerritos: enterramientos humanos en túmulos de la Laguna de Castillos. Pp 107-120 *In*: Mazzanti, Berón & Oliva (eds) Del Mar a los Salitrales. Diez mil años de historia pampeana en el umbral del tercer milenio. Universidad Nacional de Mar del Plata
- Iriarte J** 2000 Organización de la tecnología lítica en la costa atlántica de los humedales de Rocha. Pp 71-82 *In*: Durán & R Bracco (eds) Arqueología de las Tierras Bajas. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo
- López JM** 1995a Aproximación al territorio de los "Constructores de Cerritos". Pp 65-78 *In*: Consens López & Curbelo (eds) Arqueología en Uruguay. SURCOS Srl, Montevideo
- López JM** 1995b El fósil que no guía y la formación de los sitios costeros. Pp 92-105 *In*: Consens López & Curbelo (eds) Arqueología en Uruguay. SURCOS Srl, Montevideo
- López JM & R Bracco** 1992 Relación Hombre-Medio Ambiente en las poblaciones prehistóricas de la zona Este del Uruguay. Pp 259-282 *In*: Troncoso & Van der Hammen (eds) Archaeology and Environment in Latin America. Amsterdam
- López JM & J Iriarte** 2000 Relaciones entre el litoral atlántico y tierras bajas. Pp 39-47 *In*: Durán & Bracco (eds) Arqueología de las Tierras Bajas. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo
- López JM Gianotti C Castiñeira C Capdepont I & S Pintos** 1996 De lo más antiguo... Relación ambiente lacunar-ambiente costero. Exposición Construyendo el Pasado. Ministerio de Educación y Cultura, Montevideo
- Maeso C** 1977 Investigaciones Arqueológicas. Imprenta Don Bosco, Montevideo
- Mañosa C** 1995 Utilización prehistórica de los moluscos en punta de La Coronilla (Rocha-Uruguay). Pp 116-122 *In*: Consens López & Curbelo (eds) Arqueología en el Uruguay. SURCOS Srl, Montevideo
- Martin L & K Suguio** 1992 Variation of coastal dynamics during the last 7000 years recorded in beachridge plains associated with river mouths: example from the Central Brazilian Coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 99:119-140
- Orquera L & E Piana** 1995 Tunel VII en la secuencia arqueológica del Canal de Beagle: hipótesis y expectativas de los investigadores argentinos. Pp 25-45 *In*: Estevez & Vila (coords) Encuentro en los Conchales Fueguinos. CSIC, Madrid
- Panario D & G Piñeiro** 1997 Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern changes scenarios in Uruguay. *Climatic Research Special Issues* 9:67-68
- Pintos S & I Capdepont** 2003 Arqueología en la Cuenca de la Laguna de Castillos - Apuntes sobre complejidad cultural en Sociedades Cazadoras Recolectoras del este del Uruguay. Pp 157-172 *In*: Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Editorial Brujas, Córdoba
- Politis G** 1996 Nukak. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Santa Fe de Bogotá. 426 pp
- Shiva V** 1993 Monocultures of the mind: perspectives on biodiversity and biotechnology. Zed Books, London and New Jersey and Third World Network, Penang, Malaysia
- Steward J (ed)** 1946 Handbook of South American Indians. The marginal tribes. Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology Bulletin Vol I. 624 pp
- Yesner D** 1980 Maritime hunter gatherer: ecology and prehistory. *Current Anthropology* 2(6):727-751