



# Investigaciones Científicas en el **Sistema Arrecifal Veracruzano**

A. Granados Barba  
L.G. Abarca Arenas  
J.M. Vargas Hernández  
EDITORES

*A la memoria de Mario Lara Pérez Soto  
(1960-2003)*



*Estudioso del Sistema Arrecifal Veracruzano... Impulsor del buceo como una  
actividad necesaria en el estudio de los ecosistemas arrecifales...  
un académico... un profesional... un amigo.*





Agradecemos al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) y a las autoridades de la Universidad Veracruzana el apoyo brindado para realizar el proyecto “Fortalecimiento Disciplinario para el Desarrollo y Consolidación del Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos”. Asimismo, se agradece al Acuario de Veracruz, A.C. el apoyo para llevar a cabo, en sus instalaciones, varias jornadas académicas que enmarcaron este proyecto, así también agradecemos el apoyo logístico y de gestión que dieron para el trabajo en campo el Acuario de Veracruz, la 3a Zona Naval Militar de la Secretaria de Marina, y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.



---

---

# Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano

*A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J. M. Vargas Hernández*

*Editores*

---

---

2007

---

# Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano

Granados Barba, A., L.G. Abarca Arenas, y J.M. Vargas Hernández (Eds.), 2007. Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

@ Universidad Autónoma de Campeche, 2007  
Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México

**ISBN 968-5722-53-6**

Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México  
Av. Agustín Melgar s/n. Col. Buenavista  
San Francisco de Campeche 24020. Campeche, México  
Tel: (981) 81 19800 ext 62300  
Fax: (981) 81 19899 ext 62399  
[www.uacam.mx/epomex/epomex.html](http://www.uacam.mx/epomex/epomex.html)

---

## CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>I</b>
<b>PROLOGO</b>	<b>III</b>
<b>SEMBLANZAS CURRICULARES</b>	<b>V</b>
<b>1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>M.A. Jiménez Hernández, A. Granados Barba y L. Ortiz Lozano</i>	<b>1</b>
<b>2 TRAYECTORIA DE MASAS DE AGUA EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO Y MODELOS NUMÉRICOS: CIRCULACIÓN DE VERANO</b> <i>J.J. Salas Pérez, J.M. Vargas Hernández, V. Arenas Fuentes y P. Balderas Cruz</i>	<b>17</b>
<b>3 LAS AVES DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>M.E. Velarde González, A. Martínez Villasis y J.C. Gallardo del Ángel</i>	<b>27</b>
<b>4 INVENTARIO DE LAS ESPONJAS DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, CON NUEVOS REGISTROS DE ESPECIES (PORIFERA: DEMOSPONGIAE)</b> <i>P. Gómez</i>	<b>51</b>
<b>5 ESTUDIO TAXONÓMICO DE LOS EQUINODERMOS DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>F.A. Solís Marín, A. Laguarda Figueras y M.A. Gordillo Hernández</i>	<b>73</b>
<b>6 LOS ESTOMATÓPODOS Y DECÁPODOS DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>A.M. Hermoso Salazar y K. Arvizu Coyotzi</i>	<b>101</b>
<b>7 ESTUDIO PRELIMINAR DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA PRESENTE EN LA LAGUNA DEL ARRECIFE SACRIFICIOS</b> <i>N. Domínguez Castanedo, A. Granados Barba y V. Solís Weiss</i>	<b>113</b>
<b>8 DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA, PATRONES MERÍSTICOS Y MORTALIDAD DE LAS ESPECIES DE DIPLORIA EN LA LLANURA DEL ARRECIFE SACRIFICIOS</b> <i>R. Ronzón Rodríguez y J.M. Vargas Hernández</i>	<b>127</b>



9	<b>INVESTIGACIONES SOBRE MACROALGAS REALIZADAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>C. Galicia García y A. Morales García</i>	141
10	<b>DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y BIOMASA DE <i>Thalassia testudinum</i> EN LA LAGUNA DEL ARRECIFE SACRIFICIOS, VERACRUZ</b> <i>N. Ibarra Morales y L.G. Abarca Arenas</i>	161
11	<b>LA VEGETACIÓN DE <i>Thalassia testudinum</i> EN LOS ARRECIFES DE HORNOS, SACRIFICIOS Y ENMEDIO: BIOMASA, PRODUCTIVIDAD Y DINÁMICA DE CRECIMIENTO</b> <i>P. Ramírez García, J. Terrados, O. Hernández Martínez, K. Pedraza V. y A. Quiroz</i>	173
12	<b>MODELO ECOTRÓFICO PRELIMINAR DE LA LAGUNA DEL ARRECIFE SACRIFICIOS</b> <i>H. Pérez España</i>	185
13	<b>ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA COMUNIDAD ÍCTICA DE LAS LAGUNAS ARRECIFALES DE SACRIFICIOS Y ENMEDIO</b> <i>L.G. Abarca Arenas y E. Valero Pacheco</i>	197
14	<b>ICTIOFAUNA DEL ARRECIFE ARTIFICIAL“EX - CAÑONERO C-50, GENERAL VICENTE RIVA PALACIO” EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO</b> <i>J.A. Martínez Hernández y B. Camacho Olivares</i>	209
15	<b>PESCA ARTESANAL EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO</b> <i>M.L. Jiménez Badillo y L.G. Castro Gaspar</i>	221
16	<b>RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA RELACIÓN ENTRE DELFINES <i>Tursiops truncatus</i>, EMBARCACIONES Y ARTES DE PESCA EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>E. Morteo y I. Hernández Candelario</i>	241
17	<b>CULTIVO EXPERIMENTAL DEL PULPO (<i>Octopus vulgaris</i>, CUVIER, 1797) EN VERACRUZ Y SU APLICACIÓN AL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO: INVESTIGACIONES ACTUALES</b> <i>F. D. Méndez Aguilar, M.L. Jiménez Badillo y V. Arenas Fuentes</i>	257
18	<b>EL CONTEXTO REGIONAL DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO Y LAS IMPLICACIONES PARA SU MANEJO</b> <i>L. Ortiz Lozano, A. Granados Barba y I. Espejel</i>	275
19	<b>INDICADORES DE CAPITAL SOCIAL PARA EL MANEJO DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO</b> <i>P. Arceo y L. Ortiz Lozano</i>	287

## PRESENTACIÓN

El Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos (CA\_MYCRA), adscrito a la Unidad de Investigación de Ecología y Pesquerías de la Universidad Veracruzana (UIEP\_UV), está integrado por académicos de tiempo completo y colaboradores asociados que desarrollan tres Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): 1) Ecología Costera y Oceánica (ECyO) donde se genera conocimiento básico y aplicado de los componentes de los ecosistemas costeros y oceánicos; 2) Pesquerías y Acuicultura (PyA) donde se evalúa el estado de los recursos explotados y con potencial de aprovechamiento, así como su entorno socioeconómico; 3) Manejo y Conservación (MyC) donde se integra la información existente acerca de los recursos haciéndola viable para la toma de decisiones.

El presente libro surge en el marco del proyecto *Fortalecimiento Disciplinario para el Desarrollo y Consolidación del Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos* el cual se planteó con la finalidad de promover la actualización e integración del personal académico y estudiantes asociados al cuerpo académico, incluyendo el fortalecimiento de vínculos intra- e interinstitucionales que coadyuvaran en su proceso de consolidación. Todo ello enmarcado en diversas metas académicas relacionadas con el manejo y conservación de los recursos acuáticos veracruzanos en general, con un énfasis en aquellos presentes en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y en lo específico de la Isla de Sacrificios, la cual está siendo tomada como sitio particular de estudio por el UIEP.

Esta obra pretende servir como un libro de consulta que contenga la información existente sobre las investigaciones realizadas en el SAV por el Centro de Ecología y Pesquerías de la Universidad Veracruzana y las instituciones con las que ha estado colaborando desde su creación en el 2000. Esta dirigido a la comunidad científica y/o académicos, no obstante que seguramente será de utilidad para todos los sectores de la sociedad relacionados con esta área, ya que busca cubrir diferentes aspectos de las ciencias marinas, además de proporcionar temas generales relacionados con el manejo y conservación de esta importante área marina protegida. Con éste se pretende dejar claro, cuando sea el caso, el estado actual del conocimiento en el Sistema Arrecifal Veracruzano, sus alcances y sus limitaciones.

A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J. M. Vargas Hernández

*Editores*

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

## PROLOGO

La investigación científica es una tarea que todas las universidades asumen como un compromiso fundamental; sin embargo, el financiamiento de estos esfuerzos dista de ser fluido y significativo como pudiera esperarse, dada la importancia que esta función sustantiva tiene en el ámbito de la educación superior. En este contexto, el Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP), dependiente de la Subsecretaría de Educación Superior (SEP), ha constituido una invaluable fuente de apoyo para las universidades, primordialmente, en el marco de los apoyos otorgados a los profesores e investigadores de tiempo completo para cursar estudios de posgrado e incorporarse a sus universidades en condiciones idóneas, así como en los recursos asignados a los núcleos de profesores para desarrollar actividades de generación y aplicación del conocimiento, los denominados Cuerpos Académicos.

Los *Cuerpos Académicos* han representado para la Universidad Veracruzana, un compromiso y un reto para asegurar la pertinencia de la institución en su entorno social, en el proceso de constituirse en palanca de desarrollo. En este sentido, se ha demandado ubicar a la generación del conocimiento como un recurso esencial tanto para la formación profesional de excelencia, como para la atención de los reclamos de la sociedad y sus diferentes sectores.

Desde la aparición de los *Cuerpos Académicos*, como figura integradora de funciones de docencia, investigación, vinculación y difusión, la Universidad Veracruzana ha invertido y gestionado una gran cantidad de esfuerzos y recursos encaminados a su fortalecimiento, convencida de que se requiere atender las condiciones de su integración, de la articulación de su quehacer con los programas institucionales y su desarrollo hacia la consolidación.

El desarrollo y fortalecimiento de la investigación como una prioridad de la Universidad Veracruzana, requiere del avance firme y acelerado en la consolidación de un mayor número de cuerpos académicos. Al respecto las políticas institucionales, sus estrategias y los apoyos financieros son fundamentales para el logro de resultados significativos, pero es indudable que éstos sólo se alcanzan mediante el trabajo comprometido de sus integrantes. Los cuerpos consolidados de una institución la posicionan en el contexto de las instituciones de calidad y distinguen a sus integrantes como académicos del más alto nivel de desempeño.

El *Cuerpo Académico de Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos* hace evidente, con la publicación de este libro sobre las investigaciones realizadas en el Sistema Arrecifal Veracruzano, que su avance en el proceso de consolidación es sostenido y que los recursos que ha obtenido a través del PROMEP están generando los resultados que permitirán difundir sus hallazgos entre los estudiosos de esta área tan importante de la naturaleza y contribuir también con una educación para el desarrollo sostenible.

Mtra. Leticia Rodríguez Audirac

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

## SEMBLANZAS CURRICULARES EDITORES

**Alejandro Granados Barba.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la ENEP, Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cursó la Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos y el Doctorado en Biología, ambos en la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía y ecología de anélidos poliquetos. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 2). Actualmente, es Investigador de la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías (UIEP) de la Universidad Veracruzana (UV) donde desarrolla estudios sobre la ecología de ambientes costeros de la región petrolera del sur del Golfo de México y del Sistema Arrecifal Veracruzano.

**Luis Gerardo Abarca Arenas.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la ENEP, Iztacala, UNAM, cursó la Maestría en Biología Marina en el CINVESTAV Unidad Mérida y realizó el doctorado en la Universidad de Maryland, U.S.A. Ha desarrollado investigaciones de ecología alimenticia de peces. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es Investigador del Instituto de Investigaciones Biológicas de la UV, donde desarrolla estudios teóricos sobre redes tróficas y el análisis de ecosistemas en la zona costera veracruzana.

**Juan Manuel Vargas Hernández.** Egresado de la Facultad de Biología de la UV y es candidato a la Maestría en Ciencias de la Computación. Ha trabajado en aspectos de taxonomía y ecología de corales y peces arrecifales. Actualmente, es Secretario Académico de la Facultad de Biología de la UV, y trabaja sobre caracterización, fisiografía y monitoreo de arrecifes de coral en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

## SEMBLANZAS CURRICULARES AUTORES

**Patricia Arceo Briseño.** Egresada de la Licenciatura en Biología de la UAM, Iztapalapa, cursó la Maestría en Biología Marina en el CINVESTAV Mérida y el Doctorado en la Universidad de Delaware, USA. Ha desarrollado investigaciones sobre manejo de pesquerías y bioeconomía pesquera. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel C). Actualmente, es Investigadora de la UIEP-UV y trabaja en investigaciones integrales con la incorporación de indicadores socioeconómicos y biológicos para la toma de decisiones del PNSAV.

**Virgilio E. Arenas Fuentes.** Egresado de la Licenciatura en Biología, de la Maestría y el Doc-

torado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realizó un Posdoctorado y fue profesor en la University College of North Wales. Ha desarrollado investigaciones sobre ecología de pesquerías y metabolismo arrecifal. Actualmente, es Investigador y Director de la UIEP-UV y trabaja sobre aspectos relacionados con el establecimiento de programas de monitoreo en el PNSAV y elaboración de ordenamientos pesqueros de la zona costera veracruzana.

**Juana Karina Arvizu Coyotzi.** Pasante de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre ecología y taxonomía de crustáceos de

plataforma continental. Actualmente, desarrolla su tesis sobre crustáceos del Sistema Arrecifal Veracruzano.

**Paola Balderas Cruz.** Actualmente es pasante de la carrera de Biología Marina del Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz. Ha realizado investigaciones sobre la circulación marina en el PNSAV.

**Berenice Camacho Olivares.** Egresada de la Licenciatura en Biología Marina del Instituto Tecnológico del Mar (ITMAR), Boca del Río, Veracruz. Actualmente, labora para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), donde es responsable del Programa permanente de Monitoreo de Ictiofauna en el Arrecife Artificial “Ex-Cañonero C-50 Riva Palacio” así como en los censos de peces que se realizan en los demás arrecifes del PNSAV.

**Luis Gerardo Castro Gaspar.** Egresado de la Facultad de Biología de la UV. Ha trabajado en temas relacionados con biología pesquera. Actualmente, trabaja en la elaboración de programas de ordenamiento pesquero del Golfo de México.

**Nayeli del Carmen Domínguez Castanedo.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, cursó la Maestría en Ciencias en el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, (PCML-UNAM). Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía y ecología de invertebrados bentónicos de plataforma continental y zonas arrecifales. Actualmente, es estudiante de doctorado del PCML-UNAM.

**Ileana Espejel Carvajal.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias de la UABC, cursó la Maestría de Ecología y Recursos Bióticos del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y el Doctorado en Ecología Botánica de la Universidad de Uppsala, Suecia. Ha desarrollado investigaciones sobre metodologías para el manejo de ecosiste-

mas costeros del país. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es Investigador de la Facultad de Ciencias de la UABC.

**Citlalli Galicia García.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Ha desarrollado estudios florísticos sobre macroalgas. Actualmente, es Jefe del Departamento de Ciencias del Mar y Profesor en el ITBOCA, Veracruz, tiene a su cargo los cursos de Botánica en la Licenciatura de Biología, donde desarrolla estudios taxonómicos de vegetación acuática en el litoral veracruzano.

**Julio César Gallardo del Ángel.** Egresado de la de Biología de la UV. Ha desarrollado investigaciones para el estudio y conservación de aves y fauna silvestre para distintas organizaciones nacionales e internacionales. Actualmente, estudia las aves costeras y marinas del Golfo de México.

**Patricia Gómez López.** Egresada de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía y ecología de esponjas. Actualmente, es responsable de la Colección Nacional del Phylum Porifera “Gerardo Green” del ICMYL-UNAM.

**María Alejandra Gordillo Hernández.** Pasante de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Actualmente, desarrolla su tesis sobre equinodermos asociados a rocas de coral muerto de tres arrecifes de Veracruz.

**Ana Margarita Hermoso Salazar.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, cursó la Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos en la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía y ecología de crustáceos en zonas costeras y arrecifales. Actualmente, es profesora de la Facultad de Ciencias, UNAM y es candidata a Dr. en el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología (PCML-UNAM).

**Isabel Hernández Candelario.** Curso la Licenciatura en Biología Marina del ITBOCA, Veracruz. Ha trabajado aspectos de ecología y comportamiento de mamíferos marinos. Actualmente, es estudiante de Maestría en Ecología Marina del CICESE.

**Óscar Hernández Martínez.** Egresado de la Licenciatura en Biología de la FES Iztacala, UNAM. Ha participado en proyectos sobre flora y vegetación acuática de los Pantanos de Centla, Tabasco, La vegetación de manglar de la Laguna de Alvarado, Veracruz y, la vegetación de pastos marinos del los arrecifes del SAV.

**Nonantzin Ibarra Morales.** Egresada de la Facultad de Biología de la UV. Ha trabajado aspectos sobre la distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* en la laguna del arrecife Sacrificios, Veracruz.

**María de Lourdes Jiménez Badillo.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la FES Zaragoza, UNAM, cursó la Maestría y el Doctorado en Ciencias (Oceanografía Biológica y Pesquera), ambos en el ICMYL-UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre evaluación y manejo de recursos pesqueros. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es coordinadora de la Maestría y el Doctorado en Ecología y Pesquerías, e Investigador de la UIEP-UV, donde desarrolla estudios sobre el análisis de pesquerías en el PNSAV.

**Marco Antonio Jiménez Hernández.** Egresado de la Licenciatura en Biología de la FES, Iztacala, UNAM. Ha trabajado sobre el manejo costero relacionados con diagnósticos ambientales de zonas costeras en Veracruz y sus áreas adyacentes.

**Alfredo Laguarda Figueras.** Egresado de la Licenciatura, Maestría y Doctorado de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre genética, sistemática, radiobiología y ecología de diversos organismos terrestres y acuáticos. Pertenece al Sistema Nacional de In-

vestigadores (nivel 2). Actualmente, es Investigador del ICMYL-UNAM donde desarrolla estudios sobre sistemática de equinodermos.

**José Antonio Martínez Hernández.** Egresado de la Facultad de Biología de la UV. Ha trabajado aspectos sobre ecología de ictiofauna en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Actualmente, labora en el Acuario de Veracruz como Responsable del Área de Peceras de Agua Salada y es encargado del Programa de Reproducción de Especies de Arrecife en dicha institución.

**Agni Martínez Villasis.** Egresado de la Licenciatura en Biología Marina del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA), Veracruz. Ha realizado investigaciones sobre las aves costeras y marinas del Golfo de México.

**Daniel Méndez Aguilar.** Egresado de la Licenciatura de la Facultad de Biología de la UV, cursó la Maestría en Ciencias en Acuicultura en el ITMAR, Boca del Río, Veracruz. Ha desarrollado investigaciones sobre ostricultura. Actualmente, trabaja sobre el cultivo experimental de pulpo en el PNSAV.

**Alejandro Morales García.** Egresado de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, cursó la Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, (ICMYL-UNAM). Ha desarrollado investigaciones sobre macroinvertebrados bentónicos del Golfo de México. Actualmente, es Profesor del ITBOCA, Veracruz, donde desarrolla estudios sobre taxonomía y ecología de corales y algas en el PNSAV.

**Eduardo Morteo Ortiz.** Egresado de la Licenciatura de Oceanología de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), cursó la Maestría en Ecología Marina del Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE). Ha desarrollado investigaciones sobre distribución y genética de mamíferos marinos. Actual-



mente, es Investigador de UIEP-UV, y es estudiante de doctorado en el Posgrado en Ecología y Pesquerías de la UIEP-UV.

**Leonardo D. Ortiz Lozano.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias UNAM, cursó la Maestría en Administración Integral del Ambiente en El Colegio de la Frontera Norte y el Doctorado en Oceanografía Costera en la UABC. Ha desarrollado investigaciones sobre manejo de recursos costeros, identificación de conflictos de uso y establecimiento de sistemas de indicadores ambientales en áreas marinas protegidas. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es Investigador UIEP-UV, donde desarrolla estudios sobre áreas marinas protegidas, manejo costero y enfoques ecosistémicos.

**Karla Verónica Pedraza Venegas.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Xochimilco. Ha participado en estudios sobre la estructura comunitaria de pastos marinos de los arrecifes del SAV.

**Horacio Pérez España.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la UABCS, cursó la Maestría y el Doctorado en Ciencias Marinas, ambos en el CICIMAR-IPN. Ha desarrollado investigaciones sobre alimentación en peces y ecología de comunidades de peces arrecifales. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es Investigador de la UIEP-UV donde desarrolla la construcción de modelos de ecosistemas y análisis de la estabilidad de ecosistemas en el SAV.

**Agustín Quiroz Flores.** Egresado de la Licenciatura, Maestría y Doctorado en Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha participado en proyectos sobre la química del agua y del suelo donde crece la vegetación de pantanos, ríos y de pastos marinos en bajos arrecifales. Actualmente, es Técnico Académico del Instituto de Biología de la UNAM.

**José Pedro Ramírez García-Armora.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la FES, Zaragoza, UNAM, cursó la Maestría en Ciencias de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ha trabajado sobre taxonomía y ecología de fanerógamas acuáticas, marinas y continentales y en aplicaciones de técnicas para el análisis espacial y geográfico (SIG) de vegetación acuática. Actualmente, es Técnico Académico del Instituto de Biología, UNAM y es Candidato a Dr. en el PCML-UNAM.

**Rocío Ronzón Rodríguez.** Egresada de la Facultad de Biología de la UV. Ha trabajado aspectos sobre distribución de corales en laguna arrecifales de PNSAV. Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias (Manejo de Recursos Marinos) en el CICIMAR-IPN, desarrollando estudios en relación al desempeño de indicadores para evaluar perturbaciones en ecosistemas arrecifales.

**José de Jesús Salas Pérez.** Egresado de la Licenciatura en Oceanología de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC, cursó la Maestría en Oceanografía Física en el CICESE y Doctorado en Ciencias de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Ha desarrollado investigaciones sobre circulación marina en plataforma continental y cuerpos adyacentes. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Actualmente, es Investigador de la UIEP-UV donde desarrolla estudios sobre la circulación marina del PNSAV.

**Francisco Alonso Solís Marín.** Egresado de la Licenciatura de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, cursó la Maestría en Biología Animal en la Facultad de Ciencias, UNAM y el Doctorado en la Universidad de Southampton, Reino Unido. Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía (morfológica y molecular) y ecología de equinodermos. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 2). Actualmente, es Investigador del ICMYL-UNAM donde desarrolla estudios sobre sistemática de pepinos de mar.

**Vivianne Solís Weiss.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, cursó la Maestría en Ciencias del Mar en el ICMYL-UNAM, y el Doctorado en la Universidad de Aix-Marseille II, Francia. Ha desarrollado investigaciones sobre taxonomía y ecología de anélidos poliquetos. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (nivel 3). Actualmente, es Investigador del ICMYL-UNAM donde desarrolla estudios sobre taxonomía y ecología de macroinvertebrados y manejo costero.

**Jorge Miguel Terrados Muñoz.** Cursó la Licenciatura y Doctorado en Ciencias Biológicas, ambos en la Universidad de Murcia. Ha desarrollado investigaciones sobre ecología del macrofitobentos en *caulerpas* y pastos marinos. Pertenece al Departamento de Recursos Naturales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Actualmente, es Científico Titular en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA (CSIC-UIB).

**Elizabeth Valero Pacheco.** Egresada de la Licenciatura de Biología de la ENEP, Iztacala, UNAM, cursó la Maestría en Neuroetología en la UV y es estudiante del Doctorado en Neuroetología de la UV. Ha trabajado en aspectos de la ecología de peces y análisis de pesquerías. Actualmente, desarrolla su investigación en la ecología poblacional del cangrejo fantasma (*Ocypode quadrata*) considerando aspectos ecológicos y etológicos en las playas de Montepío, Veracruz.

**María Enriqueta Velarde González.** Egresada de la Licenciatura de Biología en la Universidad de Tennessee, cursó la Maestría y el Doctorado en Ciencias (Biología), ambos en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ha desarrollado investigaciones sobre distribución y ecología de la reproducción y alimentación de las aves marinas de las islas del Golfo de California y su relación con las pesquerías. Actualmente, es Investigadora de la UIEP-UV donde desarrolla estudios sobre las aves costeras y marinas del Golfo de California y del Golfo de México.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Jiménez Hernández, M.A., A. Granados Barba, y L. Ortiz Lozano, 2007. Análisis de la información científica en el sistema arrecifal veracruzano, p. 1-16. *In*: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

1



# Análisis de la Información Científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano

ANALYSIS OF SCIENTIFIC INFORMATION ON THE VERACRUZ REEF SYSTEM

*M.A. Jiménez Hernández*<sup>1\*</sup>, *A. Granados Barba*<sup>1</sup> y *L. Ortiz Lozano*<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Programa de Doctorado en Oceanografía Costera, UABC, Ensenada

## RESUMEN

La información científica es un insumo clave para la formulación de proyectos y políticas que estén dirigidos a la protección del ambiente, y su uso es una necesidad en el manejo integrado de la zona costera debido a la complejidad de este “Ecosociosistema” en el que la zona costera esta inmersa. Este estudio representa un análisis de la información científica publicada sobre el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), donde una búsqueda exhaustiva permitió describir y evaluar la cantidad y calidad de la información científica sobre esta área, haciéndose un análisis de sus variaciones temporales, incluyendo una comparación con la isla de Cozumel. La búsqueda realizada permitió generar para este estudio una base datos con 380 referencias bibliográficas (78 artículos, 22 libros y capítulos de libros, 102 resúmenes y memorias de congresos, 42 informes técnicos, 125 tesis y 11 documentos oficiales), cubriendo un período de 109 años (1891 a 2000). “Ecología”, “Invertebrados Marinos” y “Taxonomía” son los principales temas de investigación, mientras que “Aves”, “Meteorología” y “Flora Terrestre”, son los menos comunes. La investigación científica acerca del SAV comenzó de manera aislada en 1891 y hasta 1950 fue escasa; sin embargo, ha tenido dos periodos de generación de información: uno durante la década de los 70s y otro, el de mayor crecimiento, durante los 80s. Comparado con otras regiones del país, el SAV es un área costera bien estudiada en cuanto a número de trabajos realizados; siendo las tesis el fin principal de los estudios. Sin embargo, en el SAV hay enormes vacíos de información en áreas base como oceanografía física, biodiversidad, perturbaciones ambientales, contaminación de aguas costeras y geoquímica de sedimentos. Es importante abordar integralmente su estudio y manejo, debido a que es un ecosistema que ya ha sido alcanzado por el crecimiento urbano.

## ABSTRACT

Scientific information is a key input for the formulation of projects and policies related to environmental protection. The use of this information is a real necessity in the area of integrated coastal management due to the complexity of the “Eco-Socio-System” in which the coastal zone is immersed. This study represents an analysis of the scientific information of the Veracruz Reef System (VRS), where the publications about this area were evaluated in terms of quantity and quality, including a comparison with another

\* e-mail: marcoajb@hotmail.com

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Mexican coastal zone. A database with 380 bibliographic references (78 articles, 22 books and chapters, 102 abstracts from scientific congresses, 42 technical reports, 125 theses and 11 official documents) covering a period of 109 years (1891 to 2000) was compiled. The more common investigation topics were “ecology”, “marine invertebrates” and “taxonomy”, whereas birds, meteorology and terrestrial flora were uncommon. Scientific research in the VRS began, in an isolated way, in 1891 and it was scarce until 1950; however, two more productive periods were observed during the seventies and eighties. Compared with other coastal areas, the VRS is a well-studied area if we consider the number of publications and theses concerning it. However, we detected important gaps in the information on basic topics such as physical oceanography, biodiversity, natural or induced environmental perturbation, water contamination and sedimentary geochemistry, among others. Nowadays, it is very important to increase the research and management of the VRS in a holistic way in order to better understand this unique reef system, one that has been affected by urban growth.

## INTRODUCCIÓN

El Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC) es un proceso dinámico que reúne gobiernos y sociedades, científicos y administradores, intereses públicos y privados, todos en favor de la protección y desarrollo de sistemas y recursos naturales costeros, así como del “buen uso” de todas las oportunidades que la zona costera ofrece al ser humano (Cicin-Sain y Knecht, 1998). El MIZC representa un instrumento para el progreso de este complejo “Eco-socio-sistema”, ya que concilia el desarrollo y buen estado ecológico de los recursos, uniendo las interrogantes ambientales, económicas y sociales. El tipo de información necesaria para permitir la realización del MIZC está íntimamente ligada a la naturaleza misma de la zona costera (ZC), la cual es producto de la compleja interacción entre cada uno de sus factores, tales como la ecología, estructura social, importancia histórica, etc. (Doody *et al.*, 1998).

La información es un elemento de una jerarquía a través de la cual el manejo sustentable de la costa puede ser alcanzado. De este modo:

Datos	+	Contexto	=	Información
Información	+	Análisis	=	Comprensión
Comprensión	+	Manejo	=	Posibilidad de una acción sustentable

La información (datos + contexto) forma un elemento de suma importancia para la planeación ambiental, dado que el correcto planteamiento y ejecución de los proyectos de MIZC depende de la cantidad y calidad de la información con que se cuente. Todo proyecto de manejo integrado

de recursos requiere contar con una base sólida de información confiable; es decir, información científica que abarque todos los componentes del sistema (natural, socioeconómico y productivo), el problema será: ¿Cuánta información y de que calidad se considerará suficiente?

De acuerdo con SEMARNAP (2000), en México, la ZC ha sido abordada en la gestión pública de una manera desarticulada y, a pesar de que se han hecho esfuerzos institucionales por organizar y manejar esta franja, todos han sido planteados considerando sólo el punto de vista de las necesidades de cada uno de los sectores que tienen competencia en el litoral mexicano. Por esta razón, los planes y programas que inciden en la zona costera se encuentran dispersos en distintas instituciones públicas, sin vinculación evidente y distan de ser considerados una política integrada.

Las razones se relacionan con el proceso histórico de basar, principalmente, la economía del país en el desarrollo de las actividades productivas al interior del continente (minería, agricultura y ganadería), razón por lo cual, los centros políticos, económicos y urbanos más importantes se sitúan tierra adentro, centralizando el flujo de acciones fuera del litoral costero, lo que ha conllevado a un atraso importante en el conocimiento, explotación, desarrollo y administración de sus recursos costeros (Ortiz-Lozano *et al.*, 2000).

Actualmente hay que considerar que las tasas de crecimiento de la población mexicana son mayores en las áreas costeras que al interior del continente, de forma similar al resto del mundo

(Ortiz-Lozano *et al.*, 2005), indicando un movimiento acelerado de la población hacia las zonas costeras (INEGI, 2000). Estas características de la ZCM en conjunto, hacen necesaria la creación de políticas específicas que aseguren un desarrollo sustentable en armonía con políticas de con-

servación ambiental, reto que enfrenta el gobierno Mexicano. Lo cierto es que hay una necesidad el estudiar la zona costera (ZC) y sus conceptos de una manera interdisciplinaria (Ewel, 2001; Pickett y Cadenasso, 2002).

## ANTECEDENTES

En México, los estudios de carácter científico que se relacionan con el conocimiento, aprovechamiento y manejo de la ZCM son muchos y variados, pero la disgregación de esta información en diversas instituciones públicas y privadas a lo largo y ancho del país dificulta de forma seria su uso con fines de planeación y manejo. Muchos de los trabajos realizados por universidades o centros de investigación no llegan a tener la difusión (en ocasiones la calidad académica) necesarias para convertirlos en insumos útiles y/o confiables tanto para el gobierno como para el desarrollo de nuevas investigaciones. A pesar de ello, existen algunos esfuerzos de compilación de la información científica existente sobre la ZCM como es el caso de la bibliografía comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos de Castañeda y Contreras (1994), no obstante que una buena parte de sus fuentes son resúmenes de reuniones científicas que si bien, permiten tener una idea del interés por ciertos temas o áreas del conocimiento científico, no se puede saber si la investigación se publicó formalmente y, de acuerdo con Mari Mutt (2002), no contienen la información necesaria para que otros investigadores repitan el trabajo.

Asimismo, existen también esfuerzos regionales de integración de dicha información como Arreola Lizárraga (1995) quien identifica tendencias y principales problemas asociados al manejo de la zona de bahía de Lobos, Sonora, mediante la compilación y análisis de la información científica generada para la zona en un periodo de 22 años (35 referencias, de 1972 a 1994). Ortiz-Lozano (1998) y Ortiz *et al.* (1999; 2000) evalúan la situación de la investigación científica en la ZC de Tamaulipas, detectando nueve zonas prioritarias para la conservación e identificando la relación

entre las actividades productivas y los principales impactos con base en 233 referencias bibliográficas (1947-1997). Concluye que para establecer un manejo costero eficiente es necesario llenar los vacíos científicos y poner a disposición de las partes interesadas toda la información, modificar la organización administrativa para hacer más eficientes las herramientas legales y promover la discusión abierta, el intercambio de ideas y foros interactivos entre los diferentes sectores (administrativo, científico y organizaciones públicas y privadas). De igual manera, Malpica (2003) lo hizo para la zona costera de la isla de Cozumel, Quintana Roo con base en una compilación de 132 referencias bibliográficas sobre un periodo de 110 años (1891 y 2000).

Con un alcance mayor, el de Solís Weiss *et al.* (1997) representa un trabajo exhaustivo de búsqueda, revisión y evaluación de la información científica, en este caso, de la calidad ambiental de la ZCM. Este estudio, a pesar de abarcar un periodo corto (1990-1997), permitió definir las tendencias en la generación de información científica a nivel nacional, estableciendo una comparación entre los estados costeros de México. La base de datos compilada en Solís-Weiss *et al.* (1997) derivó en la publicación Solís Weiss y Granados Barba (2004) que incluye información generada en el estado de Veracruz durante el periodo 1990-1997 y, a su vez, sirvió de base para la publicación de Ortiz *et al.* (2005)

Con el mismo alcance nacional, pero con un enfoque en las comunidades coralinas, la Iniciativa Internacional para Arrecifes Coralinos (ICRI, 1998), presenta un trabajo de compilación que provee un panorama del estado de la información existente sobre las comunidades coralinas en México, incluyendo una base de 642 referen-

cias bibliográficas (18% tesis, 13% resúmenes de eventos académicos, 44% publicaciones en revistas científicas y libros, 10% reportes gubernamentales e institucionales y 15 % de literatura popular), de las cuales el 31.05% corresponde al Golfo de México.

Finalmente, Moreno Ávila (2001) hace una evaluación de las tendencias de investigación de los trabajos recepcionales de la Facultad de Biología Xalapa (1973-2000), destacando que, a pesar de que la ecología de poblaciones es el campo con más trabajos, las tendencias han cambiado de los aspectos biomédicos, ecología acuática y botánica, hacia las áreas de la biotecnología, manejo de recursos naturales y educación ambiental.

Analizar el estado en el que se encuentra el conocimiento científico en el SAV es prioritario debido a su trascendencia histórica nacional y su importancia como región prioritaria marina (Arriaga *et al.*, 1998) y para su conservación (ICRI, 1998). El Sistema Arrecifal Veracruzano, declarado como área natural protegida denominada Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) con aprox. 52,000 Ha (DOF, 1994), representa el sistema arrecifal de mayor tamaño de la región Centro del Golfo de México con los 23 arrecifes coralinos que lo componen. El PNSAV representa una de las áreas de mayor biodiversidad potencial en el país y es sustento de pesquerías de importancia comercial, extracción de materiales para la elaboración de artesanías y

captura de peces para ornato, así como actividades turísticas como el buceo SCUBA (Centro de Ecología y Pesquerías, 2000).

La cercanía que tiene con el puerto más importante del Golfo de México por volumen de carga manejada, así como por la colindancia con la ciudad de Veracruz y la zona conurbada de Boca del Río y Antón Lizardo, ha originado una fuerte presión sobre el sistema debido a las descargas de aguas municipales e industriales (Secretaría de Marina, 2000). En efecto, los problemas que enfrenta el área han perdurado a pesar del estatus legal con que cuenta, lo cual pone de manifiesto que la sola protección no es suficiente (Salm, 1984). Aún cuando, después de 14 años, ya este por presentarse un plan de manejo para dicho parque, éste deberá enriquecerse con base en nuevos conocimientos que del sistema se vayan adquiriendo a través de estudios científicos exhaustivos.

Con base en lo antes expuesto el presente estudio plantea un análisis de la información científica realizada sobre el Sistema Arrecifal Veracruzano considerando el periodo de 1891 a 2000, presentando las líneas sobre las cuales se han realizado las investigaciones en este sistema, así como las tendencias y perspectivas en el corto y largo plazo. Este es un primer análisis que se considera sea importante para coadyuvar a la evaluación de las estrategias que serán consideradas para el manejo del área protegida.

## ÁREA DE TRABAJO

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), se ubica en la plataforma occidental del Golfo de México en la porción central del litoral veracruzano, sobre la plataforma continental y frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (Fig. 1). Geográficamente, está localizado entre los 19°00'00" y 19°16'00" Norte y los 95°45'00" y 96°12'00" W (Juárez Sarvide *et al.*, 1991) y posee una extensión de 52,238 Ha. El SAV, fue decretado como Parque Marino Nacional el 24 de agosto de 1992 y como Parque Nacional el 7 de junio de 1994.

El PNSAV esta conformado por 23 estructuras arrecifales cuyo arreglo general parece seguir la línea de costa encontrando algunos arrecifes situados hasta 20 km de la costa, mientras que otros ya han sido alcanzados por el crecimiento antropogénico como es el caso del arrecife Hornos. De manera general en el PNSAV se observan dos complejos arrecifales: uno compuesto por 11 arrecifes ubicados frente a Veracruz-Boca del Río (arrecifes Punta Gorda, La Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Sacrificios, Pájaros, Hornos, Bajo Padu-

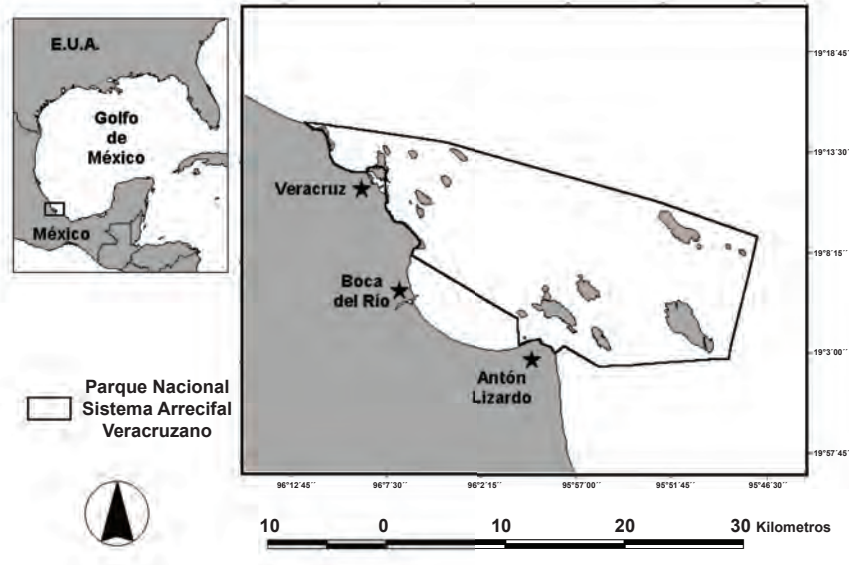


Figura 1. Zona de estudio.

cah e Ingenieros) y otro compuesto por 12 arrecifes, con grandes estructuras, ubicado frente a la población de Antón Lizardo (arrecifes Giote, Polo, Blanca, Punta Coyol, Chopas, Enmedio, Cabezo, Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topatillo).

Ambos complejos están divididos de manera natural por el río Jamapa (con un gasto de  $1.89 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ ) y delimitados, al norte por el río La Antigua ( $2.82 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ ), y al sur por el río Papaloapan ( $39.17 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ ) de acuerdo con Tamayo (1999). De acuerdo con Krutak *et al.* (1980) el río La Antigua acarrea sedimentos terrígenos desde la sierra de Perote, mientras que los ríos Jamapa y Papaloapan lo hacen desde las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental.

Este sistema está formado por un banco de restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al pleistoceno reciente y es resultado del descenso en el nivel del mar debido a la última glaciación (Krutak, 1997). Están geomorfológicamente bien constituidos. Presentan una longitud que varía de  $\sim 0.3$  a  $3.2 \text{ km}$ , una área arrecifal de  $\sim 1$  a  $19 \text{ km}^2$  y un basamento de entre  $20$  y  $45 \text{ m}$ , además de una laguna arrecifal somera de hasta  $2 \text{ m}$  de profundidad (Lara *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1993). Biológicamente, conforman

una comunidad coralina relativamente diversa, con baja cobertura coralina, pocas especies de escleractinios y baja complejidad topográfica en los arrecifes bordeantes cercanos a la costa, sucediendo lo opuesto en los arrecifes más alejados de la costa. Las características de zonación son particulares y se encuentran descritas y discutidas en Lara *et al.* (1992).

Una característica sorprendente de estos arrecifes coralinos es que se hayan desarrollado a pesar de que históricamente han estado sometidos a un estrés natural producto de una contrastante temporalidad que incluye gran descarga fluvial-pluvial en el verano y fuertes tormentas denominadas “nortes” con vientos que alcanzan hasta  $30 \text{ m s}^{-1}$  en el invierno, así como a un evidente estrés antropogénico que ocurre desde la llegada de los españoles (por ser Veracruz una ruta importante de comercio, por la extracción de material coralino para la construcción de fortalezas) y que continúa hasta la fecha, producto de su cercanía con la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río que cuenta con cerca de un millón habitantes, un creciente desarrollo urbano-turístico cuyos vertimientos terminan en el mar, un turismo de mediana escala en ascendencia, y una cada vez más intensa actividad portuaria.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Se conformó una base de datos bibliográfica obtenida a través de una búsqueda de información en las bibliotecas de los principales centros de enseñanza superior y de investigación del país y del estado de Veracruz, así como en diversas dependencias de gobierno estatales y federales. En la base de datos generada se ordenaron las referencias bibliográficas en seis categorías con base en el tipo de publicación (artículos, libros, capítulos de libros, resúmenes de congresos y simposios, informes técnicos, tesis y documentos oficiales) para posteriormente hacer una subdivisión por tema para su análisis (Tabla 1), todo ello se realizó considerando lo propuesto en trabajos similares en la zona costera de México (Ortiz Lozano, 1998; Ortiz Lozano *et al.*, 2000; Malpica, 2003).

A partir de esta base de datos se describió y discutió la información evaluando el número de

publicaciones y trabajos, haciendo un análisis de sus variaciones a lo largo del tiempo tanto en número como en temática, calculando la productividad científica por autor de acuerdo con lo realizado por Büttlenklepper (1984). Posteriormente se hizo una comparación de los resultados obtenidos en este estudio con lo reportado, por Malpica y Martínez (2003) para la isla de Cozumel, la cual resulta interesante debido a que es también un parque nacional marino con características y problemáticas similares. Adicionalmente, con la finalidad de ubicar el estatus de la información del SAV en el ámbito nacional, se estableció una comparación con la recopilación hecha por Solís Weiss *et al.* (1997), para lo cual se consideraron únicamente los trabajos generados entre 1990 y 1997. Cabe aclarar que para las comparaciones se consideraron únicamente artículos científicos y tesis.

**Tabla 1.** Temas de investigación y frecuencia por tipo de trabajo.  
La categoría *otros* incluye trabajos de ingeniería, arquitectura, administración y turismo.

	Artículos	Documentos Oficiales	Informes Técnicos	Libros y Capítulos	Eventos Académicos	Tesis	Total
Vertebrados acuáticos	5	0	1	4	14	10	34
Invertebrados marinos	52	0	20	8	48	53	81
Contaminación	1	0	1	6	9	11	28
Ecología	18	0	15	4	39	50	126
Bentos	12	0	9	1	6	12	40
Calidad del agua	0	0	3	3	1	6	13
Oceanografía e hidrología	4	0	12	6	9	5	36
Conservación y manejo	5	11	5	5	17	8	51
Taxonomía	24	0	3	5	8	26	66
Pesquerías	5	0	0	0	7	3	15
Meteorología	1	0	0	0	0	1	2
Flora marina	11	0	5	2	8	15	41
Geografía y geología	13	0	8	6	13	13	53
Flora terrestre	1	0	0	0	2	0	3
Aves	1	0	0	0	2	0	3
Otros	0	0	3	0	1	25	29

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda realizada permitió generar para este estudio una base datos con 380 referencias bibliográficas, de las cuales 78 son artículos, 22 libros y capítulos de libros, 102 resúmenes y memorias de congresos y simposios, 42 informes técnicos, 125 tesis y 11 documentos oficiales, abarcando un período de 109 años (1891 a 2000).

La investigación científica acerca del SAV comenzó con la publicación de Heilprin (1891), acerca de los corales del oeste del Golfo de México; sin embargo, tuvieron que pasar seis décadas para que apareciera otra publicación de corte científico que es una clave para peces de aguas continentales mexicanas (Álvarez del Villar, 1950). En el intervalo 1891-1950, además de los mencionados, sólo se realizó un trabajo de tesis para el mejoramiento del malecón II-B del puerto de Veracruz.

Hasta 1960, se sumaban 13 publicaciones con información científica referente a la zona; sin embargo, fue hasta las dos décadas siguientes que la generación de trabajos de investigación científica se incrementó, sumando 92 trabajos hacia 1980, siendo sustancial en los siguientes 20 años totalizando 380 publicaciones para el año 2000 (Fig. 2). De manera generalizada se perciben dos momentos de incremento importante en cuanto a publicaciones: el primero a partir de 1960 con un promedio de 3.9 publicaciones por año; y un segundo, mas relevante, a partir de 1980, donde se alcanza un promedio de 14.3 publicaciones por año.

Los temas más comunes en el estudio del PNSAV son los invertebrados marinos y la ecología así como la taxonomía (Tabla 1), mientras que los menos comunes son aves, meteorología y flora terrestre. De acuerdo con Quintana (1991) durante el período 1982-1989 fueron publicados

poco más de 50 trabajos sobre los arrecifes del Golfo de México, destacando que los arrecifes de la plataforma continental occidental del Golfo de México han llamado más la atención por su importancia topográfica para la navegación que por su relevancia como ecosistemas.

El primer arrecife estudiado en el PNSAV es La Blanquilla (Moore, 1958). A mediados de los años sesenta y hasta mediados de los años setenta, los arrecifes coralinos situados frente al Puerto de Veracruz, recibieron especial atención abordándose aspectos de hidrología (Arenas, 1966), ecología y sistemática de esponjas (Green, 1968), así como peces (Reséndez, 1971). Actualmente, los arrecifes más estudiados son los de isla de Enmedio, isla Verde y La Blanquilla, mientras que los menos son Anegadilla, Topatillo, Rizo, Polo, y Giote.

### ANÁLISIS POR CATEGORÍAS (TABLA 1)

De las 380 referencias bibliográficas, el mayor porcentaje corresponde a Tesis con el 32.89%, seguido de Resúmenes de Eventos Académicos como congresos y simposios (26.84%), Artículos (20.53%), Informes Técnicos (11.05%), Libros o Capítulos (5.79%) y Documentos Oficiales (2.89%). De estos últimos, la mayoría son reglamentos y ordenamientos para la gestión ambiental;

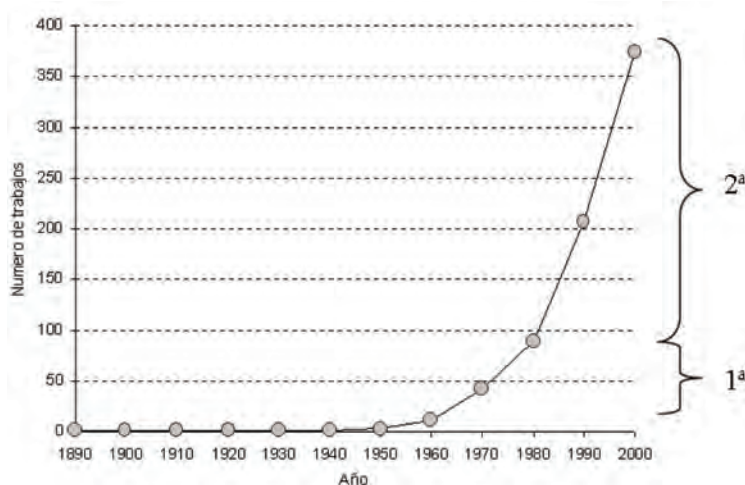


Figura 2. Curva de acumulación de trabajos de investigación en el PNSAV.

no aportan información científica, sin embargo, pueden ser una medida indirecta del interés del gobierno y/o la sociedad por este sistema arrecifal y sus recursos.

**Resúmenes de eventos académicos.-** Corresponden al 26.84% del total registrado, el gran número de referencias en este rubro es de llamar la atención, ya que este tipo de literatura resulta común que sean citados en los trabajos (incluso de corte científico), siendo que no cuentan con una revisión rigurosa y que comúnmente representan resultados preliminares que no contienen la información necesaria para que otros investigadores repitan el trabajo. De acuerdo con Mari Mutt (2002) la ausencia de dicha revisión, y su dudosa disponibilidad a largo plazo, también pueden descalificar como publicaciones científicas a los informes de proyectos subvencionados por agencias públicas o privadas y a las “publicaciones” internas de tales organizaciones. Esta literatura, denominada comúnmente “gris”, tampoco está disponible para los servicios bibliográficos que recopilan y resumen la información científica para su distribución global por lo que habría que ser más estrictos al considerar su uso.

**Tesis (Fig. 3a).**- Corresponde al 32.89% del total registrado. Se puede destacar que el 93.6% de ellas son producto de instituciones nacionales. El 58.4%, provienen de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), seguida de la Universidad Veracruzana (UV) con el 16%. En conjunto, estas dos instituciones reúnen el 74.4% de las tesis generadas para el SAV. De las 125 te-

sis, la mayoría son de nivel licenciatura 115 (92%) y sólo 10 (8%) son de nivel posgrado (seis de maestría, y cuatro de doctorado). Es de interés notar que todas las tesis de nivel licenciatura proceden de instituciones nacionales, mientras que en el nivel de maestría, dos son de la UNAM, tres son de Texas A&M y la otra es de la Universidad de Nebraska. Las cuatro tesis de doctorado proceden de instituciones extranjeras. También es destacable que sólo a 10 tesis (8%) se les dio seguimiento hacia una publicación formal (representan el 12.82% de los artículos publicados para la zona).

El número de tesis se ha incrementado presentando tres etapas: La primera, de 1891-1960, con escasa producción (solo tres en 70 años) y todas ellas son de obras de ingeniería para el mejoramiento del puerto de Veracruz. La segunda, de 1961-1980, presenta un aumento en la producción de tesis (31 en 20 años), siendo ecología, taxonomía e invertebrados marinos los temas principales. La tercera, de 1981-2000, es la etapa en que se presenta un mayor aumento de tesis (89 en 20 años), siendo invertebrados marinos, ecología y otros no biológicos los temas principales (Tabla 1).

**Artículos científicos (Fig. 3b).**- Corresponde al 20.53%, se contabilizaron 78 trabajos que aparecieron en 41 revistas. Más del 46% de estos artículos se publicaron en sólo cinco revistas diferentes (Anales del Instituto de Biología, Revista de Biología Tropical, Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Anales del Instituto

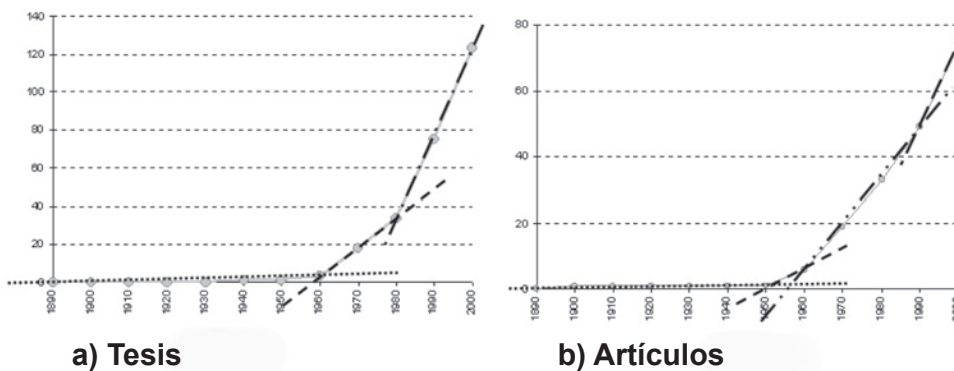


Figura 3. Curvas de acumulación de Tesis (a) y Artículos (b) en el PNSAV a través del tiempo, el cambio en la pendiente de las líneas muestra las etapas o momentos en que se incrementó la generación de trabajos.

de Ciencias del Mar y Limnología, y Oceanología). Considerando la información del Journal Citation Report (Thomson Scientific, 2004) sólo 21 de ellos (26.92%) fueron publicados en revistas actualmente indizadas por este organismo.

La producción de artículos no presenta las mismas etapas que se observan en la producción de tesis, ya que presenta cuatro etapas: La primera, de 1890-1950 es una etapa de escasa producción científica en la que sólo aparece un trabajo, el primero reportado para el PNSAV sobre invertebrados marinos. La segunda, de 1951-1960, cuenta con siete trabajos, siendo los invertebrados marinos el tema principal existiendo trabajos relativos a la oceanografía, algas y bentos. La tercera, de 1961-1990, con 45 artículos, es una etapa donde los temas principales son invertebrados marinos, taxonomía y ecología. La cuarta etapa, de 1991-2000, es la que presenta el mayor incremento en publicaciones (25 en 10 años), mostrando la mismas tendencias en temas de investigación que la etapa anterior.

Lo antes expuesto es el reflejo histórico en el ámbito científico del SAV, ya que es claro que tradicionalmente existe un gran uso de la calidad de este sistema como sujeto de estudio para prácticas escolares de campo en las diferentes áreas de la biología principalmente las islas Verde, Sacrificios y Enmedio y los invertebrados marinos su principal foco de atención; sin embargo, en todo este proceso existe mucho trabajo que no terminó formalmente en una publicación de índole científica y por ende carece del mencionado rigor científico al que se refiere Mari Mutt (2002) y ello se observa en que el 79.47% de literatura no son publicaciones en revistas científicas, mientras que las publicaciones en revistas indizadas son apenas el 5.53 % del total de los trabajos de investigación encontrados.

El promedio de publicaciones por año por rubro, a partir de que el trabajo en el SAV empezó a ser relativamente constante, (entre 1961 y 2000) fue de 3.13 en tesis, 2.62 para trabajos en eventos académicos, 1.79 artículos, 0.56 libros o capítulos, 1.05 informes técnicos y 0.28 para documentos oficiales. Los promedios por década muestran las tendencias para cada rubro (Fig. 4), se observa una tendencia creciente de realización de trabajos en eventos académicos y tesis, esto indica que, hasta el año 2000, el SAV fue sujeto de estudio con fines didácticos y formativos principalmente, lo cual apoya lo anteriormente mencionado en cuanto a los objetivos de la investigación en el SAV.

Considerando los principales temas de estudio identificados, existen algunos poco revisados como es el caso de la flora terrestre, la calidad del agua y la meteorología, los cuales presentan pocas publicaciones. Desde otro punto de vista, hay áreas geográficas en las que se concentran más estudios, en especial las zonas arrecifales asociadas a islas como es el caso de Enmedio, Verde y Blanquilla. Así también, hay pocas investigaciones sobre la parte terrestre (continental) asociada al SAV.

#### COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Cuando analizamos el ámbito nacional de acuerdo con el trabajo de Solís Weiss *et al.* (1997), que

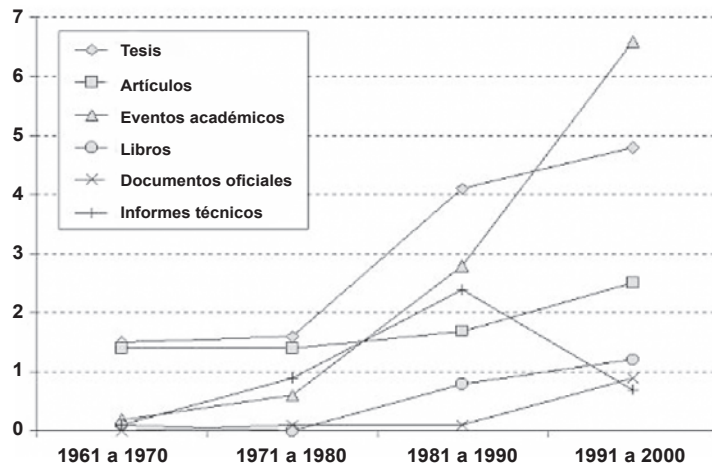


Figura 4. Tendencia decadal de los trabajos en las diferentes categorías.

sólo considera trabajos de calidad de agua y sobre un periodo muy corto en relación al de este estudio, el estado de Veracruz ocupa el tercer lugar en número de artículos y el segundo en relación a tesis, mientras que Quintana Roo ocupa el décimo tercero y noveno lugar respectivamente. Con base en ello, notamos que de los dos, Veracruz es el más estudiado.

Con respecto a Cozumel, que es un área marina protegida se observa que su estudio científico se inició en 1891, en ese mismo año también se inició en el PNSAV. Al comparar los dos trabajos (Fig. 5), se aprecia que para un mismo periodo de tiempo (de 1891 a 2000), el número de tesis para el PNSAV es superior al que existe para Cozumel (125 contra 17) a pesar de que representan áreas marinas protegidas con interés turístico, su estudio científico se inició al mismo tiempo y el principal volumen de tesis procede, en ambos casos, de la misma universidad.

Hay que resaltar el hecho de que Cozumel fue declarado como Área Natural Protegida (ANP) en 1996 y para 1998 ya tenía un plan de manejo, mientras que el PNSAV fue declarado ANP desde 1992 y hasta la fecha no hay un plan de manejo decretado.

Aparentemente la declaratoria de protección de un área se da cuando existe suficiente información para calificar a ese sistema como “valioso”, por lo tanto tiene que existir un conjunto

de información antes de la dicha declaratoria, y no hay evidencia de que la misma promueva la investigación en una zona, al menos nuestros datos muestran esto, ya existía una proporción importante de la investigación de cada sitio antes del decreto y el momento del decreto no marca un cambio (punto de inflexión) en la producción científica de cada zona.

Resulta de interés el hecho de que en Cozumel se presenten más artículos que tesis; sin embargo, al calcular la producción por autor (Büttenklepper, 1984) se obtienen cifras parecidas para ambos sitios, incluso presentan patrones similares, un porcentaje importante de autores sólo participo en una publicación (91.67% para Cozumel y 83.72% para el SAV), mientras que solo dos autores (4.17%) contribuyeron en tres publicaciones para Cozumel y ocho autores (8.14%) contribuyeron en tres o más publicaciones para el SAV (Tabla 2).

Resulta normal que un pequeño porcentaje de autores presente una alta productividad (Urbizagástegui, 1999). Mientras que en Cozumel y SAV se promedian 0.94 y 0.87 artículos por autor por año respectivamente, Büttenklepper (1984), apunta que en los países desarrollados la productividad media es de más de un artículo por año por autor, hay que tomar en cuenta que el trabajo realizado por este autor se refiere a la investigación fitoquímica, que es un área más dinámica

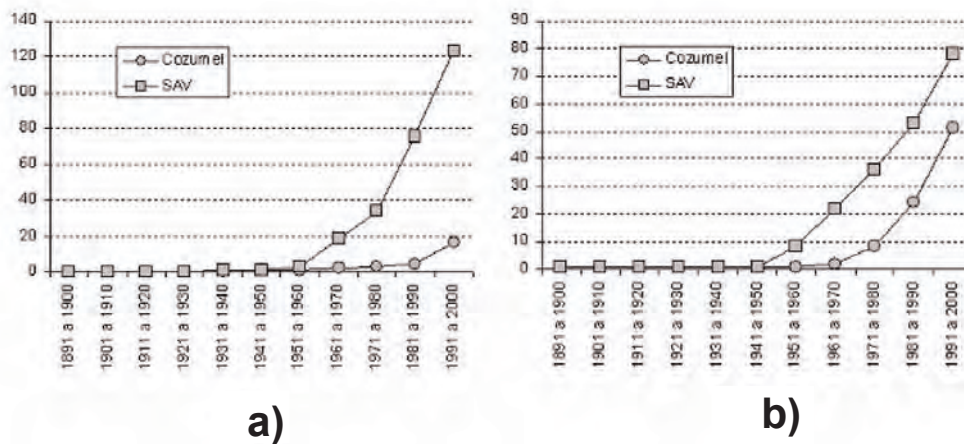


Figura 5. Comparación de las curvas de acumulación de Tesis a) y Artículos b) entre Cozumel y el SAV.

**Tabla 2.** Productividad promedio por autor y distribución de autores según su número de contribuciones.

Cozumel				SAV			
Contribuciones po autor	Art./Aut	No de autores (y)	%	Contribuciones po autor	Art./Aut	No de autores (y)	%
1	0.020	44	91.67	1	0.02	76	83.72
2	0.039	2	4.17	2	0.05	6	8.14
3	0.59	2	4.17	3	0.07	3	2.33
				4	0.09	3	3.49
				5	0.12	1	1.16
				9	0.21	1	1.16
Total	0.94	48	100	Total	0.87	90	100

que las que aquí analizamos; sin embargo, sus resultados muestran las mismas tendencias que las encontrados por Lotka (1926) y Huber (2001), quien además menciona que en trabajos similares con varios grupos como físicos, biólogos, psicólogos, inventores y compositores se obtienen patrones similares entre ellos.

La investigación en el PNSAV entre 1891 y 1950 es escasa. Este lapso con muy poca producción científica, se puede deber a dos causas principales: La inestabilidad política y social imperante en los años anteriores a la revolución mexicana y que continuó hasta principios la década de los años 20, y a la ausencia de una institución generadora de investigación, ya que hasta 1929 que se creó el Instituto de Biología de la UNAM, se puede hablar de una institución formal, reconocida y aceptada por la comunidad científica nacional en este ámbito.

Considerando ambos tipos de trabajos (tesis y artículos) el SAV presenta un mayor número que Cozumel (Tabla 3).

Las tendencias de investigación han sido variadas, al principio descriptivas cambiando paulati-

namente de acuerdo al dominio de las corrientes de investigación en el ámbito mundial, nacional y local contextualizados por los fenómenos políticos, sociales y económicos de nuestro país (Piñero, 1996). Durante la década de los años 70 en la UV los tópicos de investigación, basados en el currículo (Moreno Ávila, 2001) se inclinaban hacia la descripción, inventario y a la contribución al estudio de plantas, animales, hongos, etc, a los trabajos de biomedicina y determinación de enfermedades por medio de la biología molecular y parasitología. En la década de los años 80 se desarrolla principalmente la ecología terrestre, quizá debido a que en se consolidaron grupos de trabajo en el área de ecología de poblaciones y comunidades, atribuible al establecimiento, en 1975, del INIREB (Moreno Ávila, 2001).

En la década de los años 90, la corriente mundial ecologista de conservación y manejo de recursos naturales relacionados con la biotecnología y un enfoque con tendencia a relacionar los problemas biológicos con el ámbito social, es lo que dicta las tendencias. Es también en esta década que repercute la creación del INECOL (1988), del cual la investigación que actualmente realiza sigue cinco líneas de investigación: ecología y fisiología, comportamiento animal, sistemática, manejo de recursos naturales y biotecnología. Sin embargo, a pesar de que este instituto cuenta con una estación costera frente a la playa de La Mancha (CICOLMA) sus principales investigaciones se realizan fuera del estado de Veracruz (Michilía, Desierto de Mapimí, Chamela, Jalisco, Calakmul, Campeche, el Triunfo, Chiapas y la Sierra de la

**Tabla 3.** Comparación entre tesis y artículos en Cozumel y SAV durante el periodo comprendido entre 1954 y 1997.

	Artículos		Tesis	
	Número	%	Número	%
Cozumel	51	75.0	17	25.00
SAV	78	38.42	125	61.58

Laguna, B.C.S.) y los temas investigados se inclinan hacia los procesos de índole continental.

El escenario ideal de producción científica en el estado de Veracruz sería que cada centro de investigación estatal representara un papel protagónico en cuanto a la generación de información científica local y regional, ya que a pesar de que en Veracruz se cuenta con una universidad importante a nivel nacional y un instituto de investigación biológica de trascendencia, ninguna de estas dos instituciones han representado, hasta el 2000, un papel principal en la investigación científica biológica local y en menor grado en lo referente al PNSAV, es decir, no han volteado la cara hacia el mar. Para reforzar esto vale mencionar los resultados de Moreno Ávila (2001), quien documenta que, de las tesis hechas en la Facultad de Biología de la UV, la mayoría se han hecho en 142 lugares diferentes del estado, siendo el estado en general como zona geográfica el principal objetivo, seguido de la ciudad de Xalapa y de la laguna de La Mancha. Recientemente, a

partir del 2000, la Universidad Veracruzana creó la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías (UIEP\_UV) con lo que se espera que las investigaciones científicas sobre la zona costera veracruzana en lo general, y sobre el SAV en lo particular, se incrementen en cantidad y calidad.

Resulta problemático determinar la calidad de una investigación debido que tanto la “publicación” e incluso el “paper” son unidades de medida arbitrarias y en gran parte indefinidas (ya que el producto de la actividad científica son ideas) y las revistas pueden variar en calidad, en sus estándares mínimos, su reputación y en sus lectores. No obstante, la publicación es el producto tangible del quehacer científico. Un trabajo que no está publicado, no está adecuadamente disponible para su consulta y por lo tanto (sin tener nada que ver con la calidad del mismo) no es útil. En este trabajo no evaluamos cada trabajo de manera individual, sino el estado actual del conjunto de la producción científica en el SAV.

## CONSIDERACIONES FINALES

La información científica es necesaria para guiar el uso prudente de los recursos costeros, para proteger el ambiente y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona costera; esta necesidad es evidente considerando el alto grado de complejidad de este “ecosociosistema” en el que esta inmerso la zona costera.

De las 380 referencias bibliográficas registradas, la mayoría son tesis y artículos, siendo los invertebrados marinos, los aspectos ecológicos y taxonómicos, los temas más comunes, mientras que aves, meteorología y flora terrestre, son los menos comunes.

La investigación científica acerca del SAV comenzó de manera aislada con la publicación de Heilprin (1891), después de ésta, y hasta 1950 la investigación fue escasa; sin embargo, ha tenido dos periodos generales de incremento de información: uno durante la década de los años sesenta, y otro durante la década de los años ochenta, siendo este último el de mayor crecimiento. Los arrecifes situados frente al puerto de Veracruz

han sido de los más estudiados, actualmente, lo son las islas de Enmedio y Verde, así como La Blanquilla, mientras que los menos estudiados son Anegadilla, Topatillo, Rizo, Polo, y Giote.

Comparado con otras regiones del país, el PNSAV es un área costera bien estudiada en cuanto a número de trabajos realizados; siendo las tesis para la obtención de algún grado, el fin principal de los estudios. A pesar de ello, en el ámbito científico, en el PNSAV hay enormes vacíos de información en áreas del conocimiento que son básicas para estudios subsecuentes de otra índole. Un caso lo representa la oceanografía física, área en la que se requieren fuertes inversiones en equipo de investigación, pero en la que es urgente trabajar para poder establecer los procesos hidrológicos y de dinámica costera que ocurren en el SAV. Ello coadyuvará a comprender los procesos ecológicos que, a diferentes escalas, han permitido la permanencia del SAV en un ambiente con tantos imponderables para la supervivencia de los corales.

Asimismo, en cuanto a la biodiversidad, aun no se conocen del todo los habitantes de este sistema que comparten el ambiente bentónico con los corales. En efecto, las especies de corales o peces son bien conocidas en el SAV; sin embargo, el conocimiento sobre la biota de sustratos blandos del bentos en los alrededores de los arrecifes (o al interior de sus lagunas) es escaso. Su biodiversidad potencial es enorme si consideramos que ahí se encuentran los grupos de invertebrados que son predominantes en el ambiente bentónico global, como es el caso de los anélidos poliquetos o crustáceos anfípodos en la macrofauna, o como los nemátodos y copépodos en la meiofauna (Kennedy y Jacoby, 1999) y que generalmente no son considerados para establecer la protección de un área (Hutchings y Ponder, 2003) o, en su caso, son descuidados cuando ésta ya esta con algún estatus de protección.

Existe un gran desconocimiento en cuanto a las perturbaciones ambientales que ocurren en el PNSAV, sean éstas de índole natural (como el efecto de los nortes o de las grandes descargas fluviales sobre el sistema) o sean inducidas (pesca inadecuada, actividades portuarias, actividades turísticas). Acerca de la contaminación de las aguas no se conoce ni qué ni cuánto drena hacia la zona costera acompañando las descargas fluviales o pluviales. El vacío continúa en áreas importantes como la producción primaria y secundaria, así como en aspectos de geoquímica de los sedimentos. Por todo ello, es importante establecer claramente lo que falta por hacer y empezar a trazar directrices para abordar integralmente el

estudio de este importante sistema arrecifal que ya ha sido alcanzado por el crecimiento urbano.

Históricamente, es claro que existe un uso tradicional de la cualidad del SAV como sujeto de estudio para prácticas escolares de campo en las diferentes áreas de la biología, siendo principalmente las islas Verde, Sacrificios y Enmedio y los invertebrados marinos su principal foco de atención; sin embargo, en todo este proceso existe mucho trabajo que no se termina en una publicación de índole científica que les de la formalidad y avale la calidad de los mismos. Es necesario encontrar los mecanismos para que este ejercicio científico se lleve a cabo para elevar la calidad de la información científica que se produce a partir del estudio del SAV.

Es imperante hacer un manejo del SAV con un sentido ecológico más amplio (ello aplica para casi todas las áreas marinas protegidas nacionales). Con esto se quiere decir que no sólo se debe conformar con proteger y estudiar las comunidades coralinas, o regular la actividad dentro del área protegida, sino de entender que todo es un gran sistema que si se conoce a fondo se podrá administrar de mejor manera.

El escenario ideal de producción científica en el estado de Veracruz sería que cada centro de investigación estatal representara un papel protagónico en cuanto a la generación de información científica a escala local y regional, dándose a la tarea de encarar el estudio de la zona costera veracruzana.

#### LITERATURA CITADA

- Álvarez del Villar, J., 1950. Claves para la determinación de especies en peces de aguas continentales mexicanas. Secretaría de Marina. México.
- Arenas F.V., 1966. Hidrografía y plancton en el arrecife "La Blanquilla", Veracruz, Ver. Tesis Profesional Fac Cienc. UNAM. México. 28 pp.
- Arreola Lizárraga, J.A., 1995. Diagnósis ecológica de Bahía de Lobos, Sonora, México. Tesis Maestría, CICIMAR, IPN. México.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López y V. Aguilar Sierra (Coords.), 1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, México. 160 p.
- Büttenklepper, A., 1984. La investigación fotoquímica en México. *Ciencia* (1984) 35, 19-32 p.



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Castañeda, L.O. y F.E. Contreras, 1994. Bibliografía comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos. Volumen III: Golfo de México I (de Tamaulipas a Veracruz). CONABIO/UAM-I/CDELM.
- Centro de Ecología y Pesquerías, 2000. Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano Propuesta. Universidad Veracruzana, México. 151 p.
- Cicin-Sain, B. y R.W. Knecht, 1998. Integrated coastal and ocean management: Concepts and practices. Washington, D.C, Island Press.
- Diario Oficial de la Federación DOF, 1992. No. 16, 6-16 pp. 24 de agosto de 1992.
- Doody, J.P., C.F. Pamplin, C. Gilbert, y L. Bridge, 1998. Information required for integrated coastal zone management. European Union Demonstration Programme on Integrated Management in Coastal Zones. Thematic study. 71 p.
- Ewel, K.C., 2001. Natural resource management: The need for interdisciplinary collaboration. *Ecosystems* 4:716-722.
- Green, G., 1968. Contribución al conocimiento de la sistemática y ecología de las esponjas del arrecife "La Blanquilla" Veracruz, Veracruz. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM, México. 102 p.
- Heilprin, A., 1891. The corals and coral reefs of the Western Waters of the Gulf of Mexico. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.* 42:303-316.
- Huber, J.C., 2001. A new method for analyzing scientific productivity. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52(13):1089-1099.
- Hutchings, P., y W. Ponder, 2003. Marine invertebrates and their conservation. *Mar. Pollut. Bull.*, 46:153-154
- ICRI, 1998. The status of coral reefs in Mexico and the United States Gulf of Mexico (geography, ecology, management, legislation, monitoring, and bibliography). Office of Protected Resources / National Marine Fisheries Service / NOAA. CD-ROM.
- INEGI, 2000. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Geografía e Informática, México. 732 p.
- Juárez Sarvide J., D. Goeritz Rodríguez, V.D. Murrieta Martínez, J.M. Sánchez Juárez, M.C. González Rivera, A.M. Álvarez Ríos, M. Osorio Rivas, H.A. Barrientos Escamilla y H. Kamio, 1991. Propuesta Parque Marino Nacional "Chalchicueye". Estación de Investigación Oceanográfica Veracruz. Secretaría de Marina. 129 p.
- Kennedy, A.D., y C.A. Jacoby, 1999. Biological indicators of marine environmental health: meiofauna a neglected benthic component?. *Environ. Monit. Assessm.*, 54: 47-68.
- Krutak, P.R., 1997. Petrography and provenance of siliclastic sediments, Veracruz-Anton Lizardo Reefs, Mexico. *In: J. San-Joon Jan and Hi-Il, Y (Eds.) Paleooceanography and Paleoclimatology in the Northwest Pacific Region. Special Issue 3, Ocean Research*, 19(3): 231-243.
- Krutak, P.R., S., Rickles, y R. Gío Argáez, 1980. Modern ostracod species diversity, dominance and biofaces patterns Veracruz-Anton Lizardo Reefs, Mexico. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM* 7:181-198.
- Lara, M., C. Padilla, C. García, y J. Espejel, 1992. Coral reef of Veracruz Mexico I. Zonation and Community. *Proc. 7th Internatl. Coral Reef Symp.*, Guam. 1:535-544.
- Lotka, A.J., 1926. The frequency of distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Science*, 16:317-323.
- Malpica y Martínez, J.E., 2003. Diagnóstico ecológico para el manejo de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM. 112 p.
- Mari Mutt, J.A., 2002. Manual de Redacción Científica. Caribb. J. Sci., Publ. Esp. No. 3, 5ª Ed.
- Moore, D.R., 1958. Notes on Blanquilla reef. Institute of Marine Sciences Publications, University of Texas 5:151-155.
- Moreno Ávila, E., 2001. Tendencias de investigación de los trabajos recepcionales de la Facultad de Biología Xalapa de 1973-2000. Tesis Profesional Facultad de Biología UV. Xalapa. México. 54 p.

- Ortiz-Lozano, L.D., 1998. Estado actual de la investigación científica en la zona costera de Tamaulipas; un enfoque hacia la detección de zonas prioritarias de conservación. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM. México. 130 p.
- Ortiz Lozano, L., V. Solís Weiss, y A. Granados Barba, 1999. Toward the establishment of an integrated management program for a coastal zone. p. 951-961. *In: E. Ozhan (Ed.) Proc. Joint Conference MEDCOAST99. Land-Ocean Interactions: Managing Coastal Ecosystems, Vol. 2. Antalya, Tukey.*
- Ortiz Lozano, L., V. Solís Weiss, y A. Granados Barba, 2000. Scientific research in Tamaulipas coastal zone: Implications for its coastal management. *Ocean & Coastal Management* 43: 927-936.
- Ortiz Lozano, L., A. Granados Barba, V. Solís Weiss, y M.A. García Salgado, 2005. Environmental evaluation and development problems of the Mexican coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 48:161-176.
- Pickett, S.T., y M.L. Cadenasso, 2002. The Ecosystem as a multidimensional concept: Meaning, model, and metaphor. *Ecosystems* 5:1-10.
- Piñeiro, D., 1996. La teoría de la evolución en la biología mexicana: una hipótesis nula. *Rev. Ciencias* 42:4-7.
- Quintana y Molina, J., 1991. Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del laboratorio de sistemas bentónicos litorales. *Hidrobiológica*, 1:73-86.
- Reséndez Medina, A., 1971. Peces colectados en el arrecife La Blanquilla, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología*, 42:7-30.
- Salm, R.V., 1984. Ecological Boundaries for Coral-reef Reserves: principles and guidelines. *Environmental Conservation*, 11(3):209-215.
- Secretaría de Marina, 2000. Programa de Manejo del Parque Marino Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano". 126 p.
- SEMARNAP, 2000. Estrategia para la Gestión Integral de la Zona Costera de México. Propuesta. México. 40 p.
- Solís Weiss, V., A. Granados Barba, M. García Salgado, L. Ortiz Lozano, M.E. Zamudio Reséndiz, M. Hermoso Salazar y A. Gutiérrez Velázquez, 1997. Diagnóstico Ambiental y Desarrollo de una Base de Datos de la Zona Costera de la República Mexicana. Informe Final Proyecto INE-UNAM. México. 60 p.
- Solis Weiss, V., y A. Granados Barba, 2004. Diagnosis of environmental impacts on the Mexican Coastal Zone with a comprehensive *ad-hoc* database. *IOC UNESCO Publ.* 188: 257-270.
- Tamayo, J.L., 1999. Geografía Moderna de México. 11ª Ed. Trillas, México. 512 p.
- Thomson Scientific, 2004. Document Solution. Journal list 2004. Thomson Scientific. UK. 196 pp.
- Urbizagástegui Alvarado, R., 1999. La Ley de Lotka y la literatura de bibliometría. *Investigación Bibliotecológica*. 13:17 julio/diciembre. 125-141.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez, y L.F. Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano, p: 559-575. *In: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQROO, México.* 865 p.

- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Salas Pérez, J.J., J.M. Vargas Hernández, V. Arenas Fuentes, y P. Balderas Cruz, 2007. Trayectoria de masas de agua en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y modelos numéricos: circulación de verano, p. 17-26. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

2



# Trayectoria de Masas de Agua en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y Modelos Numéricos: Circulación de Verano

WATER MASSES TRAJECTORIES IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM  
NATIONAL PARK AND NUMERIC MODELS: SUMMER CIRCULATION

*J.J. Salas Pérez*<sup>1\*</sup>, *J.M. Vargas Hernández*<sup>1</sup>,  
*V. Arenas Fuentes*<sup>1</sup> y *P. Balderas Cruz*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz

## RESUMEN

En un esfuerzo por entender la circulación marina del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), ubicado en la plataforma occidental del Golfo de México, se realizó un experimento Lagrangiano con boyas de deriva construidas con el esquema tipo Davis, durante los meses de verano del 2004; con el objetivo de explorar la teleconexión de la circulación de macroescala generada por el efecto del viento y la marea con la circulación local y comparar la distribución espacial de las trayectorias, con los esquemas de circulación generados por medio de los modelos numéricos de Caballero Rosas (1990), Salas de León y Monreal Gómez (1997) y Zavala Hidalgo *et al.*, (2003). Los resultados indican que las trayectorias lagrangeanas de corto periodo temporal (<25 h), mostraron un flujo predominante en dirección sur-norte, coincidiendo con los esquemas de circulación generados con modelos numéricos de escala local y cuenca.

## ABSTRACT

In an effort to understand the marine circulation in the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, located on the Western continental shelf of the Gulf of Mexico, a Lagrangian experiment was conducted with Davis type drift buoys, during the summer months of 2004 in order to explore the teleconnection between the macro-scale circulation generated by the winds and the tides, and the local circulation. A comparison of the spatial distribution of the trajectories using the circulation diagrams generated by numerical models as proposed by Caballero Rosas (1990), Salas de León y Monreal Gómez (1997) and

\* e-mail: jsalasp39@yaboo.es

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Zavala-Hidalgo *et al.* (2003) was made. Short-term temporal Lagrangian trajectories measured in summer showed a predominant south-north flow, in agreement with circulation diagrams generated by a local and basin numerical models.

## INTRODUCCIÓN

La circulación marina de las plataformas continentales del océano mundial se caracterizan por presentar una dinámica compleja, asociada al funcionamiento de cada una de las componentes de la circulación que allí se presentan, por la interacción entre ellas, y con la topografía. Esa circulación, además, tiene un efecto directo sobre diversos sistemas ecológicos situados a lo largo del flujo de ellas (entre la zona costera y la pendiente continental), que se manifiesta en una interacción multidisciplinar de procesos físicos-químicos-biológicos-geológicos.

Una zona de estudio ejemplo donde esa interacción multidisciplinar compleja se efectúa, se localiza en la plataforma continental occidental del Golfo de México, particularmente en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) donde se localizan 23 zonas arrecifales que han permitido la existencia de flora y fauna diversa (Fig. 1). Por la distribución espacial de estas zonas dentro del área de estudio, y la escala de la circulación marina, la interacción entre cada

componente del medio marino debería efectuarse a diferentes escalas temporales y espaciales.

La mayoría de los estudios relacionados con las componentes de la circulación de la plataforma continental occidental del Golfo de México se han realizado por medio de modelos numéricos (Caballero Rosas, 1990; Salas de León y Monreal Gómez, 1997; Zavala Hidalgo *et al.*, 2003). Debido a que esta metodología es económicamente solvente para tener una aproximación preliminar de la dinámica de la circulación que actúa dentro del Golfo de México y, por lo tanto, avanzar en su entendimiento; sin embargo, esta metodología, tiene sus limitaciones en sus resultados.

Los esquemas de la circulación que se han generado con los modelos numéricos, no pueden ser totalmente aceptados hasta que medidas *in situ* de los agentes de forzamiento y la componente de la circulación que generen, validen las condiciones iniciales de forzamiento del modelo y por lo tanto sus resultados.

## ANTECEDENTES

### CIRCULACIÓN INDUCIDA POR EL EFECTO DEL VIENTO

Existen algunas investigaciones relacionadas con la corriente generada por el esfuerzo del viento y la marea a escala de cuenca, que incluye la plataforma continental occidental donde se ubica el PNSAV: una investigación experimental y tres investigaciones que emplean modelos numéricos, una de estas estudia el efecto del viento para generar circulación en la parte norte del PNSAV.

### INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Mediante derivas de barco, Sturges (1993) detecta una corriente sobre la plataforma occidental

del Golfo de México generada por el rotacional del esfuerzo del viento (máximo entre 18°-20° N y cercano a la costa, dentro del área de estudio de este trabajo) y la cual se dirige hacia el norte durante julio, cuando los vientos son máximos. Esta corriente además se intensifica por el bombeo de Ekman (transporte de agua del fondo hacia la capa superficial), con una capa de mezcla que se localiza en los primeros 25 m de profundidad, el cual genera una corriente en forma de chorro. El bombeo de Ekman es importante en la zona sudoeste del Golfo de México (frente a Veracruz).

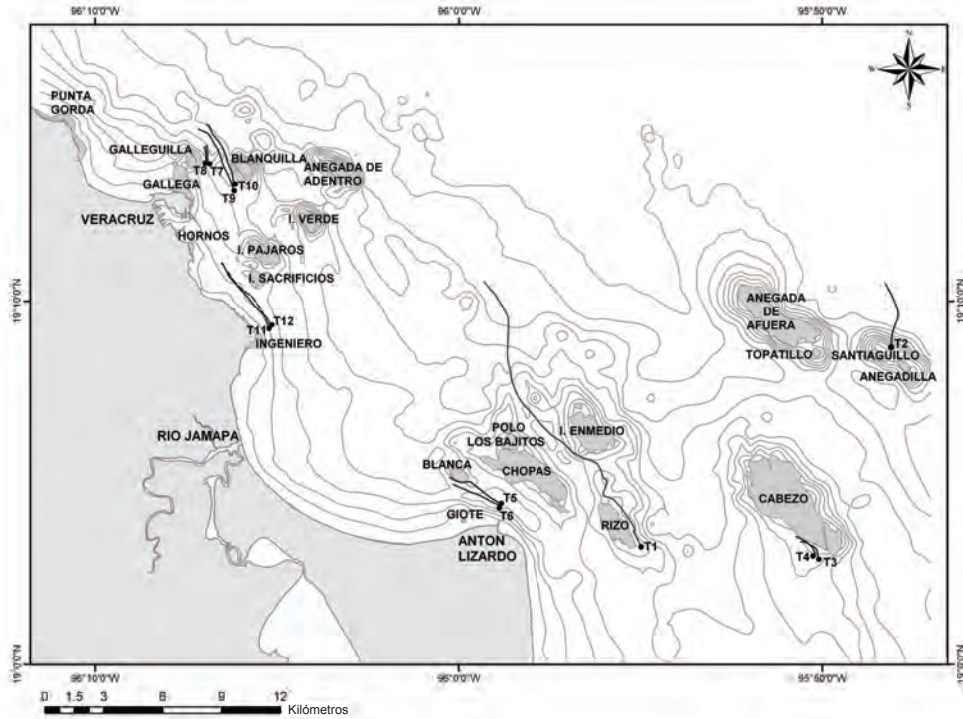


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el PNSAV, y diagrama espagueti conformado por las trayectorias de las boyas de longitud corta recolectadas en el área para la temporada de verano de 2004.

### INVESTIGACIÓN APLICANDO UN MODELO NUMÉRICO DE ESCALA LOCAL

A escala local, la circulación marina generada por el viento, entre el PNSAV norte y la desembocadura del río Jamapa ( $96.0^{\circ}$  a  $96.2^{\circ}$  de longitud O y  $19.03^{\circ}$  a  $19.26^{\circ}$  de latitud N) para una escala temporal estacional, fue pronosticada mediante la aplicación de un modelo numérico hidrodinámico-barotrópico, bidimensional-explicito, empleando diferencias finitas sobre una malla de celdas de 500 m de longitud (Caballero Rosas, 1990). Los vientos con que forzaron ese modelo no son representativos de la dinámica del campo de vientos del Golfo de México descritos por Gutiérrez de Velasco y Winant (1996), es decir, únicamente representan magnitudes y direcciones características de viento, por lo tanto los resultados numéricos de la circulación marina de ese estudio son condicionados por las características estacionarias del forzamiento.

Por otra parte, dichos resultados no fueron validados con un conjunto de observaciones sinópticas *in situ* de escala temporal estacional; sin embargo, esos campos de circulación generados con ese modelo numérico son una referencia de cómo se pueden distribuir espacialmente las masas de agua sobre el PNSAV.

La distribución de corrientes con un viento soplando del este (Fig. 2) y con una magnitud de  $15 \text{ m s}^{-1}$ , característico de la temporada de verano, presenta un flujo dirigiéndose hacia el norte y acoplado al contorno costero. Las máximas velocidades ( $60 \text{ cm s}^{-1}$ ) se presentan cerca de la frontera sur (Antón Lizardo) y entre las islas que se localizan frente al puerto de Veracruz. Hacia el sur de punta Ingeniero, se observa un remolino ciclónico atrapado a la costa cuyo eje mayor se orienta a lo largo de la costa. La velocidad media del campo simulado es de  $14 \text{ cm s}^{-1}$ , con una velocidad máxima de  $73 \text{ cm s}^{-1}$ .

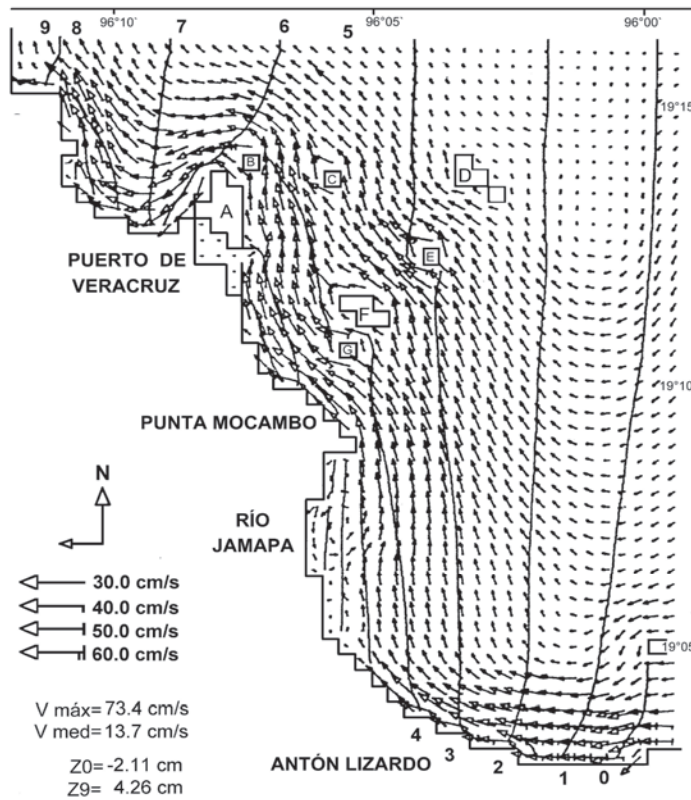


Figura 2. Distribución espacial de la corriente, representativo para la temporada de verano (Caballero Rosas, 1990). Las letras A, B, C, D, E, F, G, indican los nombres de los arrecifes e islas: La Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada de Adentro, Isla Verde, Pájaros, Isla Sacrificios, respectivamente.

#### INVESTIGACIONES APLICANDO MODELOS NUMÉRICOS A ESCALA CUENCA

##### Marea Semidiurna ( $M_2$ )

El comportamiento de la marea  $M_2$  y su corriente residual dentro del Golfo de México se han estudiado mediante un modelo numérico, que considera la marea oceánica y la astronómica, además de la fricción en el fondo (Salas de León y Monreal Gómez, 1997).

En ese modelo numérico no se incluyen las islas y los arrecifes que se localizan frente a Veracruz, por lo tanto la interacción del flujo con la topografía tan variable de esta zona, no es considerado. Las elipses de marea (corriente de marea) obtenidas mediante un modelo numérico en la zona frente a Veracruz (Salas de León y

Monreal-Gómez, 1997), son anisotrópicas (norte a sur) y sus magnitudes son menores a  $20 \text{ cm s}^{-1}$ .

La circulación residual que puede generar la marea  $M_2$ , al cabo de promediar sus variaciones temporales en varios ciclos, en general muestra transportes menores a  $2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , sobre la plataforma continental de Veracruz.

##### Corriente Inducida por el Viento

Zavala Hidalgo *et al.*, (2003), pronosticaron a escala de cuenca un sistema de corrientes generadas por el forzamiento del viento mediante el modelo NCOM (Navy Coastal Ocean Model), de ecuaciones primitivas-hidroestático y el que emplea la aproximación de Boussinesq. Los resultados numéricos, obtenidos para una malla

de celdas de 6 km y para siete años de simulación, reproducen sobre la plataforma continental de Veracruz-Tampico un flujo dirigiéndose hacia el sur de septiembre a marzo (otoño-invierno), y hacia el norte de mayo a agosto (primavera-verano) (Fig. 3).

Por lo tanto, en un esfuerzo por contribuir al entendimiento de la circulación marina de la plataforma continental occidental del Golfo de México, y particularmente en la región marina frente a Veracruz, localizada entre  $96.19\text{-}95.79^\circ \text{ O}$  y  $19.03\text{-}19.26^\circ \text{ N}$ , se realizó un experimento lagrangeano durante los meses de verano del 2004 (Fig. 1).

El objetivo principal de este estudio fue explorar la teleconexión de la circulación de macroscala generada por el efecto del viento y la marea

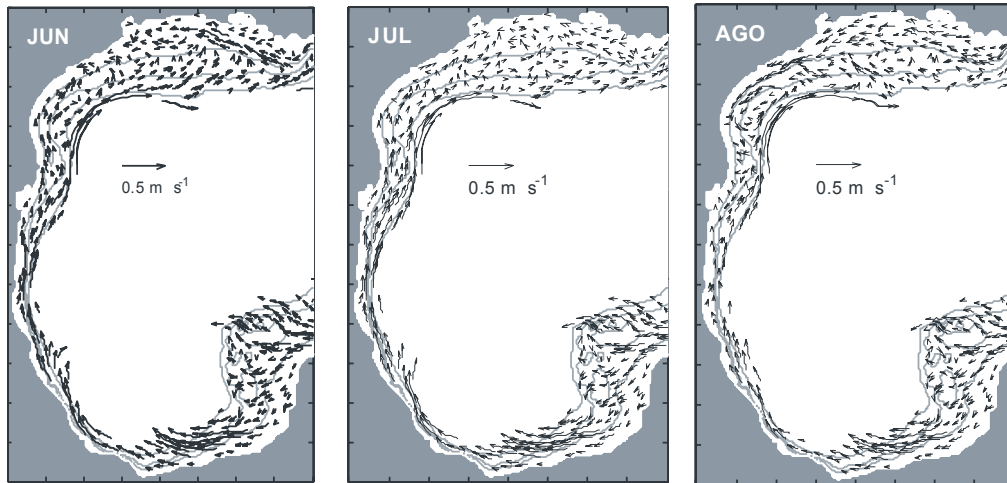


Figura 3. Esquemas mensuales de la circulación inducida por el viento, para verano (Fuente: Zavala Hidalgo *et al.*, 2003).

con la circulación local y comparar la distribución espacial de las trayectorias, con los esquemas de circulación generados por medio de los modelos

numéricos de Caballero Rosas, (1990); Salas de León y Monreal Gómez (1997) y Zavala Hidalgo *et al.*, (2003).

## METODOLOGÍA

Se empleó el método de derivas lagrangeanas para medir *in situ* dentro de la zona de estudio, la distribución espacial de las masas de agua. Se diseñó una boya de deriva lagrangeana siguiendo el esquema estructural de la boya tipo Davis (Davis *et al.*, 1982). La estructura de la vela de arrastre está constituida por un eje principal, diseñado con un tubo de poliducto reforzado de 3/8" de diámetro, y con una longitud de 1.20 m (Fig. 4).

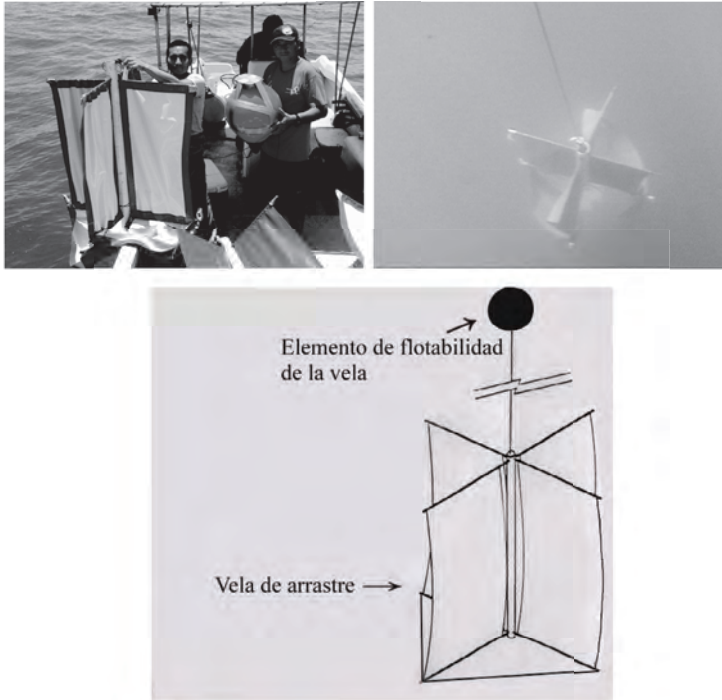
De los extremos de la base del eje principal, a  $\sim 10$  cm, se adaptan perpendicularmente dos varillas de acero flexible de 1 m de longitud, y que sobresalen desde el eje principal  $\sim 0.5$  m. Sobre esas varillas, se colocan unas velas de lona reforzada (cuya función es ejercer un arrastre por parte del agua a la boya), con las siguientes dimensiones 0.5 m de ancho x 1 m de largo. En la parte inferior del eje principal, se adapta una vela de 1.2 x 1.2 m sobre las varillas de acero (Salas Pérez, 1999; Salas Pérez y Cupul Magaña, 2005).

Por las dimensiones en longitud de esa vela, ella adquiere la forma de un paracaídas que al entrar

al agua (Figs. 4b y 4c), el espacio es ocupado por ella, proporcionando estabilidad al eje principal de la vela, lo que permite eliminar cualquier movimiento asociado a la velocidad orbital de una ola. La vela de arrastre se une a un flotador de vinilo de 15" de diámetro y 29.47 kg de flotabilidad, con un hilo de cáñamo que tiene una longitud determinada (5 m y 10 m), que depende de la profundidad nominal a la cual se desee centrar la vela de arrastre en la columna de agua. En este caso la profundidad nominal fue de 5 y 10 m para un par de boyas, las cuales al comparar sus respectivos registros de velocidad no mostraron una variación significativa entre ellas.

Sobre el flotador se colocó un recipiente de plástico conteniendo un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS, siglas en inglés), manual de la marca Garmin II Plus, el cual va midiendo a un intervalo de tiempo,  $\Delta t = 5$  minutos, la latitud y longitud de la boya con una precisión de 1 a 5 m (Garmin, 1998) durante su deriva en el agua (Tabla 1). En total, se colectaron 12 tra-





**Figura 4.** a) Cuerpo principal de la boya de deriva tipo Davis.  
 b) Vela de arrastre en forma de paracaídas invertido dentro del agua.  
 c) Esquema de la boya.

yectorias de boyas en distintos lugares del PN-SAV, enfrente al Puerto de Veracruz y de Antón Lizardo (Fig. 1). La localidad de siembra de cada boya, su cobertura temporal y el arrecife próxi-

marea (ejes mayor y menor, fase, etc.), se aplicó a la serie temporal de ~25 h un análisis armónico, utilizando el programa de Pawlowicz *et al.* (2002).

## RESULTADOS

En esta sección se presentan varias trayectorias de boyas colectadas en los meses de julio y agosto.

### TRAYECTORIAS DE BOYAS DEL MES DE JULIO

Durante el experimento del 20 al 21 de julio, únicamente se utilizó una boya lagrangeana. La trayectoria T1, inicio su trayectoria frente a arrecife Rizo y continuó su trayectoria de aproximadamente 25 h a una velocidad media de 16 cm s<sup>-1</sup> y con un máximo de velocidad de 63 cm s<sup>-1</sup> (Tabla 1), por entre el canal formado por la isla de Enmedio y arrecife Chopas, continuando su

trayecto hasta la zona de mar abierto, frente al río Jamapa (conocida como la zona de fondeadero de barcos) (Fig. 1). Esa misma boya se sembró al norte de la zona de barlovento de arrecife Santiago, el día 21 de julio, recorriendo ~5 h a una velocidad media de 19 cm s<sup>-1</sup> y velocidad máxima de 35 cm s<sup>-1</sup> (Tabla 2), esta trayectoria se nombró como T2.

### TRAYECTORIAS DE BOYAS DEL MES DE AGOSTO

En el experimento que se realizó del 24 al 27 de agosto de 2004, se liberaron dos boyas lagrangeanas en cada una de las zonas que se observan en

mo al lugar de siembra, se resumen en la Tabla 1. Cada trayectoria de boya se identificó con la letra "T" y un número.

Las componentes de la velocidad (U, V) de cada una de las trayectorias de las boyas se obtuvo a partir de transformar las coordenadas geográficas a unidades de longitud (km) usando una proyección en el plano f (Kundu, 1990), ubicando el centro de la transformación en las siguientes coordenadas geográficas, 95.95° O y 19.15° N. A partir de esa información se calcularon las estadísticas básicas de cada serie temporal de velocidad. Para obtener las características de la elipse de

**Tabla 1.** Información de las trayectorias de boyas medidas en la zona de estudio, durante los meses de julio y agosto de 2004.

No. Trayecto	Posición Inicial (Long. O-Lat. N)	Posición Final (Long. O-Lat. N)	Cobertura Temporal (dd/mm/hh)	Sitio Liberación
T1	95.9170-19.0554	95.9883-19.1755	20/07/14.9-21/07/14.0	Arrecife Rizo
T2	95.8018-19.1459	95.8046-19.1751	21/07/12.3-21/07/17.3	A. Santiaguillo
T3	95.8352-19.0490	95.8408-19.0561	24/08/12.8-24/08/16.8	A. Cabezo
T4	95.8354-19.0505	95.8431-19.0564	24/08/13.0-24/08/17.0	A. Cabezo
T5	95.9618-19.0750	96.0026-19.0826	25/08/14.0-25/08/17.4	Pta. A. Lizardo
T6	95.9611-19.0751	96.0042-19.0857	25/08/14.0-25/08/17.5	Pta. A. Lizardo
T7	96.1159-19.2302	96.1166-19.2376	26/08/10.6-26/08/11.4	A. Galleguilla
T8	96.1156-19.2302	96.1157-19.2383	26/08/10.6-26/08/11.4	A. Galleguilla
T9	96.1045-19.2271	96.1156-19.2478	26/08/12.0-26/08/16.8	A. Blanquilla
T10	96.1051-19.2230	96.1192-19.2457	26/08/11.7-26/08/16.7	A. Blanquilla
T11	96.0878-19.1549	96.1058-19.1788	27/08/11.6-27/08/17.2	A. Ingeniero
T12	96.0863-19.1562	96.1085-19.1836	27/08/11.8-27/08/17.1	A. Ingeniero

**Tabla 2.** Estadísticas básicas de las 16 trayectorias de boyas colectadas durante, el experimento lagrangeano. Los símbolos (< >), (std), (mín., máx.) representan al promedio, la desviación estándar, y el valor máximo y mínimo de la velocidad ( $\text{cm s}^{-1}$ ). El intervalo de confianza de las observaciones fue calculado para un 95% de confianza (Emery y Thomson, 1998).

Trayec.	Muest. No.	<U>	<V>	Ustd	Vstd	Umín	Umáx	Vmín	Vmáx
T1	279	-0.22±1.20	15.96±17.1	8.36	9.72	-20.22	28.72	-0.97	63.22
T2	57	8.70±10.79	18.98±20.28	7.54	5.03	-3.53	22.27	14.12	34.79
T3	50	-3.12±4.60	7.17±9.26	5.36	7.56	-8.21	23.74	0.40	52.09
T4	48	-2.39±5.49	4.00±4.67	10.99	2.40	-75.04	4.93	2.19	9.54
T5	41	-13.41±14.1	8.99±9.60	2.40	2.00	-19.08	-7.63	2.58	13.52
T6	43	-12.74±14.6	11.28±14.31	6.47	10.15	-23.09	14.80	-6.95	45.92
T7	11	11.52±13.77	24.80±26.60	3.81	3.05	5.67	15.50	19.09	28.23
T8	58	2.07±3.27	17.26±17.84	4.68	2.29	-20.71	10.07	4.97	20.28
T9	10	16.46±19.87	29.82±31.75	5.51	3.12	12.24	31.46	21.27	32.01
T10	61	-0.24±1.88	16.34±17.54	6.54	4.82	-27.24	6.42	3.38	25.05
T11	67	-2.15±0.64	13.22±15.10	6.30	7.89	-26.14	32.58	-45.73	24.06
T12	65	-3.33±4.11	15.62±17.11	3.23	6.13	-9.94	3.89	-32.01	19.08

la figura 1. La distancia de separación entre cada boya fue de  $\sim 50$  m. El día 24 de agosto, frente al arrecife Chopas y hacia el sur, en la zona de sotavento, se recolectaron dos trayectorias de boyas (T3 y T4) con un intervalo de tiempo de  $\sim 4$  h en la que predominó una dirección noroeste a una velocidad media de 7 y 4  $\text{cm s}^{-1}$ , respectivamente.

Los máximos de velocidad para cada una de esas boyas fueron de 52  $\text{cm s}^{-1}$  (T3) y 10  $\text{cm s}^{-1}$  (T4) (Fig. 1, Tabla 2). Al siguiente día (25 de agosto), las trayectorias de las boyas T5 y T6, derivaron durante  $\sim 3$  h, hacia el noroeste por entre la zona costera de Antón Lizardo, y la zona de sotavento de los arrecifes Chopas y Blanca a una veloci-

dad media de 9 y 11  $\text{cm s}^{-1}$ , respectivamente, las velocidades máximas alcanzadas en los trayectos fueron de 14 y 46  $\text{cm s}^{-1}$ , para cada uno de los respectivos trayectos (Fig. 1, Tabla 2).

Durante el día 26 de agosto, se recolectaron cuatro trayectorias de boyas (Tabla 2). Dos de esas trayectorias (T7 y T8) se completaron durante una cobertura temporal de  $\sim 1$  h, siguiendo una tendencia de deriva hacia el norte con una velocidad media de 29 y 17  $\text{cm s}^{-1}$ , por la zona de barlovento norte del arrecife Galleguilla (Fig. 1). El trayecto T7 mostró un máximo de 28  $\text{cm s}^{-1}$ , mientras que en el trayecto T8 este fue menor, 20  $\text{cm s}^{-1}$ .

Las otras dos trayectorias de boyas (T9 y T10), iniciaron su deriva en la zona media de sotavento del arrecife Blanquilla, desde donde derivaron hacia el Noroeste por aproximadamente 4 h a una velocidad media de 30 y 16  $\text{cm s}^{-1}$ , respectivamente (Fig. 1). El máximo de la velocidad (32  $\text{cm s}^{-1}$ ) del trayecto T9, fue mayor que el máximo de la velocidad (25  $\text{cm s}^{-1}$ ) del trayecto T10.

Frente al arrecife Ingeniero (Fig. 1), el día 27 de agosto, las dos trayectorias (T11 y T12) de boyas que se colectaron en esa zona, derivaron hacia el Noroeste  $\sim 6$  h, por entre la zona costera e isla de Sacrificios a una velocidad media de 13 y 16  $\text{cm s}^{-1}$ , y máximos de velocidad de 24  $\text{cm s}^{-1}$  y 19  $\text{cm s}^{-1}$  respectivamente (Fig. 1, Tabla 2).

## ANÁLISIS ARMÓNICO

La serie temporal T1, fue filtrada utilizando un promedio corrido de [A11, A11, A12] (Godin, 1988). Posteriormente, se aplicó el método de análisis armónico. La elipse de marea del armónico  $M_2$  (12.4 h), se puede caracterizar correctamente con una serie temporal de 13 h, y las características de la elipse de marea para el armónico  $K_1$  (23.93 h), se pueden obtener de manera confiable cuando la longitud temporal del registro de velocidad tiene una cobertura temporal mayor de 25 h (Godin, 1988; Emery y Thompson, 1998). En este caso, las características de la elipse de marea del armónico  $M_2$  son representativas de la circulación inducida por ese armónico en esta zona de estudio, pero las características de la elipse de marea del armónico  $K_1$  podrían ser menos confiables porque la longitud de la serie es de aproximadamente 25 h.

El porcentaje de la varianza modelada mediante el análisis armónico respecto de la varianza original fue del 98.5%. El porcentaje de la varianza del residual respecto de la varianza original, posterior al ajuste por cuadrados mínimos fue de 0.88 % y 2.70 %, para la componente u y v, respectivamente. Las características de la elipse de marea de los dos principales armónicos de la marea el semidiurno ( $M_2$ ) y diurno ( $K_1$ ) se orientaron en dirección sur-norte, con un semieje mayor o igual a  $9.42 \pm 2.11$  para el  $K_1$ , y  $6.83 \pm 1.48$  para el  $M_2$ .

## DISCUSIÓN

Debido a que las trayectorias lagrangeanas colectadas en el verano de 2004 reportadas en este estudio son de corto periodo temporal, no es posible determinar, en todas ellas, las contribuciones de energía de la corriente de baja frecuencia (corriente inducida por el viento) y de la corriente de alta frecuencia (corriente de marea) (Fig. 1), excepto de la trayectoria T1 (longitud temporal  $\sim 25$  h), de la cual se pudo calcular las elipses de marea (corriente de marea) de los dos principales armónicos ( $M_2$  y  $K_1$ ).

La elipse de marea del armónico  $M_2$  obtenida del análisis armónico de la trayectoria T1, resultó

tener una magnitud mucho menor ( $< 7 \text{ cm s}^{-1}$ ) a la que se calcula ( $< 20 \text{ cm s}^{-1}$ ) mediante el modelo numérico de Salas de León y Monreal Gómez (1997) en la zona frente a Veracruz. La elipse de marea calculada en este trabajo es coincidente en su orientación (norte a sur) con las calculadas con el modelo numérico de Salas de León y Monreal Gómez (1997).

La elipse de marea del armónico  $K_1$  es de mayor magnitud que la magnitud calculada para el armónico  $M_2$ . Pero para el armónico diurno no hay un modelo numérico que calcule su magnitud y dirección en esta zona; sin embargo, resultados

preliminares con series temporales de presión han definido que la marea a lo largo del PNSAV es diurna, por lo tanto la corriente de marea dominante en esta área deberá ser diurna.

A pesar de que las trayectorias Lagrangeanas reportadas en este estudio son de corto periodo temporal (menores a 25 h), es apropiada su comparación con el esquema de circulación generado para los meses de verano con los modelos numéricos de Caballero Rosas (1990) y Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003 (Figs. 2a y 2b), debido a que las observaciones *in situ* de la corriente fueron colectadas cuando aparentemente las condiciones oceanográficas características de la circulación de esa temporada (verano) están completamente desarrolladas. Además, en general esas trayectorias mostraron una tendencia similar a derivar simultáneamente hacia el norte en los diferentes

días de julio y agosto en que fueron colectadas (Fig. 1 y Tabla 1).

En general, la magnitud de las velocidades medias obtenidas de las series temporales de velocidad generadas de las trayectorias de las boyas, resultaron ser de la misma magnitud que las obtenidas con el modelo numérico de Caballero Rosas (1990). Además las velocidades medias, de las trayectorias de las boyas son aproximadamente similares en dirección al esquema de circulación local generado por Caballero Rosas (1990), el cual muestra una teleconexión con la circulación de macroescala generada por el efecto del viento sobre la plataforma occidental del Golfo de México, y la cual se efectúa de la siguiente manera para la temporada de verano, con un flujo dominante dirigiéndose de sur a norte (Sturges, 1993; Zavala Hidalgo *et al.*, 2003).

## CONCLUSIONES

La componente de velocidad  $\langle v \rangle$  presentó magnitudes mayores a las de la componente  $\langle u \rangle$ . La dirección predominante de la corriente fue en dirección sur-norte, coincidiendo con el esquema de circulación generado para un régimen de vientos del este, característicos del periodo de verano. Además, las elipses de mareas calculadas para una trayectoria de boya, también se orientaron en dirección sur-norte, el 98% de la varianza del análisis armónico queda definido para las elipses de marea, y dada la longitud temporal de todas

las trayectorias de las boyas presentadas en este trabajo, es probable que esta componente de la circulación sea más importante en la generación de corrientes en el PNSAV. Pero el espectro espacio-temporal de esas componentes de la circulación marina no se puede definir con la longitud temporal de las series de velocidad generadas de las trayectorias de las boyas. Por lo tanto es incierto definir que componente de la circulación (marea o viento) es la que domina los movimientos del agua en esta área de estudio.

## CONSIDERACIONES FINALES

Se recomienda incrementar el número de trayectorias lagrangeanas y ampliar su cobertura temporal a más de 24 h; para poder construir mapas eulerianos de la corriente media la cual podría estar asociada al forzamiento del viento, y para calcular las elipses de marea de las componentes semidiurna ( $M_2$ ) y diurna ( $K_1$ ).

La corriente generada por el viento solamente ha sido investigada en el PNSAV mediante un modelo numérico, cuyos resultados no fueron del todo corroborados por observaciones *in-situ*. Las corrientes de marea en esta región no se han medido con observaciones *in-situ*, por lo tanto, también se desconoce su magnitud, dirección y distribución espacial en la zona.

## AGRADECIMIENTOS

La obtención de estas observaciones fue financiada por los proyectos PROMEP UV-PTC-98, Niños y Crías, A.C., por lo tanto se agradece su apoyo. También se agradece el apoyo del Acuario de Veracruz, quien facilitó por medio del proyecto GEBSAV su embarcación.

## LITERATURA CITADA

- Caballero Rosas, A., 1990. Modelación hidrodinámica numérica de la circulación por viento en la zona costera del Puerto de Veracruz y sus proximidades. Tesis Maestría Instituto de Ingeniería, Universidad de Veracruzana. México. 62 p.
- Davis, R.E., J.E. Dufour, G.J. Parks, y M.R. Perkins, 1982. Two inexpensive current-following drifters. SIO references 82-28, Scripps Institution of Oceanography, UCSD, La Jolla, California. 54 p.
- Emery, W.J., y R.E. Thomson. 1998. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Pergamon Press, England. 634 p.
- Garmin, 1998. Manual de Referencia del GPS II plus. Taiwán, 104 p.
- Godin, G., 1988. Tides. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México, 290 p.
- Gutiérrez de Velasco, G., y C.D. Winant, 1996. Seasonal patterns of wind stress and wind stress curl over the Gulf of Mexico. *J. Geophys. Res.*, 101(C8): 18127-18140.
- Kundu, P.H., 1990. Fluid Mechanics. Academic Press. USA. 638 p.
- Pawlowicz, R., B. Beardsley, y S. Lentz, 2002. Classical Tidal Harmonic Analysis Including Error Estimates in MATLAB using T\_TIDE. *Computers and Geosciences*, 28:929-937.
- Salas de León, D.A., y M.A. Monreal Gómez, 1997. Mareas y circulación residual en el Golfo de México. *In: M. Lavín (Ed.). Contribución a la Oceanografía Física en México. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana*, 201-223.
- Salas Pérez, J., 1999. Estudio Lagrangeano de la Circulación Superficial de la Cuenca Argelina, Mar Mediterráneo Occidental. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. 177 p.
- Salas Pérez, J.J., y A. Cupul Magaña, 2005. Preliminary temporal and spatial patterns of marine circulation in Bahía de Banderas (México), derived from satellite and *in situ* measurements. *E-GNOSIS*, 3(3):1-25.
- Sturges, W., 1993. The annual cycle of the western boundary current in the Gulf of Mexico. *J. Geophys. Res.*, 98:18053-18068.
- Zavala Hidalgo, J., S.L. Morey, y J.J. O'Brien, 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high resolution numerical model. *J. Geophys. Res.*, 108(C12), 3389, doi:10.1029/2003JCO01879.

Velarde González, M.E., A. Martínez Villasis, y J.C. Gallardo del Ángel, 2007. Las aves del sistema arrecifal veracruzano, p. 27-50. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

3



# Las Aves del Sistema Arrecifal Veracruzano

BIRDS OF THE VERACRUZ REEF SYSTEM

*M.E. Velarde González\**, *A. Martínez Villasis* y *J.C. Gallardo del Ángel*

Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), por ser un importante puerto de altura y recibir, descargas ribereñas de las zonas agrícolas y urbanas de la región, es una de las regiones marinas de México en la cual se observa gran impacto humano. Esta área es muy importante, ornitológicamente hablando, debido a que en ella confluyen las cuatro rutas migratorias de aves de Norteamérica; es zona de reproducción de especies residentes; hay siete especies clasificadas bajo alguna categoría de protección; se encuentra una Región Prioritaria (RTP 123) y un Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA 150). Se han registrado 118 especies, pertenecientes a 13 órdenes y 34 familias. Estas especies representan el 11% de las que ocurren en México; el 30% son residentes reproductivas, 48% migratorias de invierno, 17% transitorias, 4% residentes no reproductivas y 1% residentes de verano. El 52% son terrestres, el 31% costeras y/o acuáticas, y el 17% marinas. En el SAV los hábitats acuáticos son los más amenazados por las presiones humanas (cambio de uso del suelo, contaminación, etc.), y las rapaces son el grupo con mayor número de especies bajo alguna categoría de protección. Las aves marinas más abundantes son *Pelecanus occidentalis* y *Larus atricilla*. Se reportan 19 especies que no habían sido previamente registradas para el SAV, aunque se sabe que ocurren en el Golfo de México. La curva de acumulación de especies indica que aún faltan muchas especies por registrar, ya que su tasa de incremento no ha disminuido y, en cambio, se ha incrementado en la temporada de migraciones de otoño. Es necesario implementar programas de educación ambiental con referencia a los recursos naturales de la región, con el fin de evitar el uso indebido, abuso y destrucción de los ambientes y las especies que ocurren en la zona.

## ABSTRACT

The Veracruz Reef System (VRS), situated close to an important commercial port and receiving river discharges containing diverse pollutants from important agricultural and urban areas, is one of the marine regions in México where important impacts are observed from human activities. The VRS is ornithologically very important because the four North American bird migration routes funnel into the area. It has numerous resident breeding species, seven species being under some protection category in the area, and there is one Priority Region (RTP 123) and one Area of Importance for the Conservation of Birds (AICA

\* e-mail: [enriqueta\\_velarde@yahoo.com.mx](mailto:enriqueta_velarde@yahoo.com.mx)

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

150). A total of 118 species have been reported in the area belonging to 13 orders and 34 families. These represent 11% of the Mexican total; 30% are breeding residents, 48% winter migrants, 17% transitory, 4% non breeding residents, and 1% summer residents. By habitat, 52% are land birds, 31% shorebirds or waterbirds, and 17% are seabirds. In the VRS, the aquatic habitats are the most threatened due to human pressures (habitat destruction, pollution, etc.), and raptors are the group with the most species under some protection category. The most abundant seabird species are *Pelecanus occidentalis* and *Larus atricilla*. We report 19 species not previously recorded in the VRS, although they have been reported elsewhere in the Gulf of México. The species accumulation curve has not stabilized; furthermore, its rate increased during the fall migration months, indicating that there are still many species to be registered in the area. It is important to implement environmental education programs in the area, in order to prevent negligent use, abuse and destruction of the habitats and species of the region.

## INTRODUCCIÓN

Las aves, a diferencia de cualquier otro grupo taxonómico, presentan una relación única con los ecosistemas. Particularmente, para el caso de los ecosistemas acuáticos, no se puede considerar que las aves forman parte de ellos y utilizan estos ecosistemas igual que lo hacen otros organismos que los habitan. A pesar de que muchas especies de aves son totalmente dependientes de los ecosistemas marinos y/o acuáticos para su existencia, en el sentido de que únicamente en ellos encuentran su alimento, todas las aves se reproducen en tierra y, con excepción de algunas pocas especies no voladoras, todas ellas pasan parte de su vida en el aire. Las aves están, por lo tanto, adaptadas al menos a dos ambientes, el acuático y al terrestre. Esto dificulta su clasificación ecológica y espacial; sin embargo, su clasificación taxonómica está bien establecida (AOU, 1998).

A pesar de las reducidas dimensiones del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), considerado a nivel global, las aves que lo habitan comprenden una amplia gama de formas y ocupan una gran variedad de nichos ecológicos. Entre ellas se encuentran desde aves marinas, mayormente oceánicas, como *Oceanites oceanicus* (pañño de Wilson) que pasa la mayor parte de su vida no reproductiva en alta mar, pasando por aves rapaces que se han especializado en una dieta de peces, como

*Pandion haliaetus* (gavilán pescador), hasta aves estrictamente terrestres como los Passeriformes, aves generalmente de pequeñas a medianas, que ocupan los ecosistemas terrestres en la zona costera y las islas del SAV.

Igualmente interesante es el gran número de especies de aves migratorias, de diversos grupos taxonómicos, que se encuentran en la zona, principalmente en otoño, ya que el SAV se ubica en una de las más importantes regiones de migración de aves del mundo. En ésta confluyen los cuatro corredores de migración de aves del continente americano, desde el Atlántico hasta el Pacífico, pasando por la región central de las grandes llanuras de Norteamérica y la de las enormes cadenas montañosas del oeste del continente.

Así, destaca que muchas especies de aves pequeñas, totalmente dependientes de la tierra, pueden cruzar grandes extensiones de zonas pelágicas durante sus migraciones. Sin dejar de mencionar que algunas aves marinas pueden cruzar el Océano Atlántico y desplazarse de África o Europa a las costas americanas. Así, la riqueza de especies de aves de esta región se potencializa, no sólo por la ubicación de la zona, sino por la enorme capacidad de movimiento de los individuos de este particular grupo taxonómico.

## ANTECEDENTES

El estado de Veracruz fue una de las primeras entidades en el país en ser exploradas ornitológicamente y probablemente en el que se han realizado más colectas de especímenes. Loetscher (1941) es un primer estudio, después del cual varios otros, y él mismo, agregan información de nuevas áreas (Wetmore, 1943; Davis, 1945; Lowery y Dalquest, 1951; Loetscher, 1955; Alcántara, 1993; Ortiz Pulido *et al.*, 1995; Cruz, 1999; Gallardo *et al.*, 2000; Valenzuela 2001; Gallardo *et al.*, 2004).

Recientemente Velarde *et al.* (en prensa) realizaron una recopilación de la información sobre las aves del Golfo de México publicada en los últimos 50 años; en este trabajo, se reporta que en el Golfo de México se han registrado 395 especies de aves. El trabajo más específico sobre la región es el de Gallardo (2003), donde se hace una descripción de la avifauna del SAV y sus áreas adyacentes. Sin embargo, en ese último trabajo las áreas adyacentes toman precedencia y la información referente a las aves marinas es escasa.

Por todo lo anterior, destaca que, a pesar de tener una historia relativamente larga de prospecciones ornitológicas, la información que se ha generado para las aves del SAV, del estado de Veracruz e, inclusive, de la región mexicana del

Golfo de México, es sorprendentemente escasa y se evidencia más en el grupo de las aves marinas y costeras. Es por ello, y por el particular enfoque de esta obra en la región del SAV, que en este capítulo se centra particularmente en estos grupos.

Con base en lo antes expuesto, el presente trabajo persigue, de manera general, analizar el estado del conocimiento de las aves en el SAV, determinar los huecos en el conocimiento y el grado de avance en las investigaciones realizadas, como una herramienta para poder hacer recomendaciones para futuras investigaciones y para el manejo de las especies de este grupo taxonómico.

En lo particular, se persigue contar con un diagnóstico del estado del conocimiento de las aves del SAV; generar un listado de las especies de aves registradas hasta ahora en la región; caracterizar a la comunidad de aves del SAV de acuerdo a: estacionalidad, tipo de dieta y hábitat que ocupan, y estatus de conservación; y hacer un análisis preliminar (de composición y de densidades) de las especies de aves (principalmente las marinas y costeras) que ocupan el SAV, ya sea como residentes, así como las migratorias y ocasionales.

## ÁREA DE ESTUDIO

México tiene un extenso litoral y un gran número de islas; debido a sus características oceanográficas, en el Golfo de México predominan las islas originadas a partir de arrecifes coralinos. En las aguas mexicanas del Golfo de México existen 25 islas que se encuentran asociadas a plataformas arrecifales emergentes; por su origen, la mayoría de estas islas constituyen cayos bajos y arenosos. Este tipo de islas se caracterizan por ser paulatinamente colonizadas por especies de plantas y animales provenientes de las zonas continentales aledañas, y cuyo número está estrechamente ligado al tamaño de cada isla y su distancia al continente. El dinamismo de las condiciones de las islas las hace extremadamente fluctuantes.

Por ejemplo, en un lapso de aproximadamente 80 años, las islas de arrecife Alacrán han cambiado de forma, tamaño, y composición de su comunidad vegetal (Bonet y Rzedowski, 1962; Flores, 1984). Para el caso de las islas del Golfo de México, no existen estudios similares que nos indiquen el grado de modificación que han tenido sus islas en estos aspectos, aunque puede suponerse que no es muy diferente.

Es muy importante mencionar que el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es la zona coralina junto a la ciudad costera más grande de México (INEGI, 2005). Como resultado, por él navegan buques de gran calado, algunos de los cuales se han impactado contra los arrecifes causando da-



ños. En la zona, aunque no esta bien documentado, existen múltiples factores que generan un impacto negativo, como descargas municipales, industriales y agropecuarias de los centros urbanos adyacentes y cercanos, así como también el vertimiento de contaminantes y sedimentos terrígenos provenientes de las cuencas hidrológicas, y actividades portuarias del área que provocan la resuspensión de sedimentos finos y, adicionalmente, eventuales derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas.

Las islas del Golfo de México han sido severamente perturbadas como resultado del desarrollo industrial, la introducción de especies exóticas, la explotación inadecuada de sus recursos naturales, el desarrollo urbano, la contaminación y el turismo incontrolado. Por ello, menos de la mitad de ellas (44%) tienen vegetación nativa (Tunnell, 2007). Son diversas las causas que han contribuido al alto grado de perturbación que presentan las islas del Golfo de México y, particularmente las del SAV.

Uno de estos factores es el histórico, ya que estas islas y las del Caribe, fueron las primeras en ser exploradas por los colonizadores europeos, así como son las que han presentado mayor cantidad de indicios de una cultura compleja de la época prehispánica, como lo muestran los registros de islas como Jaina y Sacrificios. Otro factor importante en el grado de perturbación que presentan los diferentes grupos insulares se debe a la facilidad de acceso y de supervivencia que ofrecen a la especie humana.

La facilidad de acceso y presencia humana en las islas del Golfo de México y Caribe es el más alto entre las islas mexicanas. Por ello, el grado de perturbación ha sido muy alto y, actualmente,

no sabemos mucho de lo que existió en ellas originalmente. La introducción de especies exóticas a las islas por el hombre ha tenido un efecto devastador en las biotas insulares de todo el mundo. De las extinciones de especies registradas en islas en los últimos 400 años, más del 85% han ocurrido como resultado de la introducción de especies exóticas por el hombre. En el caso de las islas del SAV, es probable que cerca del 100% de las especies de plantas y animales que actualmente las habitan sean introducidas.

Debido al grado de perturbación que la zona presenta, y por la importancia de la misma para muchos grupos taxonómicos, parte de la región ha sido declarada Área Natural Protegida por el gobierno federal. Además, la región también ha sido declarada Área de Importancia para la Conservación de las Aves, categoría oficial de los organismos gubernamentales responsables del medio ambiente (Arizmendi y Márquez, 2000).

En si el área protegida conocida como Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PN-SAV) tiene una superficie de 2,238 ha (DOF, 1992) y se encuentra ubicado frente a las costas centrales del estado de Veracruz, frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado. Consiste en 23 arrecifes divididos en forma natural en dos grupos, uno más norteño, frente al puerto de Veracruz y uno más sureño, frente a punta Antón Lizardo (Gutiérrez *et al.*, 1993).

En este estudio, se incluye a la totalidad de la zona marina del PNSAV como zona de estudio, así como también la región que no está considerada dentro de la zona protegida, entre el puerto de Veracruz y Antón Lizardo, que se encuentra en la bahía Jamapa, situada frente a las costas de Boca del Río (Fig. 1).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró un listado de las especies, el cual fue ordenado taxonómicamente (AOU, 1998; 2000); los nombres en Castellano son los propuestos por Escalante *et al.* (1996). Para determinar algunas de las características de la comunidad de aves en la zona de estudio se utilizaron los criterios de hábitat, estacionalidad, dieta y estatus de

conservación. Para fines del trabajo se incluyó a las especies en tres categorías de hábitat: 1) Aves marinas, 2) Aves costeras y/o acuáticas, y 3) Aves terrestres.

Se consideran como aves marinas aquellas que se encuentran perfectamente adaptadas a la vida en mar abierto y que no pueden sobrevivir lejos

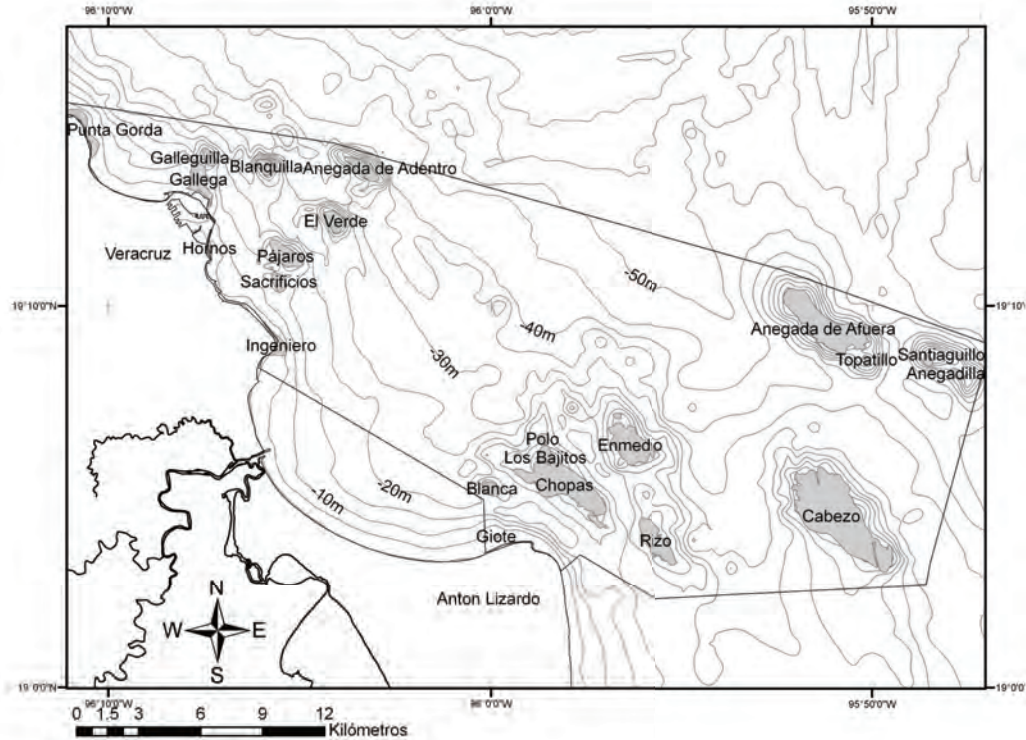


Figura 1. El Área Natural Protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Tomado de Ortiz *et al.*, 2007).

de este ambiente; habitan la región aérea inmediatamente superior a la zona marina nerítica y su interfase, así como la región costera, en donde en ocasiones se les ve descansar. Estas especies anidan generalmente en islas, o en áreas de la costa, relativamente aisladas y poco accesibles a depredadores terrestres. Debido a su forma de alimentación, este grupo se encuentra estrechamente ligado a la comunidad pelágica. Su alimento proviene esencialmente, de cadenas tróficas basadas en las diatomeas y algas café del estrato fótico del mar. Harrison (1983) incluye dentro de este grupo a las especies de las siguientes familias: Gaviidae, Podicipedidae, Diomedecidae, Procellariidae, Hydrobatidae, Pelicanidae, Phaetonidae, Sulidae, Phalacrocoracidae, Fregatidae, Laridae.

Se consideran como aves costeras y/o acuáticas aquellas asociadas a la zona costera, ya sea que se alimenten de organismos provenientes del ecosistema marino, ecosistemas lacustres o ribereños, o su interfase, como son las lagunas costeras, manglares y marismas. Ocasionalmen-

te, algunas de estas especies también pueden alimentarse de organismos terrestres, como invertebrados terrestres. Dentro de este grupo se encuentran las especies de las siguientes familias: Anatidae, Ardeidae, Threskeornithidae, Charadriidae y Scolopacidae (Hayman *et al.*, 1986).

Se consideran como aves terrestres como todas aquellas que dependen de forma básica de organismos terrestres para su alimentación, aún cuando ocupen un hábitat costero o acuático; y también se consideran dentro de este grupo a las especies de aves terrestres que ocupan las islas. Estas son las especies de las familias restantes.

Se hizo una clasificación de las especies también de acuerdo a su estatus migratorio o estacionalidad. Siguiendo la clasificación propuesta por Howell y Webb (1995) las especies se dividieron en las siguientes categorías:

- Residente Reproductiva (RR), es toda especie que se encuentra de forma permanente en la región, ya sean los mismos individuos o diferentes individuos de la misma especie;

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Residente No Reproductiva (NR), es toda especie que se encuentra de forma permanente en la región, pero que no se reproduce dentro del SAV (generalmente estas son especies de aves marinas que, por su forma particular de anidación colonial, se reproducen en el Golfo de México, pero fuera del SAV);
- Visitante de Invierno (VI), es toda especie que sólo ocurre en la zona durante esta estación;
- Transitoria (Tr), es toda especie que ocurre en el SAV en ciertas épocas del año, durante su migración, ya sea en primavera o en otoño.

Las especies también fueron clasificadas de acuerdo a su tipo de dieta. La clasificación aquí propuesta se adecua con base en aquellas propuestas por Ehrlich *et al.* (1988), Arizmendi *et al.* (1990), Ortiz Pulido *et al.* (1995) y Gallardo (2003). Las dietas se dividieron en las siguientes categorías:

- Peces (ya sea en cuerpos de agua marina, salobre o dulce);
- Vegetación acuática (se refiere a plantas vasculares acuáticas);
- Invertebrados (dentro de esta categoría se incluyen tanto invertebrados marinos y acuáticos, así como también insectos y otros invertebrados terrestres, aunque no significa que una especie de ave consuma toda clase de invertebrados);
- Vertebrados (se refiere exclusivamente a vertebrados terrestres);
- Frutas (se refiere a cualquier tipo de frutos de especies de plantas terrestres);
- Semillas (son cualquier tipo de granos y semillas de especies de plantas terrestres);
- Néctar y savia (néctar de flores y savia de los troncos de plantas terrestres);
- Carroña (se refiere a cualquier tipo de cadáver en diferentes grados de descomposición, generalmente se trata de vertebrados terrestres aunque, de forma ocasional, también puede haber consumo de cadáveres de peces en las costas).

Las categorías de riesgo que se tomaron en consideración para este trabajo son las asignadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), en la Norma Oficial Mexicana NOM 059-ECOL-2002, por considerar que son las más apegadas al estatus de riesgo de las especies en territorio mexicano, aunque la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, o IUCN por sus siglas en inglés), puede considerar otras especies u otras categorías para las mismas especies, ya que esta organización considera el estatus de conservación a nivel mundial.

El listado de aves que aquí presentamos (Anexo 1) se deriva de fuentes bibliográficas y registros de campo realizados durante las diversas etapas de desarrollo del proyecto, o en forma independiente por los autores de este trabajo. Con base en una revisión bibliográfica exhaustiva, que se realizó de la literatura de los últimos 50 años, referente a aves del Golfo de México (Velarde *et al.*, en prensa), se determinaron los registros referentes exclusivamente al SAV y se produjo el listado de especies que se presenta en el Anexo 1.

También se recopiló información referente al estatus migratorio o estacionalidad de la especie en la región, al tipo de hábitat que cada especie ocupa, su dieta principal, así como su estatus de conservación, de acuerdo a las leyes mexicanas y a listados internacionales. En el caso de algunas aves marinas y costeras, y con base en censos en la región marina, también se determinó su densidad en el SAV, tanto en forma global como, para el caso de las especies más abundantes, en forma individual.

El estatus migratorio o estacionalidad nos indica el periodo del año en el cual la especie puede encontrarse en el área. Los criterios fueron los considerados por Howell y Webb (1995), a menos de que se hayan encontrado diferencias con respecto a lo indicado por ellos. Todas las categorías se indican y definen en la tabla correspondiente.

El tipo de hábitat que se indica para cada especie nos muestra el ambiente en donde más frecuentemente fue observada la especie, así como otros ambientes en donde la especie puede ocurrir, de

acuerdo a la literatura. El tipo de alimento indica las preferencias alimenticias de las especies de aves, aunque no significa que consuman exclusivamente cierto tipo de alimento, ya que pueden utilizar otro tipo de recursos en forma ocasional, o bien, en alguna otra región de su distribución o en algún otro momento del año.

Los métodos de campo consistieron en hacer recorridos en lancha en la región del SAV, realizando transectos para determinar presencia y abundancia de las diferentes especies de aves en la zona. El método de transectos para el registro de aves, consistió en hacer recorridos en lancha con motor fuera de borda, siguiendo una ruta determinada y anotando todas las aves que se avistaran en una franja de 300 m al frente y a ambos lados de la embarcación.

Este método está basado en el propuesto por varios autores, solo que el ángulo de observación se hace de 180° frente al observador, en vez de 90° (Tasker *et al.*, 1984; Gould y Forsell, 1989). De esta forma resulta un transecto de 600 m de ancho y del largo del recorrido realizado, de tal forma que por cada milla marina recorrida, se cubre un área de 1.08 km<sup>2</sup>.

La densidad de cada una de las especies de aves se calcula con base en la superficie de mar cubierta durante el recorrido y el número de individuos de cada especie registrados en ese lapso (No. de individuos de cada especie/la superficie de mar registrada) lo cual da el total de individuos por km<sup>2</sup>.

Para el caso de estas observaciones, también se elaboró una curva de acumulación de especies, de acuerdo con Sutherland (2000) y Moreno (2001). Las densidades se calcularon separadamente por temporada: lluvias (de julio a octubre) y nortes de noviembre a febrero).

Las observaciones e identificación de las especies de aves se llevó a cabo a simple vista y/o con ayuda de varios binoculares con los siguientes aumentos: 8x40 (Minolta), 10x42 (Minox), 10x40 (Leitz) y telescopio 20x65 (Bushnell). Las guías de aves usadas para la identificación de especies con las que los observadores no estaban familiarizados fueron Harrison (1983), Kaufman (1990), Peterson y Chalif (1994), Howell y Webb (1995), Edwards (1998), Dickson (1999), Sibley (2000).

## RESULTADOS

Los resultados los presentamos en los siguientes formatos: en el Anexo 1, se presenta la lista total de especies que se han registrado en el SAV, tanto las mencionadas en la literatura, como las de nuevo registro durante nuestros recorridos. El listado de especies que se han registrado durante las prospecciones marinas se presenta en el Anexo 2 que representa un subconjunto de las especies enlistadas en el Anexo 1.

La densidad de las especies más comunes registradas en la región marina se presenta en la Tabla 1, así como también la densidad global de todas las especies registradas durante las prospecciones marinas. En las figuras se presenta la información condensada por categorías.

**Tabla 1.** Densidad de especies avistadas en la región marina del SAV (ind/km<sup>2</sup>).

Especie	Jul/Oct	Nov/Feb	Promedio
	Lluvias	Nortes	
<i>P. occidentalis</i>	5.12	3.39	4.26
<i>F. magnificens</i>	1.50	0.05	0.77
<i>L. atricilla</i>	2.59	2.98	2.78
<i>S. sadricensis</i>	3.80	3.89	3.84
<i>S. maxima</i>	0.34	0.79	0.57
<i>S. hirundo</i>	0.11	0.15	0.30
<i>C. niger</i>	8.05	3.53	5.79
Global (56 especies)	25.63	31.66	28.64

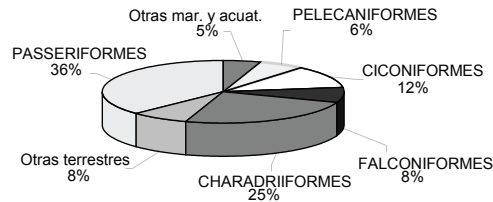
**RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN  
BIBLIOGRÁFICA**

El total de especies de aves registradas hasta ahora en el SAV es de 118 (Anexo 1), lo cual representa el 30% del total de 395 especies de aves que hasta ahora sabemos que ocurren en el Golfo de México (Velarde *et al.*, en prensa). Esta es una alta proporción si tenemos en cuenta las pequeñas dimensiones de esta zona y, a la vez, evidencia la importancia del área. En la figura 2 se muestra la proporción del número de especies en cada Orden y Familia de aves del SAV.

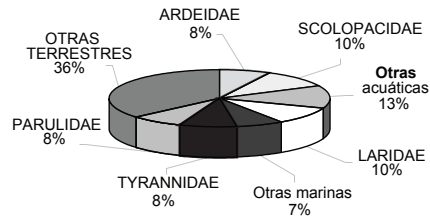
Los órdenes con mayor número de especies son: Passeriformes con 44 especies (36%): estas son principalmente especies presentes en las lagunas costeras, manglares y zonas de dunas, Charadriiformes con 29 (25%): principalmente aves playeras, gaviotas y charranes, Ciconiformes con 14 (12%): principalmente garzas, Pelecaniformes con 7 (6%): cormoranes, bobos y pelicano, Falconiformes con 9 (8%): gavilán pescador y aguililla negra (que se alimentan casi exclusivamente de peces e invertebrados acuáticos, respectivamente) y tres halcones. El resto de las especies se encuentra agrupado en dos categorías: otras aves terrestres, con 9 (8%) y otras aves marinas y acuáticas con 6 especies (5%).

No sorprende que las familias con mayor número de especies sean de aves marinas: Laridae, gaviotas y charranes, con 12 (10%) y de aves playeras: Scolopacidae, principalmente playeritos y zarapitos, con 12 (10%). A éstas le sigue una de aves terrestres, Tyrannidae, principalmente mosqueros, con 10 (8%), y se trata de especies que se alimentan de los insectos de la zona costera, manglares y dunas. Después sigue Ardeidae, en la cual se encuentran agrupadas las garzas y otras especies similares que habitan las zonas costeras y acuáticas, y Parulidae (chípes), que está integrada por aves terrestres, principalmente insectívoras, que también habitan las zonas costera y acuática, con nueve especies (8%) cada una. El resto se dividió en tres categorías: otras especies terrestres, con 45 (36%), otras especies de aves costeras y acuáticas 13 (13%), y otras especies de aves marinas 8 (7%).

a) Proporción de especies de aves del SAV por Orden



b) Proporción de especies de aves del SAV por Familia



**Figura 2.** Proporción de especies de aves del SAV. a) Orden y b) Familia.

De acuerdo al tipo de hábitat que ocupan, las aves del SAV se encuentran representadas en las siguientes categorías y proporciones: por familias (Fig. 3a), el 18% son marinas, el 24% son costeras y/o acuáticas, y el 58% terrestres; por especie (Fig. 3b) los porcentajes son: 17%, 31% y 52% respectivamente.

La preponderancia de especies terrestres, evidente tanto en la figura 2 como en la figura 3, se debe a que esta región forma parte del Corredor Migratorio del Este por el cual, y en virtud de la conformación de Norteamérica, confluyen las especies migratorias del Este del Continente Americano y un gran número de especies del centro y oeste de Norteamérica, en su paso hacia el sur del continente, constituyendo esta región un verdadero “cuello de botella” continental.

En la figura 4a, se observa que, de las aves marinas, el 20% son residentes reproductivas, el 25% son residentes no reproductivas (esta categoría sólo existe para las aves marinas, por las razones expuestas en la metodología de este capítulo), El 40% son visitantes de invierno y el 15% son transitorias; para el caso de las aves costeras y acuáticas (Fig. 4b), el 28% son residentes reproductivas, 66% son visitantes de invierno y 6% son transitorias; en el caso de las aves terrestres

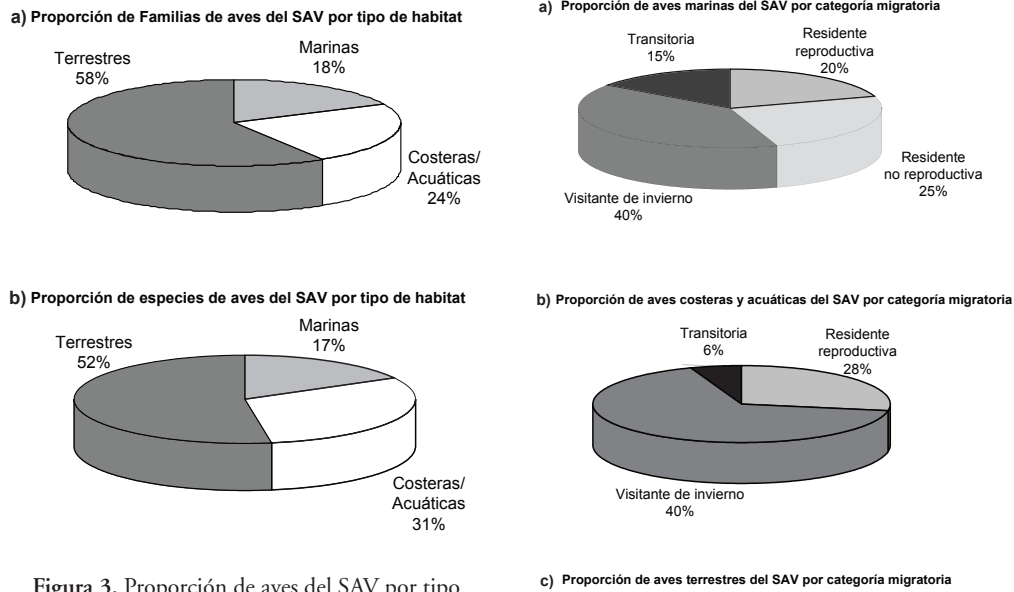


Figura 3. Proporción de aves del SAV por tipo de habitat. a) Familias y b) Especies.

(Fig. 4c) los porcentajes de estas últimas tres categorías son: 34%, 40% y 24%, respectivamente y para este grupo se agrega una nueva categoría, la de Residente de Verano que corresponde a una única especie, *Progne chalybea* (golondrina acerada), que sólo llega a la región en verano para reproducirse (2%).

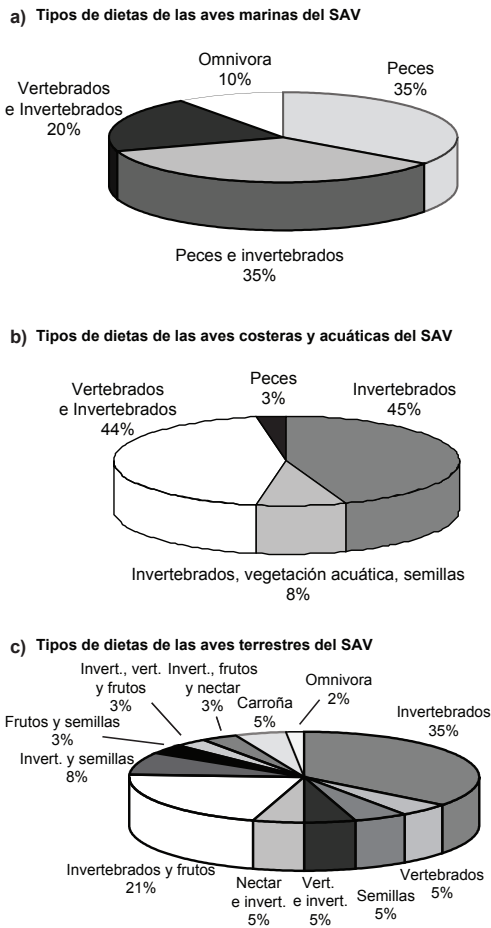
De esta figura nos es fácil observar que si consideramos tanto a las especies migratorias y las que llegan a la región para pasar el invierno juntas constituyen más de la mitad de las especies de la región. De ahí la importancia de la zona como área de alimentación, descanso e invernación de muchas especies de aves, las cuales no se reproducen en la región, pero sí constituyen parte de la diversidad de especies de este grupo taxonómico.

De acuerdo al tipo de dieta que presentan, se encontró que la mayoría de las aves del SAV tienen una dieta diversa. Por ello se tomó la decisión de representar los resultados de este análisis en forma de categorías múltiples, que reflejaran más precisamente esta multiplicidad. Así se observa que la gran mayoría de las aves marinas se alimentan de peces, y una alta proporción de los playeros se alimentan de invertebrados marinos, sin que esto quiera decir que su dieta está constituida exclusivamente por estas categorías de ali-

Figura 4. Proporción de aves SAV por categoría migratoria. a) Marinas, b) Costeras y acuáticas y c) Terrestres.

mento; mientras que las aves terrestres presentan una muy amplia gama de alimentos consumidos. Por la forma en la que se catalogan las dietas se prefirió mostrarlas por categorías combinadas, cuando se vio que era conveniente (Fig. 5).

Es importante mencionar que la mayoría de las especies marinas, por ser depredadores tope, son más susceptibles a la acumulación de sustancias tóxicas, derivadas de pesticidas y otros químicos sintetizados por el hombre. Así, entre las especies que se presentan en el Anexo 1 bajo alguna categoría de protección, el 22% son marinas, 45% son rapaces terrestres (Falconidae) y 33% son costeras y/o acuáticas (Ardeidae y Accipitridae, ésta última con la especie *Buteogallus anthracinus*, considerada dentro de este grupo por alimentarse básicamente de organismos acuáticos. Lo mismo ocurre con otras especies depredadoras, como son rapaces y varias especies de aves acuáticas, como las garzas.



**Figura 5.** Tipos de dietas de las aves SAV.  
a) Marinas, b) Costeras y acuáticas  
y, c) Terrestres.

Con respecto a las especies que se encuentran clasificadas bajo alguna categoría de riesgo, tenemos seis que están bajo la categoría de “Protección Especial” (Pr) y una como “Amenazada” (A). Esto representa un 6% del total de las especies del SAV. Todas las especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección están asociadas a hábitats marinos y/o acuáticos. Estas son dos especies marinas: *Pelecanus occidentalis* (pelicano pardo) y *Sterna antillarum* (charrán mínimo), dos acuáticas: *Ardea herodias* (garza morena) y *Egretta rufescens* (garza rojiza), y cuatro rapaces: el *Chondrohierax uncinatus* (gavilán pico gancho), el *Buteogallus anthracinus* (aguillilla negra menor), *Falco femoralis* (halcón aplomado) y *Falco peregrinus* (halcón peregrino). Todas las especies de rapaces están asociadas a hábitats acuáticos y/o marinos.

Bajo la categoría de “Amenazada” tenemos a la única ave terrestre dentro de este grupo de aves bajo alguna categoría de riesgo: *Passerculus sandwichensis* (gorrión sabanero).

En particular el pelicano pardo ha sido incluido en la categoría de protección porque ha sido susceptible a la contaminación por organoclorados, lo cual ocasionó una baja en sus poblaciones debido a que estas sustancias interfieren con el metabolismo del calcio, ocasionando que las aves pongan huevos con el cascarón blando, lo cual provoca que se rompan cuando se echan a incubarlos. En el caso del charrán mínimo, el problema ha sido la pérdida de hábitat adecuado para anidar, a causa del desarrollo de zonas turísticas y habitacionales en áreas antiguas de anidación de esta especie (Velarde, 2000). Las garzas morena y rojiza han sido incluidas en esta categoría debido a lo bajo de sus poblaciones por efecto de la destrucción de su hábitat, su cacería y el efecto negativo de los pesticidas en sus poblaciones (López Ornat, 2000).

En el caso de las rapaces, el principal motivo para tenerlas en la lista de especies en riesgo es por su susceptibilidad a los organoclorados, que aun se usan en México (a pasar de que en otros países ya han sido prohibidos, por su alto grado de contaminación), la escasez de sitios para anidar y la captura ilegal de juveniles y adultos para cetrería y mascotas (Iñigo Elías, 2000). También hay una ave terrestre enlistada bajo la categoría de “Amenazado”, que es *Passerculus sandwichensis* (gorrión sabanero) (SEMARNAT, 2002).

## RESULTADOS DE TRABAJO DE CAMPO

En el Anexo 2 podemos apreciar que el total de especies avistadas entre febrero y noviembre de 2006 durante los censos en la zona marina es de 56, y se encuentran divididas en ocho órdenes, 19 familias y 40 géneros. Por el número de especies que los componen, los órdenes que se encuentran mejor representados son: Charadriiformes con 14 especies (31%), dentro de las cuales tenemos principalmente charranes y gaviotas, Ciconiiformes con 12 especies (21%), que reúnen principalmente garzas, Falconiformes con ocho especies (14%), Pelecaniiformes con cinco es-

pecies (9%), donde se encuentran cormoranes, pelícano y fragata, y Passeriformes con nueve especies representadas (16%), principalmente golondrinas. Los tres órdenes restantes presentan sólo de una a tres especies cada uno, las cuales representan, únicamente, del 1.8 al 5.4% (Fig. 6). De estos Órdenes tenemos que dos corresponden a aves acuáticas: Anseriformes (con tres especies) y Coraciiformes (con una especie), y uno a aves terrestres: Caprimulgiformes (con una especie).

En la figura 7 se muestra la curva de acumulación de especies que se obtuvo durante las primeras 18 visitas a la zona de estudio. La curva de acumulación de especies obtenida hasta ese momento presenta un crecimiento franco a partir de la salida número 10 (julio de 2006) que muestra un incremento en la tasa de crecimiento. Esto nos indica que aún estamos registrando nuevas especies, y el incremento en la tasa de crecimiento del último semestre se debe a que éstos se han llevado a cabo en coincidencia con la migración de otoño, por lo cual se espera que aún siga aumentando.

En cuanto a la densidad de aves en el SAV, la figura 8 presenta la estimada para las siete especies más comunes encontradas, así como una densidad global para todas las especies registradas en la zona marina durante las navegaciones realizadas. Las estimaciones de densidad se muestran por separado para la estación de secas, lluvias y nortes, así como los valores promedio para cada especie. El charrán negro, charrán de Sandwich y el pelicano pardo son las especies que han mostrado la mayor densidad promedio a lo largo del año (5.79, 3.84 y 4.26 ind/km<sup>2</sup>, respectivamente), con la mayor fluctuación para el charrán negro que va de 8 a 3.53 ind/km<sup>2</sup> entre la temporada de lluvias a la de nortes. Esto seguramente se debe a que su pico de migración ocurre a finales de la época de lluvias, momento en el que se registra en la región.

La fragata magnífica disminuyó su densidad notoriamente, mostrando una fluctuación de 1.50 a 0.05 ind/km<sup>2</sup>. Es posible que las fragatas comiencen a irse a las zonas de anidación en época de nortes, por lo cual su densidad en esta época sea mucho menor en la región del SAV. También

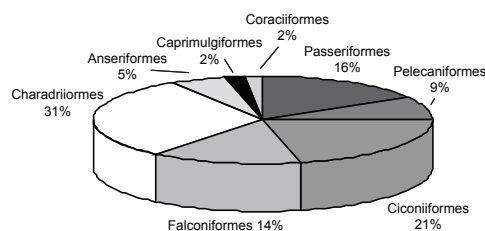


Figura 6. Proporción de especies de aves según su Orden, avistadas durante las prospecciones de 2006, en la zona marina y costera del SAV.

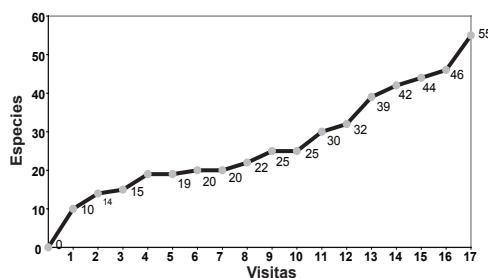


Figura 7. Curva de acumulación de especies de aves en la zona marina del SAV.

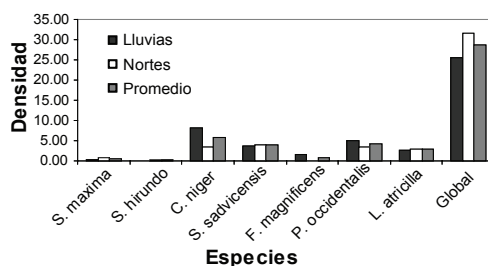


Figura 8. Densidad de aves en la región marina del SAV.

se nota que la densidad global de aves entre las dos temporadas estudiadas es bastante constante. Es posible que la densidad del conjunto de especies de aves del SAV sea dependiente de una cierta abundancia del alimento. Si el alimento es limitante y permite la presencia de sólo un cierto número o densidad de depredadores, entonces se favorecerá la estabilidad de estos consumidores en el ecosistema.

## NUEVOS REGISTROS

Durante los censos de aves en la región marina se han realizado nuevos registros para la región



de las siguientes especies: *Anas americana*, *Anas discors*, *Dendrocygna bicolor*, *Sula dactylatra*, *Sula leucogaster*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *Phalacrocorax auritus*, *Egretta tricolor*, *Bubulcus ibis*, *Platalea ajaja*, *Chondroieras uncinatus*, *Cyrus cyaneus*, *Caracara cheyway*,

*Falco femoralis*, *Himantopus mexicanus*, *Cblidonia niger*, *Progne subis*, *Tachycineta albilinea* y *Riparia riparia*. Aunque estas especies no habían sido reportadas anteriormente para la región del SAV, sí se encuentran reportadas para el Golfo de México.

## DISCUSIÓN

Tanto el número de especies, como su composición avifaunística, demuestran que el SAV es una zona de gran importancia para las aves. Desde hace varios años se ha reconocido este hecho, y la región ha sido incluida dentro de la lista de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves en México (AICAS) de Arizmendi y Marquez (2000).

Si bien las familias que cuentan con un mayor número de especies en la zona son aquellas de aves marinas y acuáticas, en su conjunto el mayor número de especies corresponde a las terrestres, resultado de una enorme afluencia de estas especies a la zona por la posición de ésta en el continente americano, y su importancia como región de migración para las aves de todo lo ancho de Norteamérica. Por ello mismo la proporción de especies de aves migratorias que llegan a la región, ya sea para pasar el invierno, o simplemente de paso, es proporcionalmente alto, y fluctúa entre el 55 y 72%, dependiendo del grupo de aves de que se trate (marinas, costeras y acuáticas o terrestres).

Aunque algunas aves presentan una relativa especialización en algún tipo de dieta, en general tanto las aves marinas, como las costeras y acuáticas, y las terrestres, presentan amplitud en su dieta, lo cual les permite un cierto ajuste al consumir los recursos que se presentan con mayor abundancia en un momento dado. Por su tipo de dieta, algunas especies que son depredadores tope de la red trófica, como son muchas especies marinas, acuáticas y rapaces, son particularmente susceptibles a la acumulación de pesticidas y, por lo tanto son afectadas en su supervivencia y reproducción. Por ello, más del 80% de las especies del SAV enlistadas en la Norma Oficial

de Especies en Riesgo (NOM 059-ECOL-2002) corresponden a estas categorías. Existen muchos y diversos factores de riesgo que enfrentan las aves que se encontraron en el SAV, como por ejemplo: la destrucción de su hábitat, cambios en las poblaciones de las especies de las que se alimentan o que las depredan, cacería y captura (legales e ilegales) por parte del hombre y, en el caso de especies migratorias, estos factores pueden afectarles tanto mientras se encuentran dentro del SAV, como en cualquier otro punto de su ruta migratoria.

La curva de acumulación de especies registradas en la zona marina muestra un franco incremento, indicando claramente algo que ya sabemos, y es que este hábitat ha sido poco estudiado y requiere un intenso trabajo de investigación. O, dicho de otra forma, estos resultados nos indican que apenas estamos comenzando a registrar las aves en la zona y que aún hay un gran número de especies que se podrán registrar en el futuro.

Los registros de densidad de las aves más comunes en la zona marina nos arrojan un valor promedio que fluctúa de 0.2 a 3 ind/km<sup>2</sup>. Sin embargo mientras que algunas especies presentan sus valores más altos en temporada de secas, otras lo tienen durante la temporada de lluvias. La densidad promedio global se presenta mucho más constante, ya que sólo fluctúa de 6 a 7 ind/km<sup>2</sup>. Esto parece indicar que, aunque los valores de presencia y densidad de cada especie pueden variar ampliamente, la densidad global de aves en la región se mantiene relativamente constante. Esto puede ser indicativo de un recambio de especies en la zona a lo largo del año y podría ser un reflejo, también, de la capacidad de carga del ecosistema.

## CONSIDERACIONES FINALES

Es importante tener en consideración varios puntos con relación a las especies de aves que aquí se trataron. Uno es que el conocimiento que se tiene de ellas es muy escaso y básico, y el otro es que son especies fuertemente afectadas por las actividades humanas. El estudio de este grupo y sus relaciones con el resto de las comunidades de las cuales forman parte es básico para poder tomar decisiones de manejo y establecer estrategias de conservación de estas especies y aquellas de las que se alimentan y de las cuales constituyen alimento. Las aves marinas, como depredadoras de peces e invertebrados marinos, pueden ser excelentes indicadores de la condición de las poblaciones de las especies de las cuales se alimentan (Velarde *et al.*, 2004). Si estas especies a su vez son de importancia comercial, la información obtenida tendrá una aplicación práctica directa en la administración de los recursos pesqueros. Por otro lado, las especies que sirven de alimento a otras pueden también darnos información sobre sus depredadores, tanto en cuanto a factores

ecológicos y temas de aplicación práctica, como también en cuanto a temas teóricos, pero que también podrían tener aplicación en la toma de decisiones de manejo de las especies de interés (Velarde, 1992; 1993).

Finalmente, el escaso conocimiento que el público en general, y algunos tomadores de decisiones en particular, tiene acerca de la importancia del papel que juegan las aves en el ecosistema va en detrimento de la posibilidad de establecer programas de conservación y protección de estas especies. Asimismo, la pérdida de valores culturales tradicionales, respecto a la naturaleza, y la falta de programas de educación ambiental, hacen que el ciudadano común desconozca, ignore e incluso deprede la fauna de forma inconsciente. Es de suma importancia conjugar programas de educación ambiental y la publicación de material de divulgación, con los programas de investigación, para que toda persona aprecie y valore la riqueza de los recursos que aún persisten en los mares mexicanos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Proyecto de los fondos sectoriales SEP-CONACYT para el desarrollo del trabajo de campo y el apoyo a estudiantes involucrados. Datos previos se obtuvieron con el apoyo del Proyecto SIGOLFO de CONACYT

(Gallardo 2003) entre los años de 2001 a 2003. Agradecemos a la Texas A&M University por el apoyo a estudiantes y para la realización de búsquedas bibliográficas y la selección, organización y análisis de la información bibliográfica.

## LITERATURA CITADA

- Alcántara C., J.L., 1993. Evaluación avifaunística de Veracruz: Un análisis de la distribución espacial para la conservación. Tesis de Maestría UNAM. México. 200 p.
- AOU (American Ornithologists' Union), 1998. Check-list of the North American Birds. 7th Ed. Allen Press, Lawrence, Kansas, USA. 879 p.
- AOU (American Ornithologists' Union), 2000. Forty-Second Supplement To The American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds. *The Auk*, 117:847-858.
- Arizmendi, M.C., y L. Marquez V., 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CONABIO. México, D.F., México. 440 p.
- Arizmendi, M.C, H. Berlanga, L. Márquez-Valdemar, L. Navarajo, y F. Ornelas, 1990. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. *Cuadernos Inst. Biol.*, 4:1-62.
- Bonet, F., y J. Rzedowski, 1962. La vegetación de las islas del Arrecife Alacranes, Yucatán (México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 6(1-4):15-59.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Cruz C., O.G., 1999. Aves del humedal de Alvarado, Veracruz, Características de la comunidad, importancia y conservación. Tesis Profesional Univ. Veracruzana. Córdoba. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 1992. . Tomo CDLXVII. No. 16. México, D. F., Lunes 24 de agosto de 1992. 6-16.
- Dickson, M.B., 1999. Field Guide to the Birds of North America. 3rd Ed. National Geographic Society. Washington, D.C. USA. 464 p.
- Davis, W.B., 1945. Notes on Veracruzian birds. *The Auk*, 62:272-286.
- Edwards, E.P., 1998. The birds of Mexico and adjacent areas. 3rd. Ed. Texas University Press. Texas, USA. 208 p.
- Ehrlich, P.R., D.S. Dobkin, y D. Wheye, 1988. The Birder's Handbook: a field guide to the natural history of North American Birds. Simon and Schuster. USA. 785 p.
- Escalante, P., A.M. Sada, y J. Robles Gil, 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. Sierra Madre/CONABIO, México, D.F., México. 32 p.
- Flores, J.S., 1984. Dinámica de emersión del suelo y sucesión de la vegetación en el Arrecife Alacranes del Canal de Yucatán. *Biótica*, 9(1):41-63.
- Gallardo Del Ángel, J.C., P. Rodríguez Torres y F. Mata Labrada, 2000. Reporte Preliminar de las Aves de la Isla de Sacrificios en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Resúmenes del 1er. Congr. Nal. Arrec. Coral. Veracruz. México. 47 p.
- Gallardo del Ángel, J.C., 2003. Estudio preliminar de la comunidad de aves del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y zonas adyacentes, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana. Xalapa. México. 57 p.
- Gallardo del A., J.C., E. Velarde G. y R. Arreola A., 2004. Las aves del Golfo de México y las áreas prioritarias para su conservación, p. 301-322. *In*: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Comps.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Vol. 1. SEMARNAT/INE/INECOL/ HRIGMS. México, D.F., México. 626 p.
- Gould, P.J., y D.J. Forsell. 1989. Techniques for Shipboard Census of Marine Birds. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington, D.C. USA. 22 p.
- Gutiérrez, D., C. García Saez, M. Lara, y C. Padilla, 1993. Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo, p. 787-806. *In*: S. Salazar-Vallejo, y N. E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO/CIQRO. México.
- Harrison, P., 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Co., USA. 448 p.
- Hayman, P., J. Marchant, y T. Prater. 1986. Shorebirds: An Identification Guide. Houghton Mifflin Company, Boston. 412 p.
- Howell, S.N.G., y S. Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. N.Y., USA. 851 p.
- INEGI, 2005. Censo General de Población y Vivienda 2000. [http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab\\_po04b&c=708&e=30](http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab_po04b&c=708&e=30).
- Íñigo-Elías, E., 2000. Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), p. 134-136. *In*: G. Cevallos y L. Márquez Valdelamar (Eds.). Las Aves de México en Peligro de Extinción. Fondo de Cultura Económica/UNAM/CONABIO. México, D.F., México. 430 p.
- Kaufman, K., 1990. Advanced Birding. Peterson Field Guide Series. Houghton Mifflin Co. Boston. USA. 299 p.
- Loetscher, F.W., 1941. Ornithology of the Mexican State of Veracruz, with an annotated list of birds. PhD Thesis, Cornell University. N.Y. USA.
- Loetscher, F. W., 1955. North American migrants in the state of Veracruz, Mexico: a summary. *The Auk*, 72:14-54.
- López Ornat, A., 2000. Orden Ciconiformes, p. 85-90. *In*: G. Cevallos y L. Márquez Valdelamar (Eds.). Las Aves de México en Peligro de Extinción. Fondo de Cultura Económica-UNAM-CONABIO. México, D.F., México. 430 p.

- Lowery, Jr., G.H., y W.W. Dalquest, 1951. Birds for the state of Veracruz, Mexico. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.*, 3(4):531-649.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza.
- Ortiz Lozano L., A. Granados Barba y I. Espejel, 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las implicaciones para su manejo, p. 275-286. *In: A. Granados Barba, L.G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.*
- Ortiz Pulido, R., G. H. Gómez de Silva, F. González García, y A. Álvarez A., 1995. Avifauna del Centro de Investigaciones Costeras “La Mancha”, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 65:87-118.
- Peterson, R. y E. L. Chalif. 1994. Aves de México: Guía de campo. Ed. Diana. México, D.F., México. 473 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Recursos Naturales), 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000, Protección ambiental-Especies de flora y fauna silvestres de México-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, miércoles 6 de marzo de 2002.
- Sibley, D.A., 2000. The Sibley Guide to Birds. Alfred A. Knopf, New York. USA. 544 p.
- Sutherland, W.J., 2000. The Conservation Handbook: research, management and policy. Blackwell Science Ltd. Great Britain. 278 p.
- Tasker, M., P. Hope Jones, T. Dixon, y B.F. Blake, 1984. Counting birds at sea from ships: a review of methods employed and suggestion for a standardized approach. *The Auk*, 101:567-577.
- Tunnell Jr., J.W., 2007. Island Biota, p. 119-125. *In: J.W. Tunnell, Jr. and E.A. Chavez (Eds.). Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico. Texas A&M University Press, College Station, Texas, USA. 194 p.*
- Valenzuela O., R.R., 2001. La avifauna de isla Verde, Veracruz, México. Tesis profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana, Xalapa. México. 34 p.
- Velarde, E., 1992. Predation of Heermann’s Gull (*Larus heermanni*) chicks by Yellow-footed Gulls (*Larus livens*) in dense and scattered nesting sites. *Colonial Waterbirds*, 15(1):8-13.
- Velarde, E., 1993. Predation of nesting larids by the Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) at Rasa Island, Gulf of California, México. *The Condor*, 95:706-708.
- Velarde, E., 2000. Charrán mínimo (*Sterna antillarum*), p. 166-168. *In: G. Ceballos y L. Márquez Valdemar (Eds.). Las Aves de México en Peligro de Extinción. Fondo de Cultura Económica-UNAM-CO-NABIO. México. 430 p.*
- Velarde, E., E. Ezcurra, M.A. Cisneros-Mata, y M.F. Lavín. 2004. Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecological Applications*, 14(2):607-615.
- Velarde, E., J.C. Gallardo, y V. Macías, en prensa. Aves: Birds of the Gulf of México. *In: D. Felder, D. Camp y J.W. Tunnell (Eds.). The Gulf of Mexico, Its Origin, Waters and Marine Life, Vol. III, Texas A& M University Press, Texas, USA.*
- Wetmore, A., 1943. The birds of southern Veracruz, Mexico. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 93(3164): 215-340.

**Anexo 1.** Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
<b>ORDEN ANSERIFORMES</b>					
<b>FAMILIA ANATIDAE</b>					
Subfamilia Dendrocygninae					
<i>Dendrocygna bicolor</i>	piñje canelo	RR	Ma,Ri,Mn	I,A,S	
Subfamilia Anatinae					
<i>Anas americana</i>	pato chalcuán	VI	Ma,Ri,Mn	I,A,S	
<i>Anas discors</i>	cerceta ala azul	VI	Ma,Ri,Mn	I,A,S	
<i>Mergus serrator</i>	mergo copetón	VI	Ma	V,I	
<b>ORDEN PROCELLARIIFORMES</b>					
<b>FAMILIA HYDROBATIDAE</b>					
<i>Oceanites oceanicus</i> <sup>1</sup>	pañño de Wilson	Tr	Ma	I	
<b>ORDEN PELECANIFORMES</b>					
<b>FAMILIA SULIDAE</b>					
<i>Sula dactylatra</i> <sup>2</sup>	bobo enmascarado	NR	Ma	P	
<i>Sula leucogaster</i> <sup>3</sup>	bobo café	NR	Ma	P	
<b>FAMILIA PELECANIDAE</b>					
<i>Pelecanus occidentalis</i>	pelicano pardo	NR	Ma	P	Pr
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	pelicano blanco	VI	Ma,Ri,Mn	P	
<b>FAMILIA PHALACROCORACIDAE</b>					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	cormorán olivaceo	RR	Ma,Ri,Mn	P	
<i>Phalacrocorax auritus</i>	cormorán orejudo	VI	Ma,Ri,Mn	P	
<b>FAMILIA FREGATIDAE</b>					
<i>Fregata magnificens</i>	fragata magnífica	NR	Ma	P	
<b>ORDEN CICONIIFORMES</b>					
<b>FAMILIA ARDEIDAE</b>					
<i>Ardea herodias</i>	garza morena	VI	Ma,Ri,Mn	V,I	Pr
<i>Ardea alba</i>	garza blanca	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Egretta thula</i>	garceta pie-dorado	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Egretta caerulea</i>	garceta azul	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Egretta tricolor</i>	garceta tricolor	VI	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Egretta rufescens</i>	garceta rojiza	VI	Ma,Ri	V,I	Pr
<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera	RR	Te,Ma	V,I	
<i>Butorides virescens</i>	garza verde	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Nyctanassa violacea</i>	pedrete corona-blanco	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	
<b>FAMILIA THRESKIORNITIDAE</b>					
Subfamilia Threskiornithinae					
<i>Eudocimus albus</i>	ibis blanco	VI	Ma,Ri,Mn	V,I	
<i>Plegadis chibi</i>	ibis cara-blanca	VI	Ma,Ri,Mn	V,I	
Subfamilia Plataleinae					
<i>Platalea ajaja</i> <sup>3</sup>	espatula rosada	VI	Ma,Ri,Mn	V,I	

Anexo 1 (Continuación). Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
FAMILIA CATHARTIDAE					
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote común	RR	Todos	C	
<i>Cathartes aura</i>	zopilota aura	RR,VI	Todos	C	
ORDEN FALCONIFORMES					
FAMILIA ACCIPITRIDAE					
Subfamilia Pandioninae					
<i>Pandion haliaetus</i>	gavilán pescador	VI	Ma,Ri,Mn	P	
Subfamilia Accipitrinae					
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavilán pico-gancho	RR	Te	V,I	
<i>Cyrus cyaneus</i>	gavilán rastrero	VI	Te	V	
<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla-negra menor	RR	Ma,Ri,Mn	V,I	Pr
FAMILIA FALCONIDAE					
Subfamilia Caracarinae					
<i>Caracara cheryway</i>	caracara quebrantahuesos	RR	Te	C	
Subfamilia Falconinae					
<i>Falco sparverius</i>	cernicalo americano	VI	Todos	V,I	
<i>Falco columbarius</i>	halcón esmerejon	VI	Todos	V	
<i>Falco femoralis</i>	halcón aplomado	RR	Te	V,I	A
<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	VI	Todos	V	Pr
ORDEN CHARADRIIFORMES					
FAMILIA CHARADRIIDAE					
Subfamilia Charadriinae					
<i>Pluvialis squatarola</i>	chorlo gris	VI	Ma,Ri	V,I	
<i>Charadrius alexandrinus</i>	chorlo nevado	VI	Ma	I	
<i>Charadrius wilsonia</i>	chorlo picogruoso	VI	Ma	I	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	chórlito semipalmeado	VI	Ma,Ri	I	

Categorías y sus abreviaturas					
<b>ESTACIONALIDAD</b>	Residente reproductivo	RR	<b>ALIMENTO</b>	Peces	P
	Residente no-reproductivo	NR		Vegetación acuática	A
	Residente de verano	RV		Invertebrados	I
	Visitante de invierno	VI		Vertebrados terrestres	V
	Transitorio	Tr		Frutas	F
<b>HÁBITAT</b>	Mar y costas	Ma	Semillas	S	
	Ríos, lagunas y pantanos	Ri	Néctar y savia	N	
	Manglares	Mn	Carroña	C	
	Terrestre	Te	Omnívora	O	
<b>CATEGORÍAS DE RIESGO SEGÚN LA NOM-059-ECOL</b>	Bajo protección especial	Pr	<sup>1</sup> Lowery y Newman 1954 <sup>2</sup> Registro AMV Isla de Enmedio <sup>3</sup> Registro AMV desde costa de Boca del Río AMV = Agni Martínez Villasis		
	Amenazada	A			

**Anexo 1 (Continuación).** Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
FAMILIA RECURVIROSTRIDAE					
<i>Himantopus mexicanus</i>	candelerero americano	RR	Ma,Ri,Mn	I	
FAMILIA SCOLOPACIDAE					
Subfamilia Scolopacinae					
<i>Tringa melanoleuca</i>	patamarilla mayor	VI	Ma,Ri	I	
<i>Tringa flavipes</i>	patamarilla menor	VI	Ma,Ri	I	
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	playero pihuiui	VI	Ma	V,I	
<i>Actitis macularius</i>	playerito alzacolita	VI	Ma,Ri,Mn	I	
<i>Numenius phaeopus</i>	zarapito trinador	VI	Ma	I	
<i>Numenius americanus</i>	zarapito pico largo	VI	Ma	I	
<i>Arenaria interpres</i>	vuelvepedras rojizo	VI	Ma	I	
<i>Calidris alba</i>	playerito correlon	VI	Ma,Ri	I	
<i>Calidris pusilla</i>	playero semipalmeado	Tr	Ma	I	
<i>Calidris minutilla</i>	playerito chichicuilote	VI	Ma,Ri	I	
<i>Calidris fuscicollis</i>	playero rabadilla blanca	Tr	Ma	I	
<i>Gallinago delicata</i>	agachona común	VI	Ma	I	
FAMILIA LARIDAE					
Subfamilia Larinae					
<i>Larus atricilla</i>	gaviota reidora	NR	Ma,Ri	P,I	
<i>Larus delawarensis</i> <sup>3</sup>	gaviota de pico anillado	VI	Ma,Ri	V,I	
<i>Larus pipixcan</i>	gaviota de franklin	Tr	Ma,Ri	O	
<i>Larus argentatus</i>	gaviota plateada	VI	Ma,Ri	O	
Subfamilia Sterninae					
<i>Sterna nilotica</i>	charrán picogruoso	RR	Ma,Ri	V,I	
<i>Sterna caspia</i>	charrán caspia	VI	Ma,Ri	P,I	
<i>Sterna maxima</i>	charrán real	VI	Ma,Ri	P,I	
<i>Sterna sandvicensis</i>	charrán de sandwich	VI	Ma,Ri	V,I	
<i>Sterna hirundo</i>	charrán común	NR	Ma,Ri	P,I	
<i>Sterna antillarum</i>	charrán mínimo	RR	Ma,Ri	P,I	Pr
<i>Chlidonias niger</i>	charrán negro	Tr	Ma	V,I	
Subfamilia Rynchopinae					
<i>Rynchops niger</i>	rayador americano	VI	Ma,Ri	P,I	
ORDEN COLUMBIFORMES					
FAMILIA COLUMBIDAE					
<i>Zenaida asiatica</i>	paloma ala blanca	Tr	Te	F,S	
<i>Zenaida macroura</i>	paloma huilota	Tr	Te	F,S	
<i>Columbina talpacoti</i>	tórtola rojiza	RR	Te	S	
ORDEN CUCULIFORMES					
FAMILIA CUCULIDAE					
Subfamilia Coccyzinae					
<i>Coccyzus americanus</i>	cuclillo pico amarillo	Tr	Te	I,F	

## Anexo 1 (Continuación). Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
ORDEN CAPRIMULGIFORMES					
FAMILIA CAPRIMULGIDAE					
Subfamilia Chordeilinae					
<i>Chordeiles minor</i>	chotacabra zumbon	VI	Te	I	
ORDEN APODIFORMES					
FAMILIA TROCHILIDAE					
Subfamilia Trochilinae					
<i>Amazilia yucatanensis</i>	colibrí yucateco	RR	Te	N,I	
<i>Archilochus colubris</i>	colibrí garganta rubi	VI	Te	N,I	
ORDEN CORACIIFORMES					
FAMILIA ALCEDINIDAE					
Subfamilia Cerylinae					
<i>Ceryle alcyon</i>	martín pescador norteño	VI	Todos	V	
ORDEN PICIFORMES					
FAMILIA PICIDAE					
Subfamilia Picinae					
<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero chejere	RR	Te	I,F	
<i>Sphyrapicus varius</i>	chupasavia maculado	VI	Te	I,N	
ORDEN PASSERIFORMES					
FAMILIA TYRANNIDAE					
Subfamilia Fluvicolinae					
<i>Contopus cooperi</i>	pibí boreal	Tr	Te	I,F	
<i>Contopus virens</i>	pibi oriental	Tr	Te	I,F	
<i>Empidonax flaviventris</i>	mosquero vientre amarillo	Tr	Te	I	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero cardenal	RR	Te	I	
<i>Myiarchus crinitus</i>	papamoscas viajero	Tr	Te	I,F	

Categorías y sus abreviaturas					
<b>ESTACIONALIDAD</b>	Residente reproductivo	RR	<b>ALIMENTO</b>	Peces	P
	Residente no-reproductivo	NR		Vegetación acuática	A
	Residente de verano	RV		Invertebrados	I
	Visitante de invierno	VI		Vertebrados terrestres	V
	Transitorio	Tr		Frutas	F
<b>HÁBITAT</b>	Mar y costas	Ma	Semillas	S	
	Ríos, lagunas y pantanos	Ri	Néctar y savia	N	
	Manglares	Mn	Carroña	C	
	Terrestre	Te	Omnívora	O	
<b>CATEGORÍAS DE RIESGO SEGÚN LA NOM-059-ECOL</b>	Bajo protección especial	Pr	<sup>1</sup> Lowery y Newman 1954		
	Amenazada	A	<sup>2</sup> Registro AMV Isla de Enmedio <sup>3</sup> Registro AMV desde costa de Boca del Río AMV = Agni Martínez Villasis		



**Anexo 1 (Continuación).** Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
<i>Pitangus sulphuratus</i>	luis bienteveo	RR	Te	I,F,V	
<i>Myiozetetes similis</i>	luis gregario	RR	Te	I,F	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	tirano tropical	RR	Te	I,F	
<i>Tyrannus tyrannus</i>	tirano dorso negro	Tr	Te	I,F	
<i>Tyrannus forficatus</i>	tirano tijereta rosado	VI,Tr	Te	I,F	
FAMILIA VIREONIDAE					
<i>Vireo gilvus</i>	vireo gorjeador	VI	Te	I,F	
FAMILIA CORVIDAE					
<i>Cyanocorax morio</i>	chara papán	RR	Te	I,F,V	
FAMILIA HIRUNDINIDAE					
Subfamilia Hirundininae					
<i>Progne subis</i> <sup>3</sup>	golondrina azul negra	Tr	Te	I	
<i>Progne chalybea</i>	golondrina acerada	RV	Te	I	
<i>Tachycineta albilinea</i>	golondrina manglera	RR	Te	I	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	golondrina aliaserrada	RR	Te	I	
<i>Riparia riparia</i>	golondrina ribereña	Tr	Te	I	
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	golondrina risquera	Tr	Te	I	
<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijereta	VI	Te	I	
FAMILIA TROGLODYTIDAE					
<i>Troglodytes aedon</i>	chivirín saltapared	VI	Te	I	
<i>Cistothorus palustris</i>	chivirín pantanero	VI	Te	I	
FAMILIA SYLVIIDAE					
Subfamilia Polioptilinae					
<i>Polioptila caerulea</i>	perlita azul gris	VI	Te	I	
FAMILIA TURDIDAE					
<i>Turdus grayi</i>	mirlo prado	RR	Te	I,F	
FAMILIA MIMIDAE					
<i>Dumetella carolinensis</i>	maullador gris	VI	Te	I,F	
FAMILIA PARULIDAE					
<i>Dendroica petechia</i>	chipe amarillo	RR,VI	Te	I	
<i>Dendroica pensylvanica</i>	chipe flanco castaño	Tr	Te	I	
<i>Dendroica virens</i>	chipe dorso verde	VI	Te	I	
<i>Mniotilta varia</i>	chipe trepador	VI	Te	I	
<i>Setophaga ruticilla</i>	chipe flameante	VI	Te	I	
<i>Oporornis philadelphia</i>	chipe enlutado	Tr	Te	I	
<i>Geothlypis trichas</i>	mascarita norteña	VI	Te	I	
<i>Wilsonia pusilla</i>	chipe coroninegro	VI	Te	I	
<i>Wilsonia canadensis</i>	chipe de collar	Tr	Te	I	
FAMILIA THRAUPIDAE					
<i>Thraupis abbas</i>	tangara ala amarilla	RR	Te	F,I	

**Anexo 1 (Continuación).** Listado de aves registradas en el SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Estacionalidad	Habitat	Alimentación	NOM 059
FAMILIA EMBERIZIDAE					
<i>Volatinia jacarina</i>	semillero brincador	RR	Te	S	
<i>Sporophila torqueola</i>	semillero de collar	RR	Te	S,I	
<i>Passerculus sandwichensis</i>	gorrión sabanero	VI	Te	S,I	
<i>Ammodramus savannarum</i>	gorrión chapulín	VI	Te	S,I	
<i>Melospiza lincolni</i>	gorrión de Lincoln	VI	Te	S,I	
FAMILIA CARDINALIDAE					
<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	VI	Te	S,I	
<i>Spiza americana</i>	arrocero americano	Tr	Te	S	
FAMILIA ICTERIDAE					
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mexicano	RR	Te	I,F,S	
<i>Icterus spurius</i>	bolsero castaño	VI	Te	F,I,N	
<i>Icterus galbula</i>	bolsero de baltimore	VI	Te	F,I,N	

Categorías y sus abreviaturas					
<b>ESTACIONALIDAD</b>	Residente reproductivo	RR	<b>ALIMENTO</b>	Peces	P
	Residente no-reproductivo	NR		Vegetación acuática	A
	Residente de verano	RV		Invertebrados	I
	Visitante de invierno	VI		Vertebrados terrestres	V
	Transitorio	Tr		Frutas	F
<b>HÁBITAT</b>	Mar y costas	Ma	Semillas	S	
	Ríos, lagunas y pantanos	Ri	Néctar y savia	N	
	Manglares	Mn	Carroña	C	
	Terrestre	Te	Omnívora	O	
<b>CATEGORÍAS DE RIESGO SEGÚN LA NOM-059-ECOL</b>	Bajo protección especial	Pr	<sup>1</sup> Lowery y Newman 1954		
	Amenazada	A	<sup>2</sup> Registro AMV Isla de Enmedio <sup>3</sup> Registro AMV desde costa de Boca del Río AMV = Agni Martínez Villasis		

**Anexo 2. Listado preliminar de aves registradas en la región marina del SAV.**

Nombre Científico	Nombre Común	Nombre en Inglés
<b>ORDEN ANSERIFORMES</b>		
<b>FAMILIA ANATIDAE</b>		
Subfamilia Anatinae		
<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	American Wigeon
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Blue-winged Teal
Subfamilia Dendrocygninae		
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijje canelo	Fulvous Whistling Duck
<b>ORDEN PELECANIFORMES</b>		
<b>FAMILIA PELECANIDAE</b>		
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	Brown Pelican
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco	White Pelican
<b>FAMILIA PHALACROCORACIDAE</b>		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	Neotropic Cormorant
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	Double-crested Cormorant
<b>FAMILIA FREGATIDAE</b>		
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	Magnificent Frigatebird
<b>ORDEN CICONIIFORMES</b>		
<b>FAMILIA ARDEIDAE</b>		
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Great Blue Heron
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Great Egret
<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	Snowy Egret
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	Little Blue Heron
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	Tricolored Heron
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Reddish Egret
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Cattle Egret
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Green Heron
<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona-clara	Yellow-crowned Night-Heron
<b>FAMILIA THRESKIORNITHIDAE</b>		
Subfamilia Threskiornithinae		
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	White Ibis
<i>Plegadis chibi</i>	Ibis cara-blanca	White-faced Ibis
<b>FAMILIA CATHARTIDAE</b>		
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Black Vulture
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>		
<b>FAMILIA ACCIPITRIDAE</b>		
Subfamilia Pandioninae		
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Osprey
Subfamilia Accipitrinae		
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico-gancho	Hook-billed Kite
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Northern Harrier
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Common Black-Hawk

## Anexo 2 (Continuación). Listado preliminar de aves registradas en la región marina del SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Nombre en Inglés
FAMILIA FALCONIDAE		
Subfamilia Caracarinae		
<i>Caracara cherymy</i>	caracara quebrantahuesos	Crested Caracara
Subfamilia Falconinae		
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejon	Merlin
<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	Aplomado Falcon
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Peregrine Falcon
ORDEN CHARADRIIFORMES		
FAMILIA CHARADRIIDAE		
Subfamilia Charadriinae		
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	Black-bellied Plover
FAMILIA RECURVIROSTRIDAE		
<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	Black-necked Stilt
FAMILIA SCOLOPACIDAE		
Subfamilia Scolopacinae		
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihuiú	Willet
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Spotted Sandpiper
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedritas	Ruddy Turnstone
<i>Calidris alba</i>	Playerito correlón	Sanderling
FAMILIA LARIDAE		
Subfamilia Larinae		
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	Laughing Gull
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Franklin's Gull
<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada	Herring Gull
Subfamilia Sterninae		
<i>Sterna nilotica</i>	Charrán picogrueso	Gull billed Tern
<i>Sterna caspia</i>	Charrán caspia	Caspian Tern
<i>Sterna maxima</i>	Charrán real	Royal Tern
<i>Sterna sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich	Sandwich Tern
<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	Common Tern
<i>Sterna antillarum</i>	Charrán mínimo	Least Tern
<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro	Black Tern
Subfamilia Rynchopinae		
<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano	Black Skimmer
ORDEN CAPRIMULGIFORMES		
FAMILIA CAPRIMULGIDAE		
Subfamilia Chordeilinae		
<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	Common Nighthawk

**Anexo 2 (Continuación).** Listado preliminar de aves registradas en la región marina del SAV.

Nombre Científico	Nombre Común	Nombre en Inglés
ORDEN CORACIIFORMES		
FAMILIA ALCEDINIDAE		
Subfamilia Cerylinae		
<i>Ceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	Belted Kingfisher
ORDEN PASSERIFORMES		
FAMILIA TYRANNIDAE		
Subfamilia Tyranninae		
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosada	Scissor-tailed Flycatcher
FAMILIA HIRUNDINIDAE		
Subfamilia Hirundininae		
<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	Purple Martin
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	Mangrove Swallow
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	Northern Rough-winged Swallow
<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	Bank Swallow
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	Cliff Swallow
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Barn Swallow
FAMILIA PARULIDAE		
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro	Wilson's Warbler
FAMILIA ICTERIDAE		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Great-tailed Grackle

Gómez P., 2007. Inventario de las esponjas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con nuevos registros de especies (Porifera: Demospongiae), p. 51-72. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p

4



# Inventario de las Esponjas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con Nuevos Registros de Especies (Porifera: Demospongiae)

INVENTORY OF SPONGES IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM NATIONAL PARK,  
WITH NEWLY REGISTERED SPECIES (PORIFERA: DEMOSPONGIAE)

*P. Gómez\**

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## RESUMEN

Se presenta un inventario de la diversidad de poríferos encontrados en varios de los arrecifes de coral del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. El número de especies citadas en el Parque asciende a 46 de las 31 especies registradas con antelación y éstas últimas provienen sólo del arrecife Blanquilla. Del total se presenta su estatus sistemático actual, su distribución y algunos datos autoecológicos. Asimismo, se destaca la presencia de 15 nuevos registros para la región, de los cuales se detalla su descripción.

## ABSTRACT

An inventory of the poriferan diversity, found in several of the coral reef structures of the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano is presented. The number of species recorded in the present work ascends to 46 from the 31 annotated in past records, the latter coming only from the Blanquilla reef. At present systematic status, distribution and some autoecological data are set up for all the species. Moreover, 15 new recordings are highlighted for the area with a detailed description.

## INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral albergan a una gran diversidad faunística y promueven una intrincada red de relaciones, considerándose dentro de los ambientes más complejos y diversos (Vargas Hernández y Román Vives, 2002). Las esponjas en particular, son el segundo componente de la fauna béntica con mayor biomasa en los arrecifes de coral (de Laubenfels, 1950; Reiswig, 1973; Bak y Luckhurst, 1980; Wilkinson, 1983) realizan actividades clave (Wulff, 2006) y ayudan al desarrollo de dichas formaciones arrecifales en el sentido de unir el marco estructural del arrecife (Wulff y Buss, 1979). Facilitan la regeneración del mismo, además de aumentar la claridad del agua (Wulff, 2006), se han observado congregadas en las desembocaduras de drenaje de aguas residuales (Banner, 1974; Johannes, 1975; Brock y Smith, 1983; Rose y Risk, 1985) y se consideran buenos indicadores de la actividad hidrodinámica y ambiental (Alcolado y Herrera, 1987; Carballo *et al.*, 1996; Carballo y Naranjo, 2002).

Los estudios realizados en los distintos arrecifes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), en lo que al Phylum Porifera se refiere, se iniciaron en la década de los años cuarenta, porque así lo manifiestan los registros de ejemplares dentro de colecciones. Esta recolección de ejemplares, algunas veces como material de aprendizaje, otras para investigación en la mayoría de los casos no tuvieron un seguimiento o no se dieron a conocer en publicaciones. Motivo por el cual existen pocos trabajos publicados (Green, 1977a; 1977b; Green *et al.*, 1986; 1990; López Herrera, 1992; García González, 1994; Carrera Parra y Vargas Hernández, 1997; Gómez, 2002). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio es dar a conocer la biodiversidad de Porifera en los diversos arrecifes del PNSAV, resaltando aquellos nuevos registros de especies para el área. Además de incluir su distribución y su estatus sistemático actual, este último de acuerdo a la revisión sistemática de Hooper y Van Soest (2002).

## MATERIALES Y METODOLOGÍA

El PNSAV se desarrolla sobre la plataforma continental al oeste del Golfo de México en el estado de Veracruz (19°15' y 19°02' N 96°12' y 95°47' W). Está dividido en dos secciones: la sección puerto de Veracruz y la sección Antón Lizardo, separadas por la desembocadura del río Jamapa, en Boca del Río. En este trabajo, se incorporaron ejemplares desde 1962 hasta la fecha, recolectados mediante buceo libre y autónomo, en profundidades que oscilan entre 0.5 y 40 m. Los arrecifes del PNSAV estudiados de manera intermitente, en uno o en más número de veces para cada una de las localidades son: Galleguilla, Gallega, Blanquilla, Sacrificios, Pájaros, Verde, Anegada de Adentro, Chopas, Anegada de Afuera, Santiaguillo, Anegadilla, Cabezo, Isla de Enmedio, Rizo, Blanca, Bajito, Polo, Hornos y

Punta Mocambo. Las esponjas están depositadas en la Colección Nacional del Phylum Porifera Gerardo Green del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (CNPGG). En esta primera etapa, se contribuye con un total de 40 especies de las cuales 15 son nuevos registros, mismos que se describen en detalle, incluyendo un apartado de observaciones acerca del material trabajado y la distribución de la especie. Seis especies más, tienen un registro dudoso en el PNSAV, ya que no se encuentran ejemplares de ellas y/o no han vuelto a encontrarse, éstas se discuten en las consideraciones finales. Las especies descritas con anterioridad, sólo son citadas por su distribución y su estatus sistemático actual. Pudiéndose referir el interesado a la literatura citada en relación a cada especie.

LISTA SISTEMÁTICA Y ASPECTOS TAXONÓMICOS

CLASE DEMOSPONGIAE SOLLAS, 1885  
 ORDEN ASTROPHORIDA SOLLAS, 1888  
 FAMILIA GEODIIDAE GRAY, 1867  
*Sidonops neptuni* (SOLLAS, 1886)

*Sinops neptuni* Sollas, 1886:198  
*Geodia neptuni* -- Gómez, 2002:69  
*Sidonops neptuni* -- Sollas, 1889:276  
 -- Uriz, 2002:140

**Material examinado.** CNPGG-279 Ane-  
 gada de Afuera, 7/VI/1989; CNPGG-289  
 Verde, 25/VII/1987; CNPGG-290 Blanqui-  
 lla, 10/VII/1987; CNPGG-309 Anegada de  
 Afuera, 11/VII/1987; CNPGG-336 Cabezo,  
 23/VII/1988; CNPGG-424 Anegada de Aden-  
 tro, 10/VI/1989; CNPGG-470 Blanquilla, 26/  
 IV/1980; CNPGG-520 Gallega, 12/VII/1987;  
 CNPGG-708 Anegadilla, 30/VIII/2003. Obser-  
 vada en Santiaguillo 31/VIII/2003. En la zona  
 arrecife frontal exterior sustrato roca-arena, P=  
 4.7-27 m; T= 29°C.

Masiva a vasiforme, superficie lisa con protube-  
 rancias e invaginaciones, entre ellas se localizan  
 las cribas inhalantes con orificios de 250-500 µm  
 situados en depresiones de menos de 1-3 mm.  
 Color en vivo castaño oscuro y claro con tonali-  
 dades verdosas. Consistencia dura. La corteza es  
 2.8-5 mm de grosor, distinguible en tres capas,  
 al exterior el ectocroto de 60 µm formado por  
 quiásteres, sobresaliendo las puntas de anisóxeas  
 (Lám. I, Fig. 1). Esta recubre a la capa de este-  
 rrásteres de 1-4 mm de grosor, debajo de la cual  
 existe una capa laxa de espongina de grosor varia-  
 ble 525-990 µm, con haces espiculares de óxeas  
 grandes dispuestos radialmente. En seguida, los  
 cladomas de las plagiotrienas con los rabdos diri-  
 gidos hacia el interior, se acompañan por una hi-  
 lera de esterrásteres. En el coanosoma, el arreglo  
 espicular es un retículo indefinido. Los canales  
 internos tienen una red fina de esterrásteres al-  
 rededor de 400 µm de grosor. Espículas óxeas  
 astadas, algunas con tendencia a estiles y estron-

giles 556-1729 × 12-42 µm, anisóxeas corticales  
 140-392 × 3-4.5 µm (sólo un ejemplar presentó  
 anisóxeas de 392 µm), ortotrienas y plagiotrie-  
 nas con rabdo de 742-1361 × 15-42 µm, cladós  
 86-360 µm, esterráster 35-73.5 µm de diámetro,  
 quiáster y esferoquiáster 3.7-9 µm de diámetro  
 de 6-10 rayos, oxiáster 10-30 µm de diámetro con  
 4-13 rayos ligeramente espinados.

**Observaciones.** En todos los ejemplares de  
 Geodiidae estudiados, se observa la presencia  
 constante de los microrabdos (anisóxeas) que  
 generalmente acompañan a la corteza y es un ca-  
 rácter dentro de la definición de la familia (Uriz,  
 2002), ya sea óxea, estile o anisóxea de talla mu-  
 cho más pequeña que las óxeas principales. Dos  
 de las características sobresalientes de *S. neptuni*  
 son su dureza generalizada y el tipo de corteza  
 que parece ser la más gruesa dentro de las espe-  
 cies de su grupo.

ORDEN HADROMERIDA TOPSENT, 1894  
 FAMILIA CLIONAIDAE D'ORBIGNY, 1851  
*Cliona delitrix* (PANG, 1973)

*Cliona delitrix* Pang, 1973:28  
 -- Rose y Risk, 1985:350

**Material examinado.** Observada en Santiaguillo,  
 31/VIII/2003, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

Esponja excavadora de material calcáreo, con  
 crecimiento alfa, ósculos color crema de un cm  
 de diámetro, provistos de un collar ancho y ele-  
 vado de la superficie calcárea. Difícil de recolec-  
 tar por la falta de un cincel, del raspado de su  
 "tejido" se obtuvo espículas tiloestiles rectos con  
 tilo alargado a veces imperceptible, 193-303 × 5-  
 9.7 µm. No presenta microescleras. Se le conoce  
 por ser muy destructora de material calcáreo in-  
 cluyendo el coral, de donde proviene su nombre  
 en latín "*delitrix*".

**Observaciones.** Nuevo registro para México.



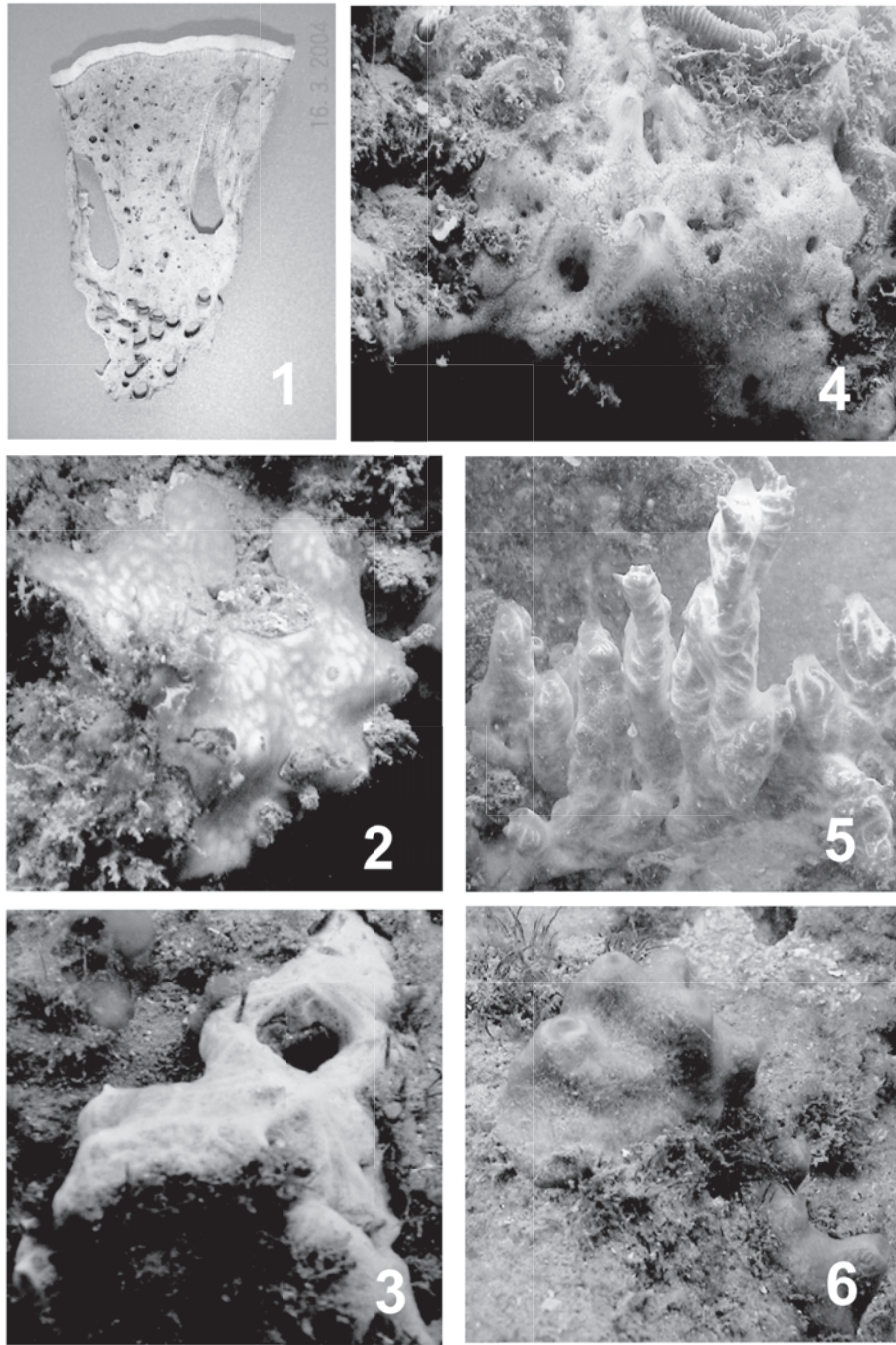


Lámina I.

Figura 1. Corte longitudinal de *S. neptuni*, se observa el grosor de la corteza (parte superior) y la criba situada en una de las invaginaciones de la pared (parte inferior).

Figura 2. *Spirastrella coccinea*, esponja pequeña, difícil de observar en el campo.

Figura 3. *Clathria venosa*, los canales confluentes hacia el ósculo se ven en tonos más blanco.

Figura 4. *Ectyoplasia ferox*, común tanto en Veracruz como en la región del Caribe.

Figura 5. *Monanchora arbuscula*, fácilmente confundible con otras especies.

Figura 6. *Ectyoplasia ferox*, comúnmente se aloja en los resquicios del coral.

**FAMILIA PLACOSPONGIIDAE GRAY, 1867**

***Placospongia carinata*  
(BOWERBANK, 1858)**

***Geodia carinata***

**Bowerbank, 1858:308**

***Placospongia intermedia***

-- Rützler, 2002:200

***Placospongia carinata***

-- Hechtel, 1965:62

-- Rützler, 2002:200

**Material examinado.** CNPGG-744 Verde, 1/VIII/2003. Observada por López-Herrera (1992) en Gallega, 10/VI/1987. En la zona posterior.

Dos fenotipos adquiere esta especie, la forma incrustante y la ramosa, en esta localidad sólo se presentó la incrustante. En cualquiera de los fenotipos se aprecia una superficie formada por placas de consistencia dura y unidas por surcos elevados, su interior es blando. Los ósculos se localizan en el interior de éstos surcos. Su color en vivo es rojo ladrillo. Las placas que conforman la corteza están constituidas por espículas selenásteres y el ectocroto por microrabdos, en el coanosoma se observan haces espiculares continuos desde la base hacia la corteza. Espículas: tiloestiles corticales y coanosomales rectos con punta roma, algunas cónicas 140-530-648 × 4.7-16 µm, selenásteres por lo general ovalados 44-57 × 29-41 µm, espirásteres deformes algunas con tendencia a amfiaster 10.6-18.7 µm de longitud, microrabdos microespinados algunos sinuosos 2.6-13 × 1-1.6 µm, esferásteres con microespinas 9.8-16.8-20 µm de diámetro.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz. Los tres individuos asignados a *P. carinata* presentaron microesferásteres y en uno de ellos (incrustante delgada), se observó además la presencia de esférulas microespinadas de 7-10.6 µm. Esta última es característica de *P. melobesioides* hasta el momento. Sin embargo, estudios a futuro pueden considerarla un carácter no constante, del mismo modo que son las microesferásteres, que pueden estar ausentes o presentes tanto en *P. carinata*

como en *P. melobesioides* (Vosmaer y Vernhout, 1902). La diferencia entre estas dos especies radica en la presencia de espirásteres y microrabdos en *P. carinata* ausentes en *P. melobesioides*.

**FAMILIA SPIRASTRELLIDAE**

**RIDLEY Y DENDY, 1886**

***Spirastrella coccinea***

**(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)**

***Thalysias coccinea***

**Duchassaing y Michelotti, 1864:84**

***Spirastrella coccinea***

-- Wiedenmayer, 1977:163

**Material examinado.** CNPGG-495 Anegada de Adentro, 17/VI/1989; CNPGG-528 Anegada de Afuera, 10/VI/1987; CNPGG-726 Santiago, 31/VIII/2003. Observada en Sacrificios, 11/III/2005, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

Incrustante fina 1-3 mm de grosor, 1-4 cm de extensión (Lám. I, Fig. 2), color en vivo naranja moteado con blanco, preservada se torna blanco, consistencia firme, suave al tacto, superficie lisa sin ósculos visibles fuera del agua. Tienen una corteza de 40 µm de grosor, densamente cargada de espirásteres, en el coanosoma éstas se encuentran en menor cantidad. Espículas tiloestiles rectos 370-617.5 × 8-11 µm, espirásteres en dos categorías: unas rectas con espinas gruesas y cónicas; otras con espinas finas curvadas en dos 10-70 × 2.6-46 µm incluyendo espinas, las primeras abarcan todo el rango de medida, las segundas llegan hasta 34 µm.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz. *S. coccinea* tiene una espiculación muy similar a *S. mollis* Verrill, 1907 pero se diferencian porque las espirásteres de *S. mollis* son menos gruesas aún cuando ambas medidas se traslapan y su color preservada es amarillo sucio. La especie *S. cunctatrix* sensu Wiedenmayer, 1977 corresponde a *S. bartmani* (Boury-Esnault *et al.*, 1999). Por otro lado, *S. cunctatrix* es una especie Atlanto-Mediterránea y no de la región del Caribe (Rosell y Uriz, 1997).

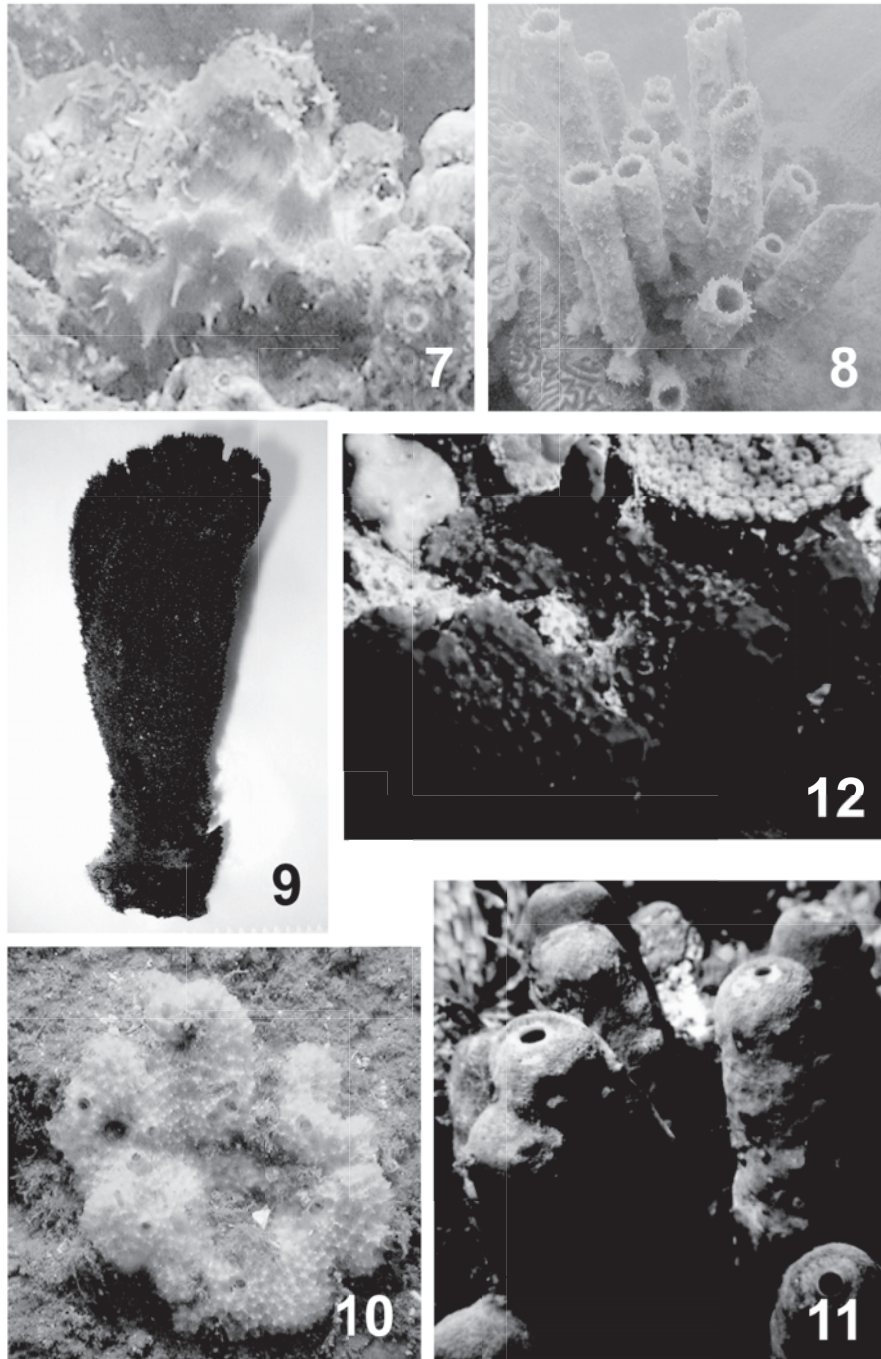


Lámina II.

Figura 7. *Scopalina ruetzleri*, pierde su forma al extraerla del agua.

Figura 8. *Callyspongia vaginalis*, es muy común en Veracruz y en el Caribe.

Figura 9. *Spongia discus*, es primer registro para el PNSAV y para México.

Figura 10. *Dysidea etheria*, se colapsa fácilmente al extraerla del agua.

Figura 11. *Aplysina fistularis*, es una especie endémica del norte del Caribe.

Figura 12. *Aiolochroia crassaa*, especie de fenotipo muy variable.

FAMILIA TETHYIDAE GRAY, 1848  
*Tethya actinia* DE LAUBENFELS, 1950

*Tethya actinia* de Laubenfels,  
 1950:116

-- Green *et al.*, 1986:129.

(No) *Tethya diploclerma*

-- Hechtel, 1965:66

[= *T. seychelensis* (Wright, 1881)]

**Material examinado.** CNPGG-789 Blanquilla, 22/IV/1970; CNPGG-790 Verde X/2002.

En adición a la descripción realizada por Green *et al.*, 1986, observamos que el ectocroto está formado por quiásteres y algunas esferásteres dispersas, ambas microescleras se presentan a su vez en el coanosoma de manera dispersa, aunque las quiásteres en menor cantidad. Las esferásteres se congregan por debajo de los tubérculos sin ser muy abundantes, también se adhieren a los haces espiculares que soportan a los tubérculos y delimitan el borde de los canales. Los haces espiculares miden 200-430 µm de diámetro, entre los cuales se presentan los canales con forma vertical alargada o redondeada.

**Observaciones.** A pesar de los numerosos caracteres morfológicos disponibles en el género *Tethya*, las diferencias entre estos, en muchos de los casos llegan a ser muy sutiles para diferenciar entre especies. De aquí que es necesario reconfirmar el estatus de otras poblaciones de *Tethya* en el Caribe. Aquellas poblaciones del Pacífico Este, atribuidas a *Tethya aurantium* originaron diversas especies nuevas (Sarà *et al.*, 2001).

ORDEN CHONDROSIDA  
 BOURY-ESNAULT Y LOPES, 1985  
 FAMILIA CHONDRILLIDAE GRAY, 1872  
*Chondrilla nucula* F. HERMATYPICA  
 DURAN Y RÜTZLER, 2006

*Chondrilla nucula* f. *hermatypica*  
 Duran y Rützler, 2006: 292-297

**Material examinado.** CNPGG-468 Blanquilla, 22/IV/1970.

Esponja incrustante pequeña con apariencia cartilaginosa, su color en vivo es castaño-dorado,

consistencia ligeramente compresible y superficie lisa. No presenta un arreglo esquelético, sus espiculas son esferásteres concentradas en el ectosoma y dispersas en el coanosoma. Estas presentan rayos cónicos o romos con diámetro de 24-44 µm.

**Observaciones.** Dos formas de crecimiento tentativas se presentan en la especie *Chondrilla* cf. *nucula* del Caribe, de acuerdo a la comparación genética realizada entre dos poblaciones de ésta especie en diferentes ambientes; una de ellas habitando ambientes de arrecife de coral y la otra en ambientes de manglar (Duran y Rützler, 2006). A partir de este estudio se determinó a *C. nucula* como forma *hermatypica* por su morfotipo y su hábitat. Las espiculas que forman la estructura esquelética en este caso, pueden variar en su morfología y medición aún en poblaciones de la misma especie, por lo tanto, parece que no son caracteres útiles para la separación entre especies de *Chondrilla* (Bavestrello *et al.*, 1993; Klatau *et al.*, 1999; Carballo *et al.*, 2004). Los caracteres aparentemente más distinguibles serían la disposición espicular en el ectosoma y coanosoma, así como la distribución y abundancia de cuerpos celulares (Boury-Esnault, 2002).

ORDEN POECILOSCLERIDA  
 TOPSENT, 1928

SUBORDEN MICROCIONINA  
 HAJDU *ET AL.*, 1994

FAMILIA ACARNIDAE DENDY, 1922  
*Acarnus nicoleae*

VAN SOEST, HOOPER Y HIEMSTRA, 1991

*Acarnus nicoleae*

Van Soest, Hooper y Hiemstra,  
 1991:68

*Acarnus souriei*. -- Hechtel, 1965:40

-- Van Soest, 1984:63.

No *Acanthacarnus souriei* Lévi,  
 1952:54

**Material examinado.** CNPGG-526 Blanquilla, 25/V/1966.

Ejemplar pequeño de 2 cm de largo por uno de ancho, forma incrustante delgada de 5 mm de grosor, consistencia compresible a pesar de su

tamaño; color rojo en vivo, superficie lisa con algunas hendiduras, ósculos no visibles en preservado. Esqueleto con tilotes tangenciales en el ectosoma y hacia el coanosoma esta formado por tractos plumosos al mismo tiempo que equinados. Espículas: tilotes con cabeza definida y microespinadas  $252-360 \times 3-4.5 \mu\text{m}$ ; estiles con su base microespinada  $342-400 \times 7.5-9 \mu\text{m}$ ; acantoestiles con espinas finas  $48-100 \times 2.5-3.5 \mu\text{m}$ ; cladotilote I espinados en su eje, con cuatro clads en el cladoma  $122-206 \times 3-5 \mu\text{m}$ ; cladotilote II de igual forma que el I  $70-91.7 \times 1-2 \mu\text{m}$ ; isoquela palmeada  $12-19.5$ ; toxa I en forma de cuernos  $47-67 \times 3-4 \mu\text{m}$ ; toxa II normal y delgada  $45-175 \mu\text{m}$ ; toxa III con los extremos casi rectos  $121-240 \mu\text{m}$ .

**Observaciones.** Nuevo registro para México. El único ejemplar en cuestión encaja perfectamente en la especie *Acarinus nicoleae*. Otras tres especies de *Acarinus* presentes en el Caribe son *A. innotatus*, *A. radovani* y *A. deweerdtiae*; sin embargo, difieren en la coloración y en la espiculación así como en la medida de éstas.

FAMILIA MICROCIONIDAE CARTER, 1875

*Clathria* (THALYSIAS) *venosa*  
(ALCOLADO, 1984)

*Microciona venosa* Alcolado, 1984:6

*Rhabdopplus raraechelae*

-- Van Soest, 1984:116

*Clathria* (Thalysias) *venosa*

-- Hooper, 1996:411

**Material examinado.** CNPGG-704 Santiaguillo, 30/VIII/2003. Observada en Anegadilla, 31/VIII/2003 y Sacrificios, 11/III/2005, P=12-27 m; T= 29°C. --Nuevo registro para México.

Incrustación fina, difícil de cortar por su fragilidad y grosor 1-3 mm (Lám. I, Fig. 3), con ósculos visibles y canales confluentes a él. Color en vivo blanco grisáceo translúcido, superficie lisa y suave. Arreglo esquelético himedesmioide. Espículas subtiloestiles I rectos, microespinados en su base  $243.7-330 \times 4-5 \mu\text{m}$ , subtiloestiles II lisos  $80-205 \times 1.5-3.7 \mu\text{m}$ , estiles ligeramente curvos

con algunas espinitas, la mayoría lisos  $139-213 \times 8-9.7 \mu\text{m}$ , acantoestiles  $47.5-58.5 \times 5-6 \mu\text{m}$ , isoquelas palmeadas pocas, difíciles de observar  $9-12 \mu\text{m}$ , toxas I  $9.7-12 \mu\text{m}$ , toxas II  $34.5-45$ , toxas III  $87-187.5 \mu\text{m}$ .

*Clathria* (THALYSIAS) *virgultosa*  
(LAMARK, 1814)

*Spongia virgultosa* Lamark, 1814:445

*Thalysias juniperina*

Hartman, 1955:171

-- Wiedenmayer, 1977:140

*Rhabdopplus juniperinus*

-- Van Soest, 1984:109

*Clathria* (Thalysias) *virgultosa*

-- Hooper, 1996:411.

**Material examinado.** CNPGG-268 Punta Mocombo, 26/VIII/1989; CNPGG-498 Verde, 25/VII/1987. En arrecife frontal interior. Nuevo registro para Veracruz.

Esonja incrustante y también arbustiva no en ramas sino con procesos lobulares irregulares unidos y en ocasiones aplanados, 6 cm de alto y 8 cm de ancho mayor, color en vivo naranja-rojizo, superficie rugosa a verrugosa con montículos pequeños, ligeramente compresible, firme. Esqueleto con tractos primarios de  $100-150 \mu\text{m}$  formados por estiles gruesos fuertemente equinados por acantoestiles, hacia la periferia el tracto es plumoso o en mechones. Espículas estiles gruesos y lisos  $174-306 \times 12-22 \mu\text{m}$ , estiles delgados y lisos  $143-282 \times 4.7-8.6 \mu\text{m}$ , acantoestiles cortos espinados en los extremos  $59-78 \times 10-12.5 \mu\text{m}$ , isoquelas palmeadas  $13-16 \mu\text{m}$ , toxas en dos formas normal  $25-73 \mu\text{m}$ , toxa rafigiforme  $187-270 \mu\text{m}$ .

**Observaciones.** A partir del estudio de Hooper (1996), se esclarece que *Clathria juniperina* (Lamarck, 1814:444) es originaria de Australia, mientras que las diferentes especies nominales de *juniperina* registradas en poblaciones de la región del Caribe (Wiedenmayer, 1977; Van Soest, 1984; López-Herrera, 1992) entre otros, corresponden a *C. virgultosa*.

*Clathria* (MICROCIONA) *calla*  
(DE LAUBENFELS, 1934)

*Axociella calla* de Laubenfels, 1934:16  
*Microcionia rarispinosa*  
-- Hechtell, 1965:42  
*Clathria* (Microcionia) *calla*  
-- Van Soest, 1984:100  
-- Zea, 1987:170

**Material examinado.** CNPGG-299 Blanquilla, 5/V/1979. Nuevo registro para México.

Incrustación delgada de 2 mm de grosor, superficie punctiforme a lisa aún cuando las puntas de las espículas se proyectan hacia ésta, consistencia firme suave al tacto. Color en vivo rojo ectosoma con proyección de las fibras coanosómicas, coanosoma clatrado es decir con una base de tractos en arreglo subisodictial con diámetro de los tractos de 39-65 µm, centrados por espículas, otros tractos proyectados hacia la superficie. Espículas estiles lisos, rectos 132-315 × 1.6-3.1 µm, sub-tiloestiles a estiles lisos 130-357 × 8-13 µm, isoquelas palmeadas 23.2-26.5 µm, toxa en dos categorías, normal I 33-66 × 1-3.3 µm, toxa II ligeramente arqueadas 99.6-166 × 3.3-6.6 µm.

*Clathria* (CLATHRIA) *prolifera*  
(ELLIS Y SOLANDER, 1786)

*Spongia prolifera*  
Ellis y Solander, 1786:189  
*Microcionia prolifera*  
-- Green, 1977a:93  
*Clathria* (Microcionia) *prolifera*  
-- Hooper y Van Soest, 2002:437

**Material examinado.** CNPGG-40 Blanquilla, 25/V/1966, P=14 m. En arrecife frontal interior.

FAMILIA RASPAILIIDAE  
HENTSCHEL, 1923  
*Ectyoplasia ferox*

(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)

*Amphimedon ferox*  
Duchassaing y Michelotti, 1864:81  
*Ectyoplasia ferox* -- Gómez, 2002:80

**Material examinado.** CNPGG-160 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-280 Anegada de Afuera, 10/VI/1987; CNPGG-308 Anegada de Afuera, 15/VI/1989; CNPGG-423 Anegada de Adentro, 17/VI/1989; CNPGG-430 Verde, 10/VI/89; CNPGG-709 Anegadilla, 31/VIII/2003; CNPGG-718 Santiaguillo, 30/VIII/2003. Observada en Sacrificios, 11/III/2005 y por López-Herrera (1992) en Pájaros, Galleguilla, Gallega, Cabezo, Rizo, Blanca, Bajito, Polo, Chopas, Punta Mocambo. En las zonas de platos de hexacoral, cementerio, transición sotavento y barlovento, arrecife frontal interior y exterior, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

Se presenta en incrustaciones de 2-10 cm de extensión y también con crecimientos tubulares éstos miden 10-15 cm de alto por 2.5 cm de diámetro (Lám. I, Fig. 6), en vivo es amarillo ocre, ligeramente compresible, desmoronable. Su superficie es microhispida, en algunas partes tuberculada, los ósculos elevados y dispersos tienen un diámetro de 5-8 mm. El esqueleto se compone de tractos plumosos de estiles y al mismo tiempo equinados por acantoestiles clavulados, por lo general son ascendentes y ramificados, en los túbulos éstos divergen hacia la superficie radialmente. Estiles ligeramente curvos 275-318-354 × 11.2-12.5-15 µm y acantoestiles clavulados 100-105-115 × 6-6.7-7.5 µm.

**Observaciones.** La forma de crecimiento más común en *E. ferox* es la incrustante sin variación del color.

**SUBORDEN MYXILLINA HAJDU,  
VAN SOEST Y HOOPER, 1994  
FAMILIA COELOSPHAERIDAE  
DENDY, 1922**

***Lissodendoryx* (LISSODENDORYX)  
*isodictyalis* (CARTER, 1882)**

***Halichondria isodictyalis***

**Carter, 1882:285**

***Lissodendoryx isodictyalis***

**-- Green et al., 1986:132**

***Lissodendoryx* (Lissodendoryx)  
*isodictyalis* Van Soest, 2002:540**

**Material examinado.** CNPGG-164 Blanquilla, 5/V/1979. En pastos marinos de laguna.

**FAMILIA CRAMBEIDAE LÉVI, 1963  
*Monanchora arbuscula*  
(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)**

***Pandaros arbuscula***

**Duchassaing y Michelotti, 1864:88**

***Monanchora arbuscula***

**-- Gómez, 2002:79**

**Material examinado.** Observada en Santiaguillo y Anegadilla el 31/VIII/2003; Sacrificios, 11/III/2005, P= 15 m, T= 29° C.

La figura 5, Lámina I, muestra la imagen general. Presenta espículas estiles 145-289 × 4.5-11 µm, subtiloestiles 199-292 × 2.7-6 µm, isoquelas unguiferadas 14-16 µm y sigmas 8.3-11.6 µm.

**FAMILIA TEDANIIDAE  
RIDLEY Y DENDY, 1886  
*Tedania* (TEDANIA) *ignis*  
(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)**

***Thalysias ignis***

**Duchassaing y Michelotti, 1864:83**

***Tedania ignis***

**-- Van Soest, 1984:49**

***Tedania* (Tedania) *ignis***

**-- Van Soest, 2002:629**

**Material examinado.** CNPGG-300 Blanquilla, 5V/1979; CNPGG-463 Verde, 25/VII/1987;

CNPGG-792 Sacrificios, 11/III/2005. Observada por López-Herrera en Anegada de Adentro, Pájaros, Galleguilla, Santiaguillo, Anegadilla, Cabezo, Isla de Enmedio, Rizo, Blanca, Bajito, Polo, Chopas, Punta Mocambo, Hornos. En zonas de platos de hexacoral, cementerio, jardín de gorgonáceos, transición sotavento y barlovento, parches, arrecife posterior, arrecife frontal interior y exterior, laguna arrecifal, pastos marinos, P= 1-8 m, T= 29° C.

Forma incrustante gruesa de 10-20 cm de diámetro, 1 mm a 5 cm de grosor. Color en vivo rojo escarlata por fuera, naranja en el interior, superficie rugosa y lisa en partes, ósculos dispersos a nivel de la superficie o ligeramente elevados, de 4-10 mm de diámetro. Ectosoma formado por una dermis delgada con tilotes y oniquetes tangencialmente dispuestos, dispersos y en partes formando paquetes sin dirección, en el coanosoma el arreglo reticular es irregular formado por tractos de estiles y oniquetes de 13-19 µm de diámetro, no bien definidos y espículas dispersas. Espículas: estiles 230-260-300 × 4-8-15 µm, tilotes microespinados en la cabeza 175-210-240 × 2-3.5-5 µm, oniquetes microespinados ligeramente curvos y sinuosos en dos tamaños I 140-220-280 × 0.8-2-2.7 µm, II 37-80-120 × 0.4-1.5-2.0 µm.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz. Es de las especies que causan irritación en la piel al tocarla, por ello se le conoce como esponja de fuego.

**FAMILIA DESMACIDIDAE SCHMIDT, 1870  
*Desmapsamma anchorata*  
(CARTER, 1882)**

***Fibularia anchorata* Carter, 1882:283**

***Desmapsamma anchorata***

**-- Green et al., 1986:130**

**-- Gómez, 2002:77**

**Material examinado.** CNPGG-162 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-189 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-297 Verde, 27/II/1987; CNPGG-281 Anegada de Afuera, 15/VI/1989; CNPGG-310 Anegada de Afuera, 23/VIII/1989; CNPGG-311 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-428 Ane-

gada de Adentro, 9/VI/1987; CNPGG-519 Anegada de Afuera, 15/VI/1989; CNPGG-566 Cabezo, 4/VII/1988; CNPGG-705 Santiaguillo, 31/VIII/2003; CNPGG-707 Santiaguillo, 1/IX/2003; CNPGG-715 Anegadilla, 31/VIII/2003, P= 4.7-30 m; T= 29°C. En la zona de platos de hexacoral y cementerio, sotavento.

**FAMILIA IOTROCHOTIDAE DENDY, 1922**

***Iotrochota birotulata***

(HIGGIN, 1877)

***Halichondria birotulata***

**Higgin, 1877:296**

***Iotrochota birotulata***

-- Gómez y Green, 1984:79

-- Green *et al.*, 1986:130.-- Gómez, 2002:78

**Material examinado.** CNPGG-157 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-199 Verde, 20/VIII/1986; CNPGG-266 Anegada de Adentro, 20/VIII/1986; CNPGG-286 Chopas, 28/VIII/1989; CNPGG-298 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-303 Blanca, 2/VII/1988; CNPGG-419 Anegada de Afuera, 15/VI/1989; CNPGG-431 Punta Mocambo, 16/VI/1989; CNPGG-434 Cabezo, 4/VII/1988; CNPGG-435 Verde, 25/VII/1987; CNPGG-464 Gallega, 11/VI/1987; CNPGG-725 Santiaguillo, 30/VIII/2003. Observada en Anegadilla el 31/VIII/2003 y por López-Herrera (1992) en isla de Enmedio y Sacrificios. En la zona del jardín de gorgonáceos, parches, posterior y rompiente, P= 4.7-22 m; T= 29°C.

**Observaciones.** Además de presentarse en ramas erectas y rastreras, también se encuentra incrustante de 1 mm de grosor, forma de crecimiento que rara vez se ha registrado en la literatura.

**SUBORDEN MYCALINA HAJDU,**

**VAN SOEST Y HOOPER, 1994**

**FAMILIA MYCALIDAE LUNDBECK, 1905**

***Mycale (MYCALE) laevis***

(CARTER, 1882)

***Esperia laevis* Carter, 1882:291**

***Mycale laevis* -- Green *et al.*, 1986:130**

**Material examinado.**-- CNPGG-190 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-294 Verde, 25/VII/1987; CNPGG-465 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-466 Verde, 10/VI/1989. Observada por López-Herrera (1992) en Pájaros, Galleguilla, Gallega, Cabezo, isla de Enmedio y Rizo (Lámina I, Fig. 4). En la zona de platos de hexacoral y cementerio, sotavento, entre los resquicios del coral.

***Mycale (ARENOCHALINA) laxissima***

(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)

***Acamas laxissima***

**Duchassaing y Michelotti, 1864:95**

***Mycale angulosa***

-- Gómez y Green, 1984:79

(No) ***Mycale angulosa***

-- Van Soest, 1984:16

***Mycale laxissima* -- Gómez, 2002:81**

***Mycale (Arenochalina) laxissima***

-- Van Soest y Hajdu, 2002:676

**Material examinado.** CNPGG-183 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-467 Punta Mocambo, 16/VII/1989. Observada en Blanquilla. En zona de barlovento.

Es vasiforme 11 cm de alto, 4 cm de diámetro superior, color en vivo rojo vino, consistencia compresible. Dermis como un mucílago que con solo tocarlo se desprende, dejando ver en la superficie la terminación de las fibras. Por lo mismo no hay retículo ectosomal; el coanosoma muy cavernoso, presenta tractos empacados de espículas con diámetro de 114-240 µm. Espículas: subtiloestiles 240-362 × 6-8 µm anisoquelas palmeadas 21-30 µm y sigmas 79-124 µm.



ORDEN HALICHONDRIDA GRAY, 1867  
FAMILIA AXINELLIDAE CARTER, 1875  
*Axinella polycapella*  
DE LAUBENFELS, 1953

*Axinella polycapella* de Laubenfels,  
1953:530 -- Alvarez *et al.*, 1998:7  
*Axinella nanaspiculata*  
-- Green, 1977a:96  
No- *Axinella nanaspiculata* Hartman,  
1955:180 (= *Amphimedon compressa*)

**Material examinado.** CNPGG-41 Blanquilla,  
25/V/1966.

**Observaciones.** La única adición a la descripción de Green (1977a) es la medida de sus espículas, que logran un mayor tamaño ca.  $235 \times 11 \mu\text{m}$  y la presencia de estiles y estrongiles en menor cantidad; esta es una especie originaria del este del Golfo de México (de Laubenfels, 1953). Alvarez *et al.* (1998) han examinado el holotipo de *Axinella nanaspiculata* Hartman, 1955 y confirman que ésta pertenece a la especie *Amphimedon compressa*.

FAMILIA DICTYONELLIDAE

VAN SOEST, DIAZ Y POMPONI, 1990  
*Scopalina ruetzleri*  
(WIEDENMAYER, 1977)

*Ulosa ruetzleri*  
Wiedenmayer, 1977:145  
*Scopalina ruetzleri*  
-- Kobluk y Van Soest, 1989:1215

**Material examinado.** CNPGG-727 Santiaguillo, 31/VIII/2003. Observada en Sacrificios, 11/III/2005 y Anegadilla el 31/VIII/2003, P= 3.5-22 m, T= 26-30°C.

Incrustante de 2-10 cm de extensión por 1 cm de grosor, fuertemente conulosa (Lámina II, Fig. 7), color naranja rosado en vivo, ligeramente compresible, se colapsa con facilidad, ósculos de 5 mm de diámetro. Esqueleto dendrítico formado por tractos con  $62-162.5 \mu\text{m}$  de diámetro centrados por una a dos espículas, en la terminación de los tractos se proyectan varios estiles de manera plumosa. Espículas estiles  $310-575 \times 4-7.8 \mu\text{m}$ .

**Observaciones.** Nuevo registro para México.

ORDEN AGELASIDA HARTMAN, 1980  
FAMILIA AGELASIDAE VERRILL, 1907  
*Agelas clathrodes* (SCHMIDT, 1870)

*Cbalinopsis clathrodes*  
Schmidt, 1870:60  
*Agelas sparsus*-- Green, 1977a:92  
*Agelas dispar*-- Green *et al.*, 1986:130  
(No) *Agelas clathrodes*  
-- Gómez y Green, 1984:81  
(= *A. dispar*)  
*Agelas clathrodes* -- Gómez, 2002:74

**Material examinado.** CNPGG-39 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-293 Anegada de Adentro, 9/VI/1987, P=9-11 m. Observada en Santiaguillo, 1/IX/2003 y por López-Herrera (1992) en Gallega. En la zona del arrecife frontal interior.

ORDEN HAPLOSCLERIDA TOPSENT, 1928  
FAMILIA CHALINIDAE GRAY, 1867  
*Haliclona* (RENIERA) *mucifibrosa*  
(DE WEERDT, RÜTZLER Y SMITH, 1991)

*Haliclona* (Reniera) *mucifibrosa*  
-- de Weerdt, Rützler y Smith,  
1991:190

**Material examinado.** CNPGG-284 Chopas, 28/VIII/1989; CNPGG-734 Verde, X/2002. En la zona arrecifal posterior y de laguna, P= 1.8-15 m.

Masiva de 6 cm de base, color morado a lila en vivo, ligeramente compresible, firme, desmoronable, con ósculos de 4-8 mm de diámetro en la cima de procesos lobulares. Reticulación ectosomal tangencial isodictial con abertura de malla del largo de una espícula, unidas por los nodos. En el coanosoma la reticulación es similar intercalándose algunos tractos pauciespiculares (1-3 espículas) y formando mallas triangulares a cuadrangulares con la misma abertura de malla. Espículas óxeas astadas y fusiformes, algunas de tipo estrongiles a estiles  $157-247 \times 3-14 \mu\text{m}$ .

**Observaciones.** Nuevo registro para México. Existe una gran diversidad de especies de *Hali-*

*clona* presentes en la región del Caribe, muchas de ellas fácilmente confundibles por su gran variabilidad morfológica, dificultando así su identificación y dando lugar en muchos de los casos a confusiones (de Weerdt, 2000; de Weerdt *et al.*, 1991). *Haliclona* (Reniera) *mucifibrosa* es fácilmente confundible con *H. implexiformis* y con *H. tubifera* (de Weerdt *op cit.*), sobretodo si los ejemplares se encuentran ya preservados en cuyo caso, los caracteres del color, consistencia y en muchos casos de su forma se han perdido.

***Haliclona* (SOESTELLA) *caerulea*  
(HECHTEL, 1965)**

***Sigmatocia caerulea***

**Hechtel, 1965:30-- Green y Gómez, 1986:292 (como *Sigmatocia caerulea*)  
*Haliclona caerulea* -- Wulff, 1996:167**

**Material examinado.** CNPGG-287 Chopas, 28/VIII/1989; CNPGG-567 Blanquilla, 8/VII/1988. Recolectada por J. L. Hernández en Verde, X/2002. En la zona arrecifal posterior, P= 0.5-2 m.

Esponja masiva de 3-5 cm de altura con túbulos, asociada a una alga coralina, de color azul pálido en vivo, muy compresible en las áreas libres del alga pero ligeramente compresible y firme en áreas invadidas por el alga, ósculos en la cima a manera de túbulo, superficie lisa. Arreglo ectosómico tangencial isodictial uniespicular, en el coanosoma el retículo es irregular a veces cuadrangular en otras subsodictial. Espículas oxeas astada 167-178-207 × 5-9-11 μm y sigma ligeramente centrotílada 16-20-23 × 1.6-3 μm.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz. Diversas poblaciones de *Haliclona* (*S.*) *caerulea* en esta colección mexicana, tanto del Atlántico (CNPGG-287, 567, 816) como del Pacífico Este (Green y Gómez, 1986 y CNPGG-109, 141, 386, 603) han sido examinados y considerados conespecíficos ya que son idénticos en su color, forma, esqueleto y espículas así como de su hábitat (ambiente coralino). Además, Van Soest (1980)

y Wulff (1996) han confirmado la conespecificidad de un ejemplar del Pacífico de Panamá *H. coerulea sensu* de Laubenfels (1936) con *H. caerulea* del Caribe. Sin embargo, Wulff (1996) sugiere de realizar estudios celulares y moleculares para distinguir poblaciones conespecíficas de las gemelas, aunado a la similitud ecológica y aún así la duda prevalecería por asociarse a una fauna coralina diferente de ambas costas. Por otro lado, los estudios de Aguayo y Trápaga (1996), mencionan otro flujo de agua entre el Pacífico y el Atlántico en el Mioceno medio hace 18-13 millones de años, a través del continente americano a nivel del istmo de Tehuantepec por el cual pudo ser más factible el tránsito de especies.

**FAMILIA CALLYSPONGIIDAE  
DE LAUBENFELS, 1936**

***Callyspongia* (Cladochalina)  
*armigera* (Duchassaing y Michelotti,  
1864)**

***Tuba armigera***

**Duchassaing y Michelotti, 1864:48**

***Callyspongia fallax* -- Green, 1977a:91**

**(No) *Callyspongia fallax***

**-- Gómez y Green, 1984:76**

***Callyspongia* (Spinoseella)**

***vaginalis* forma *armigera***

**-- Green *et al.*, 1986:136**

***Callyspongia* (Cladochalina)**

***armigera***

**-- Hooper y Van Soest, 2002:841**

**Material examinado.** CNPGG-37 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-167 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-182 Sacrificios, 3/I/1997; CNPGG-267 Gallega, 11/VI/1987; CNPGG-560 Verde, 10/VI/1989, P= 4.7-30 m; T= 29°C. Observada en Santiaguillo, 31/VIII/2003 y por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Galleguilla, Verde, Rizo, Blanca, Bajito, Chopas y Pájaros. En la zona de platos de hexacoral, cementerio, jardín de gorgonáceos, transición de sotavento, arrecife frontal interior y exterior.

***Callyspongia* (CLADOCHALINA)  
*vaginalis* (LAMARCK, 1814)**

***Spongia vaginalis* Lamarck, 1814:436**  
***Callyspongia vaginalis***  
**-- Green, 1977a: 91.-- Gómez, 2002:86**  
***Callyspongia* (Cladochalina)  
*vaginalis* -- Hooper y Van Soest,  
2002:836**

**Material examinado.** CNPGG-38 Blanquilla, 4/V/1979. Observada en Sacrificios el 11/III/2005 (Lámina. II, Fig. 8).

**FAMILIA NIPHATIDAE VAN SOEST, 1980**  
***Amphimedon compressa***  
**DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864**

***Amphimedon compressa***  
**Duchassaing y Michelotti, 1864:78**  
**-- Green *et al.*, 1986:134.-- Gómez,  
2002:82**  
***Haliclona rubens* -- Green, 1977a:86**

**Material examinado.** CNPGG-34 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-169 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-187 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-283 Anegada de Afuera, 23/VIII/1989; CNPGG-292 Anegada de Adentro, 9/VI/1987; CNPGG-306 Cabezo, 4/VII/1988; CNPGG-425 Anegada de Adentro, 17/VI/1989; CNPGG-564 Verde, 25/VII/1987; CNPGG-599 Sacrificios, 24/I/1957; CNPGG-604 Hornos, 24/I/1957; CNPGG-620 Sacrificios, 24/I/1957; CNPGG-621 Sacrificios, 24/I/1957; CNPGG-706 Santiaguillo, 30/VIII/2003; CNPGG-712 Santiaguillo, 31/VIII/2003; CNPGG-757 Blanquilla, 11/VI/1989. Observada en Anegadilla, 31/VIII/2003 y por López-Herrera (1992) en Gallega, Galleguilla, Rizo, Blanca, Bajito, Chopas, Polo, Pájaros, Punta Mocambo. En isla de Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1997). En la zona de platos de hexacoral, cementerio, jardín de gorgonáceos, arrecife posterior, rompiente, transición sotavento y barlovento, arrecife frontal exterior e interior, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

Su color predominante es el rojo intenso pero también se muestra de color rosa mexicano, púrpura o naranja pálido.

***Amphimedon viridis***  
**DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864**

***Amphimedon viridis***  
**Duchassaing y Michelotti, 1864:81**  
**-- Green *et al.*, 1986:134**

**Material examinado.** CNPGG-158 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-185 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-418 Verde, 10/VI/1989; CNPGG-460 Gallega, 11/VI/1987. Observada en Santiaguillo, 31/VIII/2003; en isla de Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1997) y por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Galleguilla, Anegadilla, Blanca, Bajito, Chopas, Polo, Pájaros, Hornos, Punta Mocambo. En la zona de cementerio, jardín de gorgonáceos, parches, arrecife posterior, rompiente, transición sotavento y barlovento, arrecife frontal exterior e interior.

***Niphates erecta***  
**DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864**

***Niphates erecta***  
**Duchassaing y Michelotti, 1864:93**  
**-- Green *et al.*, 1986:136**  
***Gelliodes areolata* -- Green, 1977a:89**

**Material examinado.** CNPGG-36 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-186 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-285 Chopas, 28/VIII/1989; CNPGG-295 Verde, 7/VII/1988; CNPGG-301 Blanca, 28/VIII/1988; CNPGG-461 Anegada de Adentro, 6/V/1966; CNPGG-462 Verde, 3/V/1979; CNPGG-469 Verde, 10/VI/1989. Observada en Santiaguillo el 1/IX/2003 y por López-Herrera (1992) en Hornos, Gallega, Galleguilla, Pájaros, Punta Mocambo. En la zona de platos de hexacoral, sotavento, arrecife posterior, rompiente, arrecife frontal interior y exterior, cementerio. Sustrato rocoso, P= 4-25 m.

**Observaciones.** *Niphates erecta* solamente se ha registrado en forma ramosa y no adquiere formas incrustantes, al menos en las diferentes localidades del PNSAV. Las formas incrustantes corresponden a *Niphates amorpha*, la cual ha sido registrada como especie válida de acuerdo a la revisión sistemática más completa del Phylum (Van Soest *et al.*, 2005). Las intergradaciones de ambas formas citadas por Zea (1987), para sinonimizar ambas especies no se han encontrado, ni en todas las localidades o épocas muestreadas en el PNSAV. Las microescleras sigmas pueden estar presentes o ausentes en el género *Niphates* (Van Soest, 1980).

*Niphates digitalis* (LAMARCK, 1814)

*Spongia digitalis* Lamarck, 1814:436  
*Niphates digitalis* -- Gómez y Green, 1984:74.-- Gómez, 2002:83

**Material examinado.** CNPGG-754 Rompeolas, enero 1962.

Esponja vasiforme de 11 cm de alto, 5.5 de diámetro superior y 3 cm de diámetro en su base, color azul-grisáceo, aunque pueden encontrarse tonos gris o rosa. Consistencia compresible pero firme, superficie punctiforme por fuera y lisa por dentro, con la orilla superior festoneada debido a los fibrofascículos, los ósculos en el interior de la copa miden alrededor de 1-2 mm. Esqueleto de fibras pluriespiculares formando una red irregular tendiendo a un arreglo radial, los fibrofascículos corren longitudinales dentro de la superficie interna del vaso. Espículas oxexas 112-170 × 2-5.2 µm, sigmas ausentes. Especie que nunca se volvió a encontrar en el PNSAV.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz. El ejemplar en cuestión, no presentó sigmas; sin embargo, la presencia o ausencia de sigmas en *Niphates* no es un carácter confiable (Van Soest, 1980). Especímenes de la costa caribeña de Quintana Roo tampoco presentaron sigmas (Gómez y Green, 1984), contrario a la observación de Zea (1987): organismos de la costa continental presentaron sigmas mientras que aquellos que están alejados a ella están ausentes.

FAMILIA PETROSIIDAE VAN SOEST, 1980  
*Neopetrosia subtriangularis*  
(DUCHASSAING, 1850)

*Spongia subtriangularis*

Duchassaing, 1850:26

*Haliclona doria* -- Green, 1977a:86

*Neopetrosia longleyi*

-- Green, 1977a:88

*Xestospongia subtriangularis*

-- Green *et al.*, 1986:137.-- Gómez, 2002:89

*Neopetrosia subtriangularis*

-- Campos *et al.*, 2005:15

**Material examinado.** CNPGG-33 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-35 Verde, 24/V/1966; CNPGG-168 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-188 Sacrificios, 14/V/1997; CNPGG-291 Aneгада de Adentro, 9/VI/1997; CNPGG-318 Verde, 8/III/1995; CNPGG-433 Verde, 1/VI/2001; CNPGG-437 Verde, 2/VI/2001; CNPGG-562 Aneгада de Afuera, 23/VIII/1989; CNPGG-600 Isla de Enmedio, 6/II/1960; CNPGG-605 Hornos, 23/I/1957; CNPGG-703 Santiaguillo, 30/VIII/2003. CNPGG-719 Isla de Enmedio, 30/I/1960. Observada en Aneгаdilla, 31/VIII/2003 y por López-Herrera (1992) en Galleguilla. En platos de hexacorral, jardín de gorgonáceos y parches, sustrato arena coral, P= 1.4-22 m; T= 29°C.

ORDEN DICTYOCERATIDA

MINCHIN, 1900

FAMILIA IRCINIIDAE GRAY, 1867

*Ircinia felix*

(DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864)

*Polytherses felix*

Duchassaing y Michelotti, 1864:72

(No) *Ircinia felix*

-- Green *et al.*, 1986:138

— Carrera Parra y Vargas Hernández, 1997:317 (= *I. fistularis*)

*Ircinia felix* forma *felix*

-- Gómez, 2002:93.-- Rützler, 1986

**Material examinado.** CNPGG-569 Gallega, 11/VI/1987. Observada en Santiaguillo, 1/

IX/2003 y por López-Herrera (1992) en Anegada de Afuera, Verde, Blanquilla, Sacrificios, Pájaros, Galleguilla, Gallega, Cabezo, Isla de Enmedio, Rizo, Blanca, Polo, Chopas, Punta Mocambo, Hornos. En la zona de cementerio, jardín de gorgonáceos, transición sotavento y barlovento, parches, arrecife frontal interior y exterior.

*Ircinia fistularis*  
(VERRILL, 1907)

*Hircinia fistularis* -- Verrill, 1907: 332  
*Ircinia fasciculata*-- Green, 1977a:81  
*Ircinia felix* -- Green et al., 1986:138  
*Ircinia felix* forma *fistularis*  
-- Gómez, 2002:94.-- Rützler, 1986

**Material examinado.** CNPGG-29 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-166 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-565 Punta Mocambo, 26/VIII/1989. Observada en Santiaguillo, 31/VIII/2003; Sacrificios, 11/III/2005 y en isla de Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1997. En la zona de jardín de gorgonáceos, cementerio, transición de sotavento y barlovento, parches, arrecife frontal interior y exterior, P= 4.7-27 m, T= 29°C.

**Observaciones.** *Ircinia fistularis* es característica por su forma tubular con paredes gruesas, semejando en algunos ejemplares una forma globosa, así mismo presenta un ósculo apical que comunica al atrio. *I. fistularis* presenta caracteres comunes a *I. felix*, como el color grisáceo o castaño de su cuerpo, ósculos con tonalidad más oscura, cónulos pequeños, además de los caracteres típicos del género; lo cual ha ocasionado una confusión en la literatura existente (Hechtel, 1965; de Laubenfels, 1936).

*Ircinia strobilina* (LAMARCK, 1816)

*Spongia strobilina* Lamarck, 1816:363  
*Ircinia strobilina*  
-- Green, 1977a:84.-- Green et al.,  
1986:139. -- Gómez, 2002:96

**Material examinado.** CNPGG-31 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-561 Anegada de Afue-

ra, 3/V/1979; CNPGG-568 La Blanquilla, 25/V/1966. Observada en Sacrificios el 11/III/2005 y Santiaguillo, 30/VIII/2003. Por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Verde, Pájaros, Galleguilla, Gallega, Blanca, Chopas. En isla de Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996-7. En la zona de platos de hexacoral, cementerio, jardín de gorgonáceos, arrecife frontal interior y exterior, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

*Ircinia campana* (LAMARCK, 1814)

*Spongia campana* Lamarck, 1814:364  
*Ircinia campana*  
-- Green, 1977a: 83.-- Gómez, 2002:95

**Material examinado.** CNPGG-30 Blanquilla, 25/V/1966; CNPGG-559 Blanquilla, 25/V/1966. Observados por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Rizo, Santiaguillo, Anegadilla, Cabezo. En la zona de platos de hexacoral y arrecife frontal exterior.

FAMILIA THORECTIDAE  
BERGQUIST, 1978

*Spongia discus*  
DUCHASSAING Y MICHELOTTI, 1864

*Spongia discus*  
Duchassaing y Michelotti, 1864:37

**Material examinado.** CNPGG-63 Anegada de Afuera, 20/VI/1987.

Esonja lateralmente aplanada de 10.5-18 cm de alto, 1.7 cm de grosor, 4.4-8 cm de extensión superior, 2.2 cm a la base (Lámina II, Fig. 9), con los ósculos en la cima de 6-7 mm, en preservado se observa una superficie lisa aparentemente, con terminación de las fibras de manera dendrítica, consistencia muy compresible, suave al tacto. Sus fibras color ambar claro no contienen inclusiones en su interior, forman un retículo uniforme de mallas cuadrangulares a rectangulares y en parte es irregular con mallas poligonales de 62-680 µm, casi isotrópico, diámetro de fibras primarias 16-55 µm, las secundarias 16-18 µm, casi no hay distinción entre ellas.

**Observaciones.** Nuevo registro para México. El ejemplar presente ha sido asignado a *Spongia discus* Duch. y Mich., 1864 con base principalmente a las características del esqueleto, las cuales se asemejan más a *S. discus* que a *S. obliqua* Duch. y Mich., 1864. Esta última alcanza diámetros en sus fibras primarias hasta de 100 µm con separación de 1330 µm y secundarias de 50, el doble de lo registrado en el lectotipo de *S. discus* (Van Soest, 1978:8). En este caso, se prefirió retener la individualidad de *S. discus*, a pesar de haber sido sinonimizada por Van Soest (*op. cit.*), hasta que nuevos registros confirmen su identidad.

**FAMILIA DYSIDEIDAE GRAY, 1867**

***Dysidea etheria* DE LAUBENFELS, 1936**

***Dysidea etheria* de Laubenfels, 1936:28.-- Gómez, 2002:97**

**Material examinado.** CNPGG-193 Verde, 6/VII/1989; CNPGG- 422 Blanquilla, 11/VI/1989; CNPGG-459 Sacrificios, 18/V/1979. Observada en Anegadilla y Santiaguillo el 31/VIII/2003 y por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Cabezo, Rizo, Blanca, Bajito. En la zona de platos de hexacoral y parches, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

Forma incrustante a masiva de 4-7 cm de diámetro (Lámina II, Fig. 10) con gran cantidad de material foráneo adherido a ésta. Superficie finamente conulosa, los cónulos llegan a medir 1 mm de alto y 1 mm de separación. Color en vivo azul lavanda. El esqueleto no tiene una retícula definida, fibras primarias centradas de detrito 230-450 µm de diámetro; las fibras secundarias con menor cantidad de material foráneo, miden 40-60 µm de diámetro con una separación entre ellas de 650-750 µm.

**Observaciones.** Nuevo registro para Veracruz.

**ORDEN VERONGIDA BERGQUIST, 1978**

**FAMILIA APLYSINIDAE CARTER, 1875**

***Aplysina fistularis* (PALLAS, 1766)**

***Spongia fistularis* Pallas, 1766:385**  
***Verongia fistularis* Green, 1977a:85**

***Aplysina fistularis insularis***

-- Green *et al.*, 1986:140

-- López-Herrera, 1992:30

**No *Aplysina fistularis insularis***

-- Van Soest, 1978:56

***Aplysina fistularis* forma *fistularis***

-- Gómez, 2002:100.-- Rützler, 1986

**Material examinado.** CNPGG-154 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-288 Chopas, 28/VIII/1989; CNPGG-304 Blanca, 2/VII/1988; CNPGG-307 Verde, 25/VII/1987. Observada en Santiaguillo, 31/VIII/2003; en isla de Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1997) y por López-Herrera (1992) en Anegada de Adentro, Pájaros, Sacrificios, Galleguilla, Gallega, Cabezo, Rizo, Blanca, Bajito, Polo, Chopas, Punta Mocambo (Lám. II, Fig. 11). En la zona de platos de hexacoral, cementerio, jardín de gorgonáceos, transición sotavento, parches, transición barlovento, arrecife frontal interior y exterior, P= 4.7-20 m; T= 29°C.

***Verongula rigida* (ESPER, 1794)**

***Spongia rigida* Esper, 1794:247**

***Verongula rigida***

-- Green *et al.*, 1986:140

**Material examinado.** CNPGG-155 Blanquilla, 4/V/1979; CNPGG-421 Anegada de Afuera, 15/VI/1989; CNPGG-710 Anegadilla, 31/VIII/2003. Observada en Santiaguillo el 31/VIII/2003 y por López-Herrera en Cabezo, Isla de Enmedio, Rizo, Chopas (Lámina II, Fig. 12). En la zona de platos de hexacoral y arrecife frontal exterior, P= 4.7-27 m; T= 29°C.

***Aiolochoiria crassa* (HYATT, 1875)**

***Dendrospongia crassa***

Hyatt, 1875:401

***Pseudoceratina crassa***

-- Green *et al.*, 1986:141

***Aiolochoiria crassa* -- Gómez, 2002:104**

**Material examinado.** CNPGG-163 Blanquilla, 5/V/1979; CNPGG-302 Blanca, 2/VII/88;

CNPGG-660 Cabezo, 4/VII/1988; CNPGG-794 Sacrificios, 11/III/2005. Observada por López Herrera (1992) en Pájaros, Verde, Galleguilla, Gallega, Rizo, Chopas y Bajito. En isla de

Enmedio por Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1997). En la zona de platos de hexacoral, cementerio, transición de barlovento, arrecife frontal interior y exterior.

## CONSIDERACIONES FINALES

Las 46 especies de Demospongiae registradas se distribuyen de acuerdo a su sistemática en: Orden Astrophorida representado por una sola especie *Sidonops neptuni*, esponja por lo general de gran tamaño (1 m de diámetro). El orden Hadromerida representado por tres familias, cuatro géneros y 4 especies, con nuevos registros: *Cliona delitrix*, *Placospongia carinata* y *Spirastrella coccinea*. Chondrosida representada sólo por *Chondrilla nucula* f. *hermatypica* se registra por primera vez.

Las Poecilosclerida es el orden más numeroso y mejor representado. Comprende a nueve familias, nueve géneros y 13 especies. *Acarinus nicoleae*, *Clathria venosa*, *C. virgulosa*, *C. calla* y *Tedania ignis* son primeros registros para Veracruz, *Ectyoplasia ferox* y *T. ignis* se presentan en todas las localidades, excepto en Hornos la primera y en Gallega y Anegada de Afuera la segunda.

El orden Halichondrida esta representado por *Scopolina rützleri* nuevo registro y *Axinella polycapella*. No se incluye a *Epipolasis lithophaga* registrada por Green *et al.* (1986) porque probablemente pertenece a otro género, pues carece de trico-dragmatas que es una característica de *Epipolasis*. La cuarta Halichondrida *Pseudaxinella lunaecharta* registrada por Carrera Parra y Vargas Hernández (1997) fue reubicada a *Drumacidon lunaecharta* por Álvarez *et al.* (1998), con una distribución amplia en el Caribe. Sin embargo, ninguna de las tres últimas especies se tienen registradas en más veces ni observadas en el PNSAV o contenidas en la CNPGG.

Las Agelasida están representadas por *Agelas clathrodes*, muy común en el Caribe, pero fácilmente confundible con *A. dispar* por su forma y color. Haplosclerida es el orden que comprende la más alta biodiversidad de todo el phylum en relación al número de especies y tipos de hábitat (Hooper y Van Soest, 2002). Su identificación

se dificulta por las semejanzas taxonómicas tan sutiles que presentan y prácticamente el mismo tipo espicular, por lo que algunas quedaron sin identificar. El PNSAV cuenta con nueve especies repartidas en cuatro familias y cinco géneros, la especie más frecuente es *A. compressa* (en todas las localidades) seguida por *A. viridis* (en 16 de las 19 localidades) y *Callyspongia armigera* (en 12), la especie no encontrada desde 1962 es *Niphates digitalis*.

Las Dictyoceratida cuentan con siete especies repartidas en tres familias y tres géneros. El más representativo de este grupo es *Ircinia*. *I. felix* e *I. strobilina* encontradas en 14 y 12 de las localidades respectivamente. *Spongia discus* y *D. etheria* son nuevos registros. Una especie adicional sería *Dysidea fragilis*, Green *et al.*, (1986) pero no se volvió a recolectar ni a observar en el PNSAV.

El orden Verongida esta representado por *Aplysina fistularis*, *Verongula rigida* y *Aiolochroia crassa*, la primera representada en 16 de las 19 localidades y *A. crassa* en 12.

Del orden Halisarcida se registra a *Halisarca purpura*; Green *et al.* (1986) único género de este grupo. Sin embargo, no se tienen otros registros diferentes al arrecife Blanquilla. Los órdenes Homosclerophorida, Spirophorida, Lithistida y Dendroceratida no se encuentran representados en el PNSAV hasta el momento. Esto puede ser debido a que el área muestreada no fue representativa del Parque. Sin embargo mayor número de exploraciones seguramente proveerán de una riqueza mayor, no solo de estos órdenes sino del phylum en general.

Las especies más frecuentes, aquellas que se presentaron en más de 10 localidades son: *E. ferox*, *T. ignis*, *I. birotulata*, *C. armigera*, *A. compressa*, *A. viridis*, *N. erecta*, *N. subtriangularis*, *I. felix*, *I. strobilina*, *D. etheria*, *A. fistularis* y *A. crassa*. Las es-

pecies raras o encontradas en una sola localidad son *Cliona delitrix*, *Chondrilla nucula* f. *hermatypica*, *A. nicoleae*, *Clathria calla*, *C. prolifera*, *L. isodictyalis*, *A. polycapella*, *N. digitalis* y *S. discus*. Las especies registradas como nuevos registros son: *C. delitrix*, *P. carinata*, *S. coccinea*, *C. nucula* f. *hermatypica*, *A. nicoleae*, *C. venosa*, *C. virgultosa*, *C. calla*, *T. ignis*, *S. ruetzleri*, *H. mucifibrosa*, *H. coerulea*, *N. digitalis*, *S. discus* y *D. etheria*.

Los numerosos arrecifes del PNSAV proveen de una diversidad de hábitats favorables a la fauna espongiaria. Sin embargo, después de varias décadas de presión (extracción de organismos, contaminación y perturbaciones naturales e inducidas)

sobre los diversos organismos, se hace notoria la ausencia de algunas de las esponjas marinas: *N. digitalis*, *E. lithophaga*, *A. polycapella*, *D. fragilis* y *H. purpura* o probablemente éstas han sido desplazadas. Para que las esponjas se desarrollen debe haber una tasa de sedimentación baja para evitar el taponamiento de ostios, además de contar con sustrato firme y movimiento moderado del agua para evitar ser dañadas físicamente (Carballo y Gómez, 2002; Rützler *et al.*, 2000). Dicha presión causada por la acción humana hace necesario que se tomen acciones para proteger y conservar al máximo tales ambientes.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Alejandro Granados Barba su interés y entusiasmo para llevar al cabo y a buen término los estudios realizados en el PNSAV. A Miguel A. Román Vives y Ricardo Martínez Caballero la toma de fotografías submarinas. A Maritza López Herrera y Jorge Luis Hernández

Aguilera la donación de varios de los ejemplares citados así como algunas consideraciones ecológicas de las especies. Al Acuario de Veracruz, A. C. y al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano por el apoyo logístico. A los revisores anónimos por sus acertadas sugerencias.

#### LITERATURA CITADA

- Aguayo, J.E. y R. Trápaga, 1996. Geodinámica de México y Minerales del Mar. La Ciencia 141 desde México, Fondo de Cultura Económica, México. 105 p.
- Alcolado, P.M., 1984. Nuevas especies de esponjas encontradas en Cuba. *Poeyana*, 271:1-22.
- Alcolado, P.M. y A. Herrera, 1987. Efectos de la contaminación sobre las comunidades de esponjas al Oeste de la Bahía de la Habana. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.*, 68:1-17.
- Alvarez, B., R.W.M. van Soest, y K. Rützler, 1998. A revision of Axinellidae (Porifera: Demospongiae) of the Central West Atlantic region. *Smith. Inst. Press*, 598:1-47.
- Bak, R.P.M. y B.E. Luckhurst, 1980. Constancy and change in coral reef habitats along depth gradients at Curacao. *Oecologia*, 47:145-155.
- Bavestrello, G., M. Bonito, y M. Sará, 1993. Silica content and spicular size variation during an annual cycle in *Chondrilla nucula* Schmidt (Porifera, Demospongiae) in the Ligurian Sea. p. 421-425. *In: M.J. Uriz, and K. Rützler (Eds.). Recent advances in ecology and systematics of sponges. Scientia Marina* 57(4):432.
- Banner, A.H., 1974. Kaneohe Bay, Hawaii: Urban pollution and a coral reef ecosystem. p. 685-702. *In: P. Mather (ed.). Proc. 2nd Int. Coral Reef Symp., Great Barrier Reef Committee, Brisbane, Australia.*
- Boury Esnault, N., 2002. Order Chondrosida Boury-Esnault & Lopés, 1985. Family Chondrillidae Gray, 1872. p. 291-297. *In: J.N.A. Hooper, and R.W.M. van Soest (Eds.). Systema Porifera: A guide to the classification of sponges. Kluwer Academic, N.Y., USA.* 1101 p.



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Bowerbank, J.S., 1858. On the anatomy and physiology of the Spongiadae. Part. I. On the spicula. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 148(2):279-332.
- Brock, R.E., y S.V. Smith, 1983. Response of coral reef cryptofaunal communities to food and space. *Coral Reefs*, 1:179-183.
- Campos, M., B. Mothes, R. Eckert, y R.W.M. van Soest, 2005. Haplosclerida (Porifera: Demospongiae) from the coast of Maranhao State, Brazil, Southwestern Atlantic. *Zootaxa*, 963:1-22.
- Carballo, J.L. y P. Gómez, 2002. Las esponjas marinas de Sinaloa: un recurso desconocido en nuestro litoral. p. 117-125. In: Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Ed.). Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa. Sinaloa, México.
- Carballo, J.L., P. Gómez, J.A. Cruz-Barraza, y D.M. Flores-Sánchez, 2003b. Sponges of the Family Chondrillidae (Porifera: Demospongiae) from the Pacific Coast of Mexico, with the description of three new species. *Proc. of the Biological Society of Washington*, 116 (2):515-527.
- Carballo, J.L., y S. Naranjo, 2002. Environmental health assessment of a large marine industrial complex based on a community of benthic filter-feeders. *Mar. Poll. Bull.*, 115(1):223-237.
- Carballo, J.L., S.A. Naranjo y J.C. García-Gómez, 1996. The use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 135:109-122.
- Carrera Parra, L.F., y J.M. Vargas Hernández, 1997. Comunidad críptica de esponjas del arrecife de isla de Enmedio, Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3):311-321.
- Carter, H.J., 1882. Some sponges from the West Indies and Acapulco in the Liverpool Free Museum described, with general and classificatory remarks. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 5(9):266-301.
- De Laubenfels, M.W., 1934. New sponges from the Puerto Rican deep. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 91(17):1-28.
- De Laubenfels, M.W., 1936. A discussion of the sponge fauna of the Dry Tortugas in particular and the West Indies in general, with material for a revision of the families and orders of the Porifera. Carnegie Inst. of Washington Publication. 467:225.
- De Laubenfels, M.W., 1950. An ecological discussion of the sponges of Bermuda. *Trans. Zool. Soc. London*, 27:155-201.
- De Laubenfels, M.W. 1953. Sponges from the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean*, 2(3):511-557.
- Duchassaing, F.P., 1850. Animaux radiaires des Antilles. Plon Frères, Paris 35 p.
- Duchassaing, F.P. y G. Michelotti, 1864. Spongiares de la mer Caraïbe. Natkd. Verh. Holl. Maatch. *Wetensch. Haarlem*, 21(3):1-124.
- Duran, S., y K. Rützler, 2006. Ecological speciation in a Caribbean marine sponge. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40:292-297.
- Ellis, J., y D. Solander, 1786. The natural history of many curious and uncommon Zoophytes, collected from various parts of the Globe. Systematically arranged and described by the late Daniel Solander. 4. Benjamin White & Son, London. 206 p.
- Esper, E.J.C., 1791-99. Die Pfazenthier in abbildungen nach der Natur mit Farben erleuchtet, nebst Beschreibungen. Zweyter Theil. Raspe, Nürnberg. 303 p.
- García González, L.R., 1994. Distribución espacial de esponjas en el arrecife Chopas, Antón Lizardo, Veracruz, Mex. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 40 p.
- Gómez, P., 2002. Esponjas Marinas del Golfo de México y el Caribe. AGT Editor, S. A. México. 134 p.
- Gómez, P. y G. Green, 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 11(1):69-90.
- Green, G., 1977a. Sinopsis taxonómica de 13 especies de esponjas del arrecife La Blanquilla, Ver., México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 4(1):79-98.
- Green, G., 1977b. Ecology of toxicity in marine sponges. *Mar. Biol.*, 40:207-215.
- Green, G., L. Fuentes y P. Gómez, 1986. Nuevos registros de Porifera del arrecife La Blanquilla, Ver., México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 13(3):127-146.

- Green, G. y P. Gómez, 1986. Estudio taxonómico de las esponjas de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 13(3):273-300.
- Green, G., P. Gómez y G.J. Bakus, 1990. Antimicrobial and ichthyotoxic properties of marine sponges from the Mexican waters. p. 109-114. In: K. Rützler (Ed.). *New perspectives in sponge biology*, Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., USA. 533 p.
- Hartman, W.D., 1955. A collection of sponges from the west coast of the Yucatán Península with descriptions of two new species. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, 5(3):161-189.
- Hechtel, G.J., 1965. A systematic study of the Demospongiae of Port Royal, Jamaica. *Bull. Peabody Mus. Nat. Hist.* 95 p.
- Higgin, T.H., 1877. Description of some sponges obtained during a cruise of the steam yacht "Argo" in the Caribbean and neighbouring seas. *An. Mag. Nat. Hist.*, 4(19):291-299.
- Hooper, J.N.A., 1996. Revision of the family Microcionidae (Porifera: Poecilosclerida: Demospongiae), with description of Australian species. *Memoirs of the Queensland Museum* 40:1-626.
- Hooper, J.N.A., y R.W.M. van Soest (Eds.). 2002. *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic, Nueva York, USA. (1):1101 p.
- Hyatt, A., 1875. Revision of the North American Porifera; with remarks upon foreign species. Part. I. *Memoirs of the Boston Society of Natural History* 2:399-408.
- Johannes, R.E., 1975. Pollution and degradation of coral reef communities. p. 13-51. In: E.J. Ferguson, and R.E. Johannes (Eds.). *Tropical Marine Pollution*. Elsevier Oceanography Series 12. Elsevier Sci. Publ. Co., New York, USA.
- Klatau, M., C.A.M. Russo, C. Lazoski, N. Boury-Esnault, J.P. Thorpe, y A.M. Solé-Cava, 1999. Does cosmopolitanism result from overconservative systematics? A case study using the marine sponge *Chondrilla nucula*. *Evolution*, 53(5):1414-1422.
- Kobluk, D.R., y R.W.M. van Soest, 1989. Cavity dwelling sponges in a southern Caribbean coral reef and their paleontological implications. *Bull. Mar. Sci.*, 44(3):1207-1235.
- Lamarck, J.B.P.A., 1814-1815. Suite des polypiers empâtés. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris*, 1:69-340.
- Lamarck, J.B.P.A., 1816. *Histoire naturelle des animaux sans vertébrés*. Verdière. Paris 2:558.
- Lévi, C., 1952. Spongiaires de la côte de Sénégal. *Bull. de l'Institut français d'Afrique noire A. Sciences naturelles*, 14(1):34-59.
- López Herrera, M., 1992. Diagnóstico taxonómico de las esponjas de las estructuras arrecifales de Antón Lizardo y Puerto de Veracruz. Tesis Profesional, Facultad Ciencias, UNAM. México. 88 p.
- Pallas, P.S., 1766. *Elenchus zoophytorum* sistens generum adumbrationes generaliores et specierum cognitarum succinctas descriptiones cum selectis auctorum synonymis. P. van Cleef: The Hague 451 p.
- Pang, R.K., 1973. The systematics of some Jamaican excavating sponges (Porifera). *Postilla* 161:75.
- Reiswig, H.M., 1973. Population dynamics of three Jamaican Demospongiae. *Bull. Mar. Sci.*, 23:191-226.
- Rose, C.S., y M.J. Risk, 1985. Increase in *Cliona delitrix* infestation of *Montastrea cavernosa* heads on an organically polluted portion of the Grand Cayman fringing reef. *Mar. Ecol.*, 6(4):345-363.
- Rosell, D., y M.J. Uriz, 1997. Phylogenetic relationships within the excavating Hadromerida (Porifera), with a systematic revision. *Cladistic*, 13:349-366.
- Rützler, K., 1986. Phylum Porifera. p. 111-127. In: W. Sterrer (Ed.). *Marine fauna and flora of Bermuda, a systematic guide to the identification of marine organisms*. John Wiley and Sons, Nueva York, USA.
- Rützler, K., 2002. Family Placospongiidae Gray, 1867. p. 196-200. In: J.N.A. Hooper, and R.W.M. van Soest (Eds.). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic, Nueva York, USA. (1)1101 p.
- Rützler, K., M.C. Diaz, R.W. van Soest, S. Zea, K.P. Smith, B. Alvarez y J. Wulff, 2000. Diversity of sponge fauna in mangrove ponds, Pelican Cays, Belize. *Atoll Research Bulletin*, 476:231-248.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Sarà, M., P. Gómez y A. Sarà, 2001. East Pacific Mexican *Tethya* (Porifera: Demospongiae) with description of five new species. *Proc. of the Biological Society of Washington*, 114 (3): 794-821.
- Schmidt, E.O., 1862. Die spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig, Engelmann, vii, 88 p.
- Schmidt, E.O., 1870. Grundzüge einer spongien-fauna des Atlantischen Gebietes. Leipzig, Engelmann i-iv, 1-88 p.
- Soest, R.W.M. van, 1978. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities. Part I. Keratosa. *Stud. Fauna Curacao Caribb. Isl.*, 191:1-167.
- Soest, R.W.M. van, 1980. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities. Part II. Haplosclerida. *Stud. Fauna Curacao Caribb. Isl.*, 62(191):1-173.
- Soest, R.W.M. van, 1984. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities, Part III. Poecilosclerida. *Stud. Fauna Curaçao Caribb. Isl.* 66(199):1-167.
- Soest, R.W.M. van, 2002. Family Coelosphaeridae Dendy, 1922. p. 528-546. In: J.N.A. Hooper, and R.W.M. van Soest (Eds.). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*. Kluwer Academic, N.Y., USA. (1)1101 p.
- Soest, R.W.M. van y J. Hajdu, 2002. Family Mycalidae Lundbeck, 1905. Pp. 669-690. In: J.N.A. Hooper, and R.W.M. van Soest (Eds.). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*. Kluwer Academic, N.Y., USA. (1)1101 p.
- Soest, R.W.M. van, J.N.A. Hooper, y F. Hiemstra, 1991. Taxonomy, phylogeny and biogeography of the marine sponge genus *Acarinus* (Porifera: Poecilosclerida). *Beaufortia*, 42(3):49-88.
- Soest, R.W.M., N. Boury-Esnault, D. Janussen, y J. Hooper, 2005. World Porifera database. Disponible en <http://www.marinespecies.org/porifera>.
- Sollas, W.J., 1886. Preliminary account of the Tetractinellid sponges dredged by H.S.M. "Challenger" 1872-1876. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, 5: 177-199.
- Sollas, W.J., 1889. On the Geodine genera, Synops Vosm., and Sidonops. A correction. *Scient. Proc. Roy Dublin Soc.*, 6(5):276-277.
- Uriz, M., 2002. Family Geodiidae Gray, 1867. p. 134-140. In: J.N.A. Hooper, and R.W. M. van Soest (Eds.). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*. Kluwer Academic, N.Y., USA. (1):1101 p.
- Vargas Hernández, J.M. y M.A. Román Vives, 2002. Corales pétreos de Veracruz, México. Guía de Identificación. Acuario de Veracruz, A.C., México. 63 p.
- Vosmaer, G.C.J., y J.H. Vernhout, 1902. The Porifera of the Siboga Expedition I. The genus Placospongia. p. 1-17. In: M. Weber (Ed.). *Siboga Expeditie Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanografisch gebied*. Monogr. 6.
- Weerd, W.H. de, K. Rützler y K.P. Smith, 1991. The Chalinidae (Porifera) of Twin Cays, Belize, and adjacent waters. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 104(1):189-205.
- Wiedenmayer, F., 1977. Shallow water sponges of the Western Bahamas. Exp. Supl. 28, Birkhauser Verlag Basel y Stuttgart. 278 p.
- Wilkinson, J., 1983. Net primary productivity in coral reef sponges. *Science*, 219:410-412.
- Wright, E.P., 1881. On a new genus and species of sponge with supposed heteromorphic zooids. *Proc. Roy. Irish Acad.*, 28:13-20.
- Wulff, J.L., 1996. Do the same sponge species live on both the Caribbean and eastern Pacific sides of the Isthmus of Panama? *Biologie*, 66 suppl:165-173.
- Wulff, J.L., 2006. Rapid diversity and abundance decline in a Caribbean coral reef sponge community. Elsevier 127:167-176.
- Wulff, J. L., y L.W. Buss, 1979. Do sponges help hold coral reefs together? *Nature*, 281(5731): 474-475.
- Zea, S., 1987. Esponjas del Caribe Colombiano. Catálogo Científico. Bogotá, Colomb. 286 p.

Solís Marín, F.A., A. Laguarda Figueras, y M.A. Gordillo Hernández, 2007. Estudio taxonómico de los equinodermos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 73-100. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

5



# Estudio Taxonómico de los Equinodermos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

TAXONOMIC STUDY OF ECHINODERMS  
IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM NATIONAL PARK

*F.A. Solís Marín\**, *A. Laguarda Figueras* y *M.A. Gordillo Hernández*

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## RESUMEN

El presente trabajo tiene el objetivo de estudiar taxonómicamente la fauna de equinodermos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). La información que se presenta incluye especies recolectadas y observadas durante dos salidas de trabajo de campo realizadas en abril del 2005 en cuatro estaciones: dos en la laguna del arrecife Sacrificios y dos en la laguna del arrecife de Enmedio. Adicionalmente, se anexa la información existente en la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la Universidad Nacional Autónoma de México y del “United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution” Washington D. C., E.U.A., sobre los equinodermos recolectados en la zona desde el año 1954. Se identificaron 46 especies, de cinco clases, 14 órdenes, 23 familias y 32 géneros. Se presenta un inventario faunístico de las especies con información acerca de sus sinonimias, diagnosis, hábitat, distribución batimétrica y geográfica, así como su ocurrencia dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Se presentan 15 nuevos registros para el estado de Veracruz: *Asterinides folium*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma brevicaudum*, *Amphipholis squamata*, *Ophiostigma isocanthum*, *Amphiura simpsonii*, *Ophiobrix lineata*, *Plagiobrissus grandis*, *Pseudothyone belli*, *Actynopyga agassizii*, *Holothuria impatiens*, *Holothuria arenicola*, *Holothuria thomasi*, *Isostichopus macroparentheses* y *Epitomapia roseola*.

## ABSTRACT

The information presented in this work includes species collected and observed during two field trips (April, 2005) to four sampling stations, two at the Sacrificios Reef Lagoon and two at Enmedio Reef. Information held in the “Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Li-

\* e-mail: [fasolis@icmyl.unam.mx](mailto:fasolis@icmyl.unam.mx)

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

monología” at the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) and by the U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institute, Washington, D.C., on echinoderms collected in the area since 1954 is also presented. 46 species were identified corresponding to five classes, 14 orders, 23 families and 32 genera. A taxonomic list with synonymies, descriptions, geographic distribution, bathymetric distribution and data on the distribution of the species inside the Veracruz Reef System National Park is also presented. 15 new recordings for Veracruz State are shown: *Asterinides folium*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma brevicaudum*, *Amphipholis squamata*, *Ophiostigma isocanthum*, *Amphiura simpsonii*, *Ophiobrix lineata*, *Plagiobrissus grandis*, *Pseudothyone belli*, *Actynopyga agassizi*, *Holothuria impatiens*, *Holothuria arenicola*, *Holothuria thomasi*, *Isostichopus macroparentheses*, and *Epitomapta roseola*.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento taxonómico existente sobre los equinodermos de las costas del estado de Veracruz es limitado. Hasta hace relativamente pocos años se empezaron a realizar en México listados faunísticos de los equinodermos de las zonas arrecifales del país (Bravo *et al.*, 1999; Laguarda Figueras *et al.*, 2001, 2002, 2004; Solís Marín *et al.*, 1993; Durán González *et al.*, 2005). El interés por inventariar la diversidad de especies del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PN-SAV) se debe a la necesidad de conocer el elenco taxonómico de los grupos que en él habitan.

Las costas veracruzanas son privilegiadas por tener complejos arrecifales de gran importancia ecológica, los cuales posiblemente funcionen como reservorios, puentes y puntos de diseminación de especies, entre las áreas arrecifales caribeñas y las de Florida (Vargas Hernández *et al.*, 1993). Si bien, es sabido que los equinodermos son elementos conspicuos de la fauna arrecifal (Bakus, 1968; Hendler *et al.*, 1995), no existe ningún “equinodermo arrecifal” propiamente dicho (Birkeland, 1989), ya que todas las especies de equinodermos asociadas a los arrecifes de coral son especies generalistas, capaces de vivir en otros hábitat marinos.

Los equinodermos son importantes componentes de la fauna arrecifal ya que forman parte primordial de la trama alimenticia de ese ecosistema; al existir especies coralívoras, tales como la estrella de mar *Acanthaster planci*, su abundancia y distribución dentro del sistema puede determinar la estructura misma del arrecife. Aunado a ello, los equinodermos representan un papel muy importante en la disponibilidad de carbonato y

nutrientes en los arrecifes de coral (Birkeland, 1987).

El estado de Veracruz posee una fauna rica en equinodermos: 116 especies incluidas en cinco clases, 17 órdenes, 36 familias y 75 géneros (Anexo I). La Colección Nacional de Equinodermos (ICML, UNAM), cuenta con registros recolectados en Veracruz y, en particular en el PNSAV, desde 1946; asimismo, el “United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution” (USNM) Washington D. C., EUA, cuenta con registros de equinodermos recolectados en la zona desde el año 1954.

Los primeros registros de equinodermos provenientes de Veracruz, se remontan a Ives (1890), quien reporta siete especies de equinodermos “asociadas a corales”. Mas tarde, Tommasi (1966) describe una nueva especie de crinoideo (*Nemaster mexicanensis* = *N. rubiginosa*) del PNSAV. Henkel (1982) enlista a los equinodermos presentes en los arrecifes de la isla de Enmedio. Entre los pocos trabajos referidos especialmente al PNSAV, está el de Sánchez (1993), quien reporta 16 especies de equinodermos para la isla de Enmedio, mientras que Gutiérrez *et al.* (1993) hacen una comparación de arrecifes coralinos de Veracruz y Quintana Roo, reportando ocho especies de equinodermos para la zona de estudio.

Maya (1993), habla sobre el rendimiento gonadal, la distribución y la abundancia del erizo *Lytelchinus variegatus* en el arrecife Hornos; Nishimura (2005) habla sobre la distribución, abundancia y uso económico de la testa y gónadas del erizo *Tripneustes ventricosus* del arrecife de isla Verde. Celaya (2006) realiza un listado y aporta datos eco-

lógicos sobre siete especies de erizos regulares de la parte sur de la laguna arrecifal de isla Verde.

El presente capítulo tiene entre sus objetivos presentar, ordenadas taxonómicamente, las especies de equinodermos presentes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PN-SAV), además de proveer información sobre sus sinonimias, descripción, hábitat, distribución

geográfica y batimétrica, presentando datos sobre su ocurrencia dentro de la zona de estudio. Este trabajo incrementa el conocimiento de la biodiversidad marina del PNSAV y toda la información contenida en el mismo podrá ser utilizada para el manejo integral de la zona, entre otros fines prácticos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La fuente principal de información proviene del material que se recolectó mediante recorridos al azar sobre las zonas de sotavento y barlovento de las islas de Sacrificios y Enmedio durante una salida de trabajo realizada en el mes de abril del 2005. La colecta de material se realizó mediante buceo SCUBA diurno. La georreferenciación de los sitios de colecta se hizo con el apoyo de un geoposicionador manual.

Una vez recolectados, los ejemplares se etiquetaron para ser trasladados a tierra donde fueron sometidos a un proceso de narcotización, durante 1 h, utilizando hidrato de cloral a diferentes concentraciones dependiendo de la talla de los organismos (en una proporción de 1 gr L<sup>-1</sup> de agua de mar). Los especímenes de las Clases Asteroidea y Echinoidea se fijaron en formol al 5-8% (preparado con agua de mar), sólo en cortos plazos de tiempo (36 h), y fueron trasladados posteriormente a un recipiente con alcohol al 70% para su preservación.

Las Clases Crinoidea y Holothuroidea se conservaron en alcohol al 70-80% (nunca en formol). Los holoturoideos de tallas grandes, debido a la gran cantidad de líquido que poseen en el cuerpo, se cambiaron de alcohol aproximadamente una semana después.

Algunos ejemplares (no holoturoideos) fueron preservados en seco, después de fijados, se secaron a temperatura ambiente evitando los rayos del sol y se guardaron en cajas de cartón o material acrílico bien cerradas, incluyendo los datos de colecta e identificación respectivos.

Para la identificación de las especies recolectadas, se utilizaron claves y diagnosis de Clark, (1947, 1950); Caso (1961), Chesher (1970), Kier (1975), Gamboa Contreras (1978), Serafy (1979), Worbis Torres (1986) y Gallo (1988), teniendo en cuenta las observaciones de Hendler *et al.*, (1995).

Se incluyeron los registros de equinodermos de la Colección Nacional de Equinodermos (CNE) "Dra. María Elena Caso Muñoz" del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la UNAM, recolectados en la zona, los cuales datan de 1946. El material recolectado fue incorporado a la CNE del ICML, UNAM.

Para la organización taxonómica general del listado presentado se siguieron los criterios de los siguientes autores: para la Clase Crinoidea: Clark, (1947, 1950); para la Clase Asteroidea: Clark y Downey (1992), Clark (1989, 1993, 1996); para la Clase Ophiuroidea: Matsumoto (1915), Fell (1960); para la Clase Echinoidea: Mortensen (1928, 1935, 1940, 1943, 1948, 1950, 1951); para la Clase Holothuroidea: Deichmann (1954), Pawson y Fell (1965).

Adicionalmente, se anexó la información de los registros existentes de equinodermos recolectados en la zona de estudio desde el año 1954 pertenecientes a las colecciones científicas: CNE del ICML, de la UNAM y del "United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution" (USNM), Washington D. C., E.U.A.

## RESULTADOS

En los muestreos realizados, se recolectaron 259 individuos correspondientes a 27 especies. Dieciocho especies más fueron anexadas de los registros de equinodermos depositados en las colecciones del ICML, UNAM y del USNM.

El elenco sistemático de los equinodermos hasta ahora conocidos para el PNSAV consta de 46 especies (un crinoideo, seis asteroideos, 14 ofiuroideos, nueve equinoideos y 16 holoturoideos), distribuidos en 32 géneros, 23 familias, 14 órdenes y cinco clases. De éstas especies, 31 constituyen nuevos registros para el PNSAV. Asimismo, se dan a conocer 16 nuevos registros para el estado de Veracruz (Anexo 1).

**ORDEN COMATULIDA A. H. CLARK, 1908**  
**FAMILIA COMASTERIDAE**  
**A. H. CLARK, 1908**  
***Nemaster rubiginosus***  
**(POURTALES, 1869)**

***Antedon rubiginosa***  
**Pourtalès, 1869: 356**  
***Nemaster mexicanensis***  
**Tommasi, 1966: 55-157**  
***Nemaster rubiginosus***  
**(Pourtalès, 1869). Macurda y Meller,**  
**1983:360; Sefton y Webster, 1986: 92**

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 08/04/2005, recolecta y observaciones hechas con SCUBA, parte norte del arrecife (19°18'024" N, 96°09'145" W). Tomassi (1967) la reporta como *Nemaster mexicanensis* para arrecife la Blanquilla (19°13'35" N, 96°06'W), 10-15 m (sintipos: USNM E10852, 1 ejemplar, arrecife la Blanquilla; USNM E10853, 1 ejemplar, arrecife la Blanquilla, sin datos de recolecta, aprox. año 1966). Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 10-20 m.

**Descripción.** Crinoideo de vida libre con 20–40 brazos o más (dependiendo del tamaño del organismo, los adultos suelen tener un número mayor de brazos), los brazos son del mismo largo (aprox. 10-37 cm). Pínulas sucesivas arregladas entre sí perpendicularmente. Boca cerca del

margen del disco, el ano se localiza en el centro del disco sobre una protuberancia o cono (cono anal). Tres o cuatro pares de pínulas orales cercanas al disco terminando en “peines”. El patrón de coloración de esta especie, en el sistema arrecifal veracruzano, es uniformemente anaranjado brillante, con una línea negra dorsal a lo largo de cada brazo, en otras partes del mundo la especie presenta otros patrones de coloración como: brazos negros, pínulas naranja o negras con puntas naranja; brazos y pínulas negras, etc.

**Hábitat.** En los márgenes y crestas del arrecife de coral, generalmente en ambientes de baja energía; de 1-334 m, más común a profundidades de 6-15 m (Macurda y Meller, 1983; Hendler *et al.*, 1995); 10-15 m en el arrecife la Blanquilla (Tommasi, 1966). En isla Sacrificios se encontró a 4 m.

**Distribución.** Oeste del Golfo de México, Florida (de Dry Tortugas a Cayo Largo), Bahamas, islas Turku y Caicos, arco de las antillas desde isla Hispanola a Barbados e islas Grenadinas, incluyendo Gran Caimán y Jamaica. Costa caribeña de América Central y Sudamérica, de México a Brasil (Macurda y Meller, 1983; Hendler *et al.*, 1995).

### CLASE ASTEROIDEA

**ORDEN VALVATIDA PERRIER, 1884**  
**FAMILIA ASTERINIDAE GRAY, 1840**  
***Asterinides folium* (LÜTKEN, 1860)**

***Asteriscus folium* Lütken, 1860: 60-61**  
***Asterinides folium* O'Loughlin, 2002:**  
**293**

**Material Examinado.** Isla de Enmedio, 08/1951. Primer registro para el PNSAV.

**Descripción.** Estrella de mar de cuerpo pequeño (ejemplares de 3 cm de largo total). Disco central bajo, de margen delgado. De cinco a seis brazos cortos de base ancha. Las placas que cubren el cuerpo se encuentran densamente cubiertas por cuerpos cristalinos y armados con espineletas delgadas. Áreas papulares grandes, arregladas en seis series longitudinales en cada

brazo. Placas actinales armadas con “peines” de 2-5 dienteillos (generalmente 3-4). Pedicelarios ausentes.

**Hábitat.** Dentro de grietas, por debajo de piedras y trozos de coral muerto. Algunas veces entre arena. 0-15 m. (Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución.** Bermuda, Bahamas, Florida, México y Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

**ORDEN VALVATIDA PERRIER, 1884**  
**FAMILIA OREASTERIDAE FISHER, 1911**  
***Oreaster reticulatus***  
**(LINNAEUS, 1758)**

***Asterias reticulata* Linnaeus, 1758:**  
**661**

**Material Examinado.** Isla Sacrificios (19°10'27"N 96°05'31"W), 02/05/1963; Isla de Enmedio (19°06'070"N, 095°56'34.4"W), 9/04/2005, sotavento. Sánchez (1993) la reporta para isla de Enmedio a 2 m.

**Descripción.** Estrella de mar de cuerpo robusto, puede alcanzar un diámetro de 50 cm. El disco central es robusto y elevado. Cinco o seis brazos, así mismo, robustos se conectan al disco en su base ancha; las puntas de los brazos son obtusas. El disco de los juveniles es más aplanado que el de los adultos. La ornamentación abactinal del cuerpo es reticulada con tubérculos romos, cortos y de base ancha. La superficie actinal es plana, salvo por una ligera concavidad cerca de la boca cubierta por placas granuladas de tubérculos más cortos que los actinales. Los surcos ambulacrales están cubiertos por una serie de espinas planas, de punta obtusa.

**Hábitat.** Esta especie prefiere las aguas someras, de baja energía, lagunas arrecifales y canales de mangle. Generalmente habita sobre praderas de *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme* (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio se observó sobre arenales sin vegetación. De 1-37 m (Hendler *et al.*, 1995). En isla de Enmedio se observó 1 ejemplar a 0.5 m., en la zona de rompiente sobre sustrato arenoso.

**Distribución.** A ambos lados del Atlántico, desde Carolina del Norte (Cabo Hatteras) y Bermu-

das, Sur de Florida, Islas Bahamas, Brasil, Caribe Mexicano. En Cabo Verde, frente al oeste de África (Hendler *et al.*, 1995).

**FAMILIA OPHIDIASTERIDAE**  
**VERRILL, 1870**  
***Linckia guildingii* GRAY, 1840**

***Linckia guildingii* Gray, 1840: 285**

**Material Examinado.** Punta de isla Hornos, 22/04/1946; Isla Verde; Isla de Enmedio, 01/08/1951; Isla de Enmedio, 25/05/1955; Isla Sacrificios, 24/01/1957; Isla Sacrificios, 27/01/1957; Arrecife La Blanquilla, 12/02/1957; Isla Verde, 26/02/1959; Isla de Enmedio, 01-05/09/1959; Isla de Enmedio, 01/02/1960; Isla Verde, 02/1960; Isla de Enmedio, 05/1960; Isla Blanquilla, 30/04/1992; Isla Sacrificios, 6-8/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96° 09'14.5"W) recolecta y observaciones sobre el transecto; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones; Isla de Enmedio, (19°06'070"N, 095°56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento; USNM E 37407, año 1954, Isla Sacrificios. Moore (1958) la reporta para arrecife La Blanquilla (21°33'N, 97°17'W) y Sánchez (1993) para la isla de Enmedio.

**Descripción.** Estrella de mar de disco pequeño y brazos delgados, el largo de éstos es casi siempre desigual. De cuatro a siete brazos. La mayoría de los ejemplares suelen ser pequeños y muchas veces con un brazo más largo que el resto. Los brazos vistos desde arriba se ven cilíndricos; la superficie actinal es plana y cóncava a lo largo de los surcos ambulacrales. El ancho de los brazos varía muy poco desde su base a la punta. La ornamentación abactinal consiste en pequeños gránulos lisos. Las áreas papulares están localizadas en depresiones someras entre las placas hundidas de las superficies superior y lateral de los brazos. De una a cinco madreporitas. Los gránulos que cubren la superpie inferior de los brazos incrementan su talla hacia el ambulacro. Las espinas que bordean los surcos ambulacrales son más bien gránulos grandes de puntas obtusas.



**Hábitat.** Generalmente sobre fondos duros en arrecifes de coral, también sobre arena entre parches de arrecife; generalmente de 1-2 m. Reportada en Florida de 18-27 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio fue recolectada a profundidades que van de 0 a 2.3 m.

**Distribución.** En el Atlántico oeste se reporta para Bermudas, desde Florida a Brasil; de las Islas Bahamas a México, en numerosas islas caribeñas, y dentro de los complejos arrecifales del Golfo de México (Hendler *et al.*, 1995) tales como el Sistema Arrecifal Veracruzano.

*Linckia nodosa* PERRIER, 1875

*Linckia nodosa* Perrier, 1875: 153  
*Calliophidiaster psicodelica* Tomassi, 1970: 10

**Material Examinado.** Isla de Enmedio, 2/08/1951, sin profundidad de colecta. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Estrella de mar de disco pequeño, cinco brazos largos, cilíndricos. Placas abactinales grandes, cubiertas de gránulos; algunas placas marginales poseen pequeñas espinas o tubérculos centrales. Áreas papulares pequeñas, de 2-18 poros por área, ninguno debajo de las placas inferomarginales. Placas actinales en dos hileras. Una sola madreporita inconspicua. Placas terminales elevadas, redondeadas, desnudas o cubiertas con gránulos.

**Hábitat.** No se conoce, probablemente sobre rocas de tamaño mediano; de 35-475 m (Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución.** De Carolina del Norte, EUA a Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophidiaster guildingii* GRAY, 1840

*Ophidiaster guildingii* Gray, 1840: 248

**Material Examinado.** Isla de Enmedio, 01-05/09/1959; Isla Verde, 02/02/1960; Isla de Enmedio, 12/02/1960; Isla de Enmedio, 2/05/1960; La Anegada de Afuera (19°13'42" N, 96°03'45" W), 29/04/1996; Isla Sacrificios, 6 y 8/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"

N, 96°09'14.5"W) recolecta y observaciones sobre el transecto. Henkel (1982) la reportó para el arrecife de la Isla de Enmedio.

**Descripción.** Estrella de mar con disco pequeño, cinco brazos delgados, de igual tamaño, de tres a cuatro veces el diámetro del disco. Siete hileras longitudinales de placas planas que alternan con ocho hileras de áreas papulares. Las placas están cubiertas con gránulos extremadamente pequeños. Las áreas papulares con 15 o menos perforaciones. Placas oculares prominentes y conspicuas colocadas en la punta de los brazos. Dos hileras de espinas al borde los surcos ambulacrales, la hilera externa con las espinas más largas y puntiagudas.

**Hábitat.** Arrecifes de coral, sobre fragmentos de coral y piedra; de 0 a 6 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio fue recolectada a 4 m.

**Distribución.** Florida, México, Belice, Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

ORDEN FORCIPULATIDA PERRIER, 1884

FAMILIA ASTERIIDAE GRAY, 1840

*Coscinasterias tenuispina*  
(LAMARCK, 1816)

*Asterias tenuispina* (Lamarck, 1816):  
561-562

**Material examinado.** Anegada de Afuera (19°13'42"N, 96°03'45" W), 29/04/1996. Se recolectó a menos de 1 m. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Estrella de mar con seis o nueve brazos, generalmente siete. Placas carinales en series regulares. Placas dorsolaterales formando un retículo abierto. Grandes pedicelarios curvos, cruzados con un diente proyectado al final. Los pedicelarios rectos presentan lóbulos terminales.

**Hábitat.** Zonas del arrecife de baja energía; escondida en las grietas de las rocas; de 0-165 m (Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución.** Carolina del Norte, Bermudas, Cuba, Brasil, Islas Azores, Bahía de Biscaya, Islas Canarias, Cabo Verde, Mar Mediterráneo (Hendler *et al.*, 1995).

## CLASE OPHIUROIDEA GRAY, 1840

## ORDEN OPHIURIDA

## MÜLLER Y TROSCHER, 1840

## FAMILIA OPHIURIDAE LYMAN, 1865

*Ophiolepis impressa* LÜTKEN, 1859*Ophiolepis impressa*

Lütken, 1859: 203

*Ophiozona impressa* Lyman, 1865: 64

**Material Examinado.** Isla Sacrificios (19°10'47.6"N, 96°05'42.2" W), 07/06/2004; Isla de Enmedio (19°06'10.1"N, 96°56'39.2" W), 11/06/2004; Isla Sacrificios, 08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'24"N, 96°09'14"W). Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroido con la superficie dorsal del disco con tres o más columnas de escamas mayores en cada área interradianal. Disco convexo, áspero, con placas ligeramente hinchadas, cuatro (raramente cinco) espinas sobre la mayoría de las placas laterales de los brazos. Arreglo de las escamas intercaladas discontinuo. Placas dorsales de los brazos con piezas suplementarias. Los pies ambulacrales son pequeños y blanquecinos, completamente retraídos dentro de la escama tentacular opercular.

**Hábitat.** Se puede encontrar en todas las zonas del arrecife, pero más hacia las partes bajas de éste, sobre arena, bajo corales o losas de coral, rocas y en algunos casos sobre algas; de zona intermareal a 24 m (Hendler *et al.*, 1995). Recolectada en la zona de estudio de 4-7 m.

**Distribución.** Islas Bahamas, Cayos de la Florida, Dry Tortugas, Texas, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, St. Thomas, St. Croix, Guadalupe, Barbados, Curazao, Belice, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil y México (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophiolepis paucispina* (SAY, 1825).*Ophiura paucispina* Say, 1825: 149

**Material examinado.** Isla de Enmedio, 01/02/1960; Isla Verde, 08/1986; Arrecife Hornos, 05/06/2004 (19°11'32.9" N, 96°07'36.6" W); Isla de Enmedio (19°06'52.5" N, 95°56'09" W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observacio-

nes; Isla Sacrificios, 07/06/2004 (19°10'49.1" N, 96°05'45.9" W); Isla de Enmedio (19°06'07.0" N, 95°56'34.4" W), 09/04/2005, sotavento. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroido de disco convexo, áspero. Superficie dorsal del disco con escamas grandes, completa o incompletamente rodeadas de numerosas y pequeñas escamas intercaladas. Placas central y radial incluidas en una roseta central bien definida. Superficie dorsal del disco con tres o más columnas de escamas mayores en cada área interradianal; una o dos espinas diminutas cortas, cónicas sobre las placas laterales del brazo. Una fila continua de pequeñas escamas intercaladas rodeando las escamas mayores del disco. Segmentos dorsales del brazo con placas suplementarias excepto cerca de la punta. Pies ambulacrales pequeños, lisos y retraídos en el poro ambulacral, los cuales tienen forma opercular.

**Hábitat.** Se encuentra en aguas someras sobre llanos de arena arrecifal, manglar, lagunas y ambientes de pastos marinos; bajo losas de corales y sobre arena de cuarzo, sobre algas calcáreas tales como *Halimeda* y entre restos de algas y pastos marinos; de 1-37 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio se recolectó a profundidades de 0 a 2 m.

**Distribución.** Bermudas, Islas Bahamas, Cayos de Florida y Dry Tortugas, Texas, Jamaica, Haití, Puerto Rico, St. Thomas, St. Barthélemy, Antigua, Barbados, Tobago, Trinidad, Curazao, Aruba, México, Belice, Panamá, Colombia, Brasil, incluyendo Isla de Trinidad y Cuba (Hendler *et al.*, 1995).

## FAMILIA OPHIUCOMIDAE

## LJUNGMAN, 1867

*Ophiocoma echinata* (LAMARCK, 1816)*Ophiura echinata* Lamarck, 1816: 543

**Material examinado.** Isla Verde, 27/01/1957; Isla de Enmedio, 27/01/1957; Isla de Enmedio, 01-02/02/1960; Isla de Enmedio (96°06'N, 95°56'W), 02/1960; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones. Sánchez (1993) y

Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 10- 24 m.

**Descripción.** Ofiuroideo con el disco cubierto por gránulos microscópicos, casi esféricos. Las mandíbulas presentan papilas orales y dentales. Las espinas del brazo son lisas y sólidas; de estas las más dorsales del brazo pueden ser más largas o más cortas que las espinas adyacentes al disco, que son las espinas más largas cerca de la punta del brazo; tres espinas en la primera y segunda placa lateral del brazo y diferentes números de espinas en las placas laterales de los brazos más allá del disco. Presentan dos escamas tentaculares; pies ambulacrales son blancos. Los juveniles son casi completamente negros con bandas en los escudos radiales y varias bandas blancas en los brazos.

**Hábitat.** Se puede encontrar en todas las zonas del arrecife, pero es más común hacia las partes bajas de éste, sobre arena, bajo corales o losas de corales y rocas y en algunos casos sobre algas. De intermarea a 24 m (Hendler *et al.*, 1995). En la zona de estudio se recolectó de 0-2 m.

**Distribución.** Bahamas, Cayos de la Florida, Dry Tortugas, Texas, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, St. Thomas, St. Croix, Guadalupe, Barbados, Curazao, Belice, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil y México (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophiocoma wendtii*  
MÜLLER Y TROSCHER, 1842

*Ophiocoma wendtii*  
Müller y Troschel, 1842: 99

**Material examinado.** Isla Verde, 27/01/1957; Isla de Enmedio, 01/09/1959; Isla de Enmedio, 01-02/02/1960; Isla Verde, 7/04/1981; Isla Sacrificios, 06-08/04/2005, parte norte del arrecife (19°.18'24"N, 96°09'145"W) recolecta y observaciones sobre el transecto; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones; Isla de Enmedio, (19°06'070"N, 095°56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroideo con el disco cubierto por gránulos. Presenta papilas orales y dentales

en las mandíbulas. Las espinas más dorsales de las placas laterales del los brazos son las más largas, generalmente su longitud es de cuatro a cinco el tamaño de los segmentos del brazo. Dos espinas en la primera placa lateral del brazo y tres en la segunda y números alternos de espinas en lo sucesivo, una escama tentacular.

**Hábitat.** Esta especie se puede encontrar en todas las zonas del arrecife, manglares y parches de pastos marinos, bajo rocas y losas coralinas, en colonias de corales, algas y bajo esponjas; usualmente de 1– 27 m (Hendler *et al.*, 1995), también ha sido reportada a 384 m. En el área de estudio fue recolectada de 0 a 7m.

**Distribución.** Bermudas, Bahamas, Cayos de Florida, Dry Tortugas, por fuera de los arrecifes de Texas, Cuba, Jamaica, Haití, Puerto Rico, Islas Sotavento y Barlovento, Tobago, México y Costas de Centro y Sudamérica a Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophiocoma pumila* H.L. CLARK, 1939

*Ophiocoma pumila* H. L. Clark, 1939:  
451

**Material examinado.** Isla Sacrificios (19° 10'491"N, 96°05'459"W), 26/02/2005; Isla Sacrificios (19°10'589"N, 96°05'578"W) 27/02/2005; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 9/04/2005, barlovento, recolecta. Nuevo registro para el estado de Veracruz, y para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroideo de talla pequeña (largo de brazos ~ 19 mm), con seis brazos. Disco cubierto de gránulos. Posee la combinación típica de papilas dentales y orales semejante a las especies del género *Ophiocoma*. Sus formas en general semejan mucho a las etapas juveniles de *Ophiocoma pumila*.

**Hábitat.** En arrecifes de coral, sobre coral, fragmentos de coral y algas; de 1-18 m (Hendler *et al.*, 1995), en la zona de estudio se recolectó de 1–2 m.

**Distribución.** Bermudas, Dry Tortugas, Bahías de Florida, Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, St. Martín , Barbados, Tobago, Donaire, Curazao, Belice y Venezuela (Hendler *et al.*, 1995).

FAMILIA OPHIODERMATIDAE  
LJUNGMAN, 1867  
*Ophioderma brevicaudum*  
LÜTKEN, 1856

*Ophioderma brevicaudum*  
Lütken, 1856:8

**Material examinado.** Arrecife Hornos (19° 11'39"N, 96°07'27"W). Se desconoce la fecha de recolecta. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Como su nombre lo indica, la longitud de los brazos de este ofiuroido es corta en relación al diámetro del disco. Cuatro hendiduras bursátiles asociadas a cada brazo, visibles por la región bucal. Disco cubierto por gránulos, los gránulos del centro del disco son más pequeños y redondeados que aquellos de los márgenes y zona bucal. Escudos adorales cubiertos por gránulos. Espinas de los brazos pequeñas, aplanadas y apresas.

**Hábitat.** Ambientes de alta energía como zonas de rompiente o en crestas someras del arrecife. Debajo de rocas y sobre pastos marinos; de 1-64 m (Hendler *et al.*, 1995). Se recolectó en la zona de estudio de 0.5-1 m.

**Distribución.** Bermudas, Florida, Bahamas, Cuba, Jamaica, Haití, Puerto Rico, Barbados, Tobago, Isla La Tortuga, México, Belice, Panamá, Colombia, Venezuela, Islas Ascensión (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophioderma cinereum*  
MÜLLER Y TROSCHER, 1842

*Ophioderma cinereum*  
Müller y Troschel, 1842: 87  
*Ophioderma antillarum*  
Lütken, 1859: 190

**Material examinado.** Arrecife Hornos, 15-22/05/1946; Isla Sacrificios, 26/01/1957; Isla Verde, 27/01/1957; Isla de Enmedio, 01/09/1959; Isla Verde, 26/09/1959; Isla de Enmedio, 01-02/02/1960; Isla Sacrificios, 13/05/1961; Isla Sacrificios, 25/01/1962; Isla Verde, 08/1986;

Isla de Enmedio, 05/03/1997; Isla de Enmedio (19°06'114"N, 95°56'261"W), 10/06/2004; Isla Sacrificios, 11/06/2004; Isla de Enmedio (19° 06'123"N, 95°56'217" W), 30/10/2004; Arrecife Hornos (19°11'297"N, 96°07'366"W), 05/06/2004; Isla Sacrificios, 6/04/2005, recolecta y observaciones sobre el transecto; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento; Isla de Enmedio, (19° 06'070" N, 095°56'34.4"W), 9/04/2005, sota-vento. Sánchez (1993) reportó esta especie para la Isla de Enmedio.

**Descripción.** Ofiuroido con la parte superior del disco densamente cubierta de gránulos microscópicos redondeados que ocultan las escamas basales; escudos radiales desnudos. Cuatro hendiduras genitales en cada área interbraquial. Placas orales redondeadas-trianguulares; el borde distal no es muy convexo. Las espinas de las placas laterales de los brazos son pequeñas y dan la apariencia de estar prensadas, su punta es roma y se incrementa gradualmente su tamaño hacia la superficie ventral. Color gris o gris castaño con frecuencia oscuro. La mayoría de los ejemplares de esta especie presenta una línea oscura alrededor de los escudos radiales, los brazos están bandeados.

**Hábitat.** En todas las zonas del arrecife, incluyendo zonas de manglares y pastos marinos; de 0 a 24 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio fue recolectada a 0-2.3 m.

**Distribución.** Bermudas(?), Islas de Barbados, cayos de la Florida, Dry Tortugas, Cuba, Jamaica, Haití, Puerto Rico, islas de barlovento y sota-vento, Barbados, Tobago, Curazao, Aruba, y las costas de centro y Sudamérica a Brasil (Hendler *et al.*, 1995). Caribe Mexicano y Sistema Arrecifal Veracruzano.

*Ophioderma guttatum* LÜTKEN, 1859

*Ophioderma guttata* Lütken, 1859: 197

**Material examinado.** Isla de Enmedio, 1-2/02/1960; Anegada de Afuera, 29/04/1996; Isla Sacrificios, 6/04/2005; Isla de Enmedio, barlovento (19°06'52.5"N, 95°56'09"W),

9/04/2005; recolectas y observaciones sobre el transecto. Sánchez (1993) reportó esta especie para la isla de Enmedio.

**Descripción.** Ofiuroideo con gránulos planos en el disco que cubren el escudo adoral completamente. Cuatro hendiduras genitales en cada interrradio. Cada placa dorsal del brazo esta dividida en piezas muy pequeñas, cuyo número y arreglo es difícil de determinar. Las espinas del brazo son pequeñas, y las espinas dorsales son más delgadas que las típicas para las especies de *Ophioderma*; en individuos pequeños son particularmente más delicadas y afinadas. La superficie dorsal del disco y de los brazos es de color gris pizarra, con numerosos, pequeños y uniformemente espaciados puntos negros. La superficie ventral es amarilla, naranja o parduzco-amarillenta con naranja o con manchas castañas.

**Hábitat.** Alrededor de la cresta, zonas de cresta y valles de los arrecifes coralinos. Bajo los corales y bajo grandes corales cerebro; de los 1 a los 18 m (Laguarda Figueras *et al.*, 2004). En el área de estudio fue colectada de 0 a 2.3 m.

**Distribución.** Cayos de la Florida; Bahamas; Jamaica; Sto. Thomas; Barbados; Tobago; Belice; Colombia; Cuba; Caribe Mexicano (Laguarda Figueras *et al.*, 2004) y Sistema Arrecifal Veracruzano.

**FAMILIA OPHIACTIDAE MATSUMOTO, 1915**  
*Ophiactis savignyi*  
 (Müller y Troschel, 1842)

*Ophiolepis savignyi*

Müller y Troschel, 1842: 95

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 26/01/1957; Isla Sacrificios (19°10'27"N, 96°05'31"W), 26/01/1962; Isla de Enmedio, 01-05/09/1969; Isla Sacrificios (19°10'54"N, 96°05'30"W), 3/01/1997; Isla Sacrificios, 4/05/1997; Arrecife Hornos (19°11'371"N, 96°07'399"W), 5/06/2004; Arrecife Hornos (19°11'N, 96°07'W), 05/06/2004; Isla Sacrificios (19°10'491"N,

96°05'459" W), 08/06/2004; Isla Sacrificios, 06-08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96°09'14.5"W) recolecta y observaciones sobre el transecto; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones; Isla de Enmedio, (19°06'070"N, 095°56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento. Sánchez (1993) reportó esta especie para isla de Enmedio.

**Descripción.** Por lo general, esta especie de ofiuroideo tiene seis brazos, su disco está cubierto por escamas pequeñas imbricadas que sostienen pequeñas espinas dispersas, toscamente puntiagudas. Escudos radiales más largos que la mitad del radio del disco. Carece de placas dorsales accesorias en el brazo. Las papilas orales son generalmente inconspicuas y no forman una serie continua a lo largo del borde de la mandíbula, presentan dos papilas orales (a veces una o tres) aplastadas y con forma de escamas. De cinco a seis espinas en las placas laterales del brazo, éstas son toscamente de talla similar, excepto en las espinas ventrales que son relativamente pequeñas y son casi tan anchas en la punta como en la base. La punta de la espina es distintivamente espinulosa frecuentemente con "dientes" en esquinas opuestas. Los especímenes tienen combinaciones variadas de castaño verdoso, verdoso, bronce y crema, hay normalmente un parche blanco en la punta exterior del escudo radial.

**Hábitat.** Todas las zonas del arrecife, en pastos marinos, áreas de manglares y en comunidades contaminadas, sobre estructuras marinas y en los fondos de embarcaciones. Esta especie vive sobre algas, corales, esponjas y rocas o lajas; común en aguas bajas, pero ha sido reportada hasta en 518 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio fue recolectada a 0-2.3 m.

**Distribución.** Se puede encontrar en aguas cálidas del océano Indo Pacífico, Pacífico este y en ambos litorales del Atlántico. En las costas este del Continente Americano ha sido reportada para Carolina del Sur y Bermudas, así como en el Mar Caribe y Golfo de México hasta la parte sur de Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

**FAMILIA AMPHIURIDAE LJUNGMAN, 1867**  
***Amphipholis squamata***  
**(DELLE CHIAJE, 1828)**

***Asterias squamata***  
**Delle Chiaje, 1828: 74**

**Material examinado.** Arrecife Hornos (19° 11'39"N, 96°07'271"W), 5/06/2004; Isla de Enmedio (19°06'289"N, 95°56'389"W), 11/06/2004; Isla de Enmedio (19°06'179"N, 95°56'312"W), 11/06/2004. Este es un nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PN-SAV.

**Descripción.** Ofiuroideos no muy grandes, algunos alcanzan un diámetro de 11 cm (incluyendo el disco y los brazos). Escudos radiales en pares; papilas orales redondeadas, papilas infradentales marcadamente pequeñas. Los brazos poseen tres espinas por segmento. Dos escamas tentaculares. Los escudos adorales son muy próximos a los escudos orales. El disco posee una coloración blanca, amarilla, naranja o rojiza, y los escudos radiales generalmente son de color blanco. Es luminiscente, vivíparo y hermafrodita.

**Hábitat.** En rocas o en arrecifes de coral, pastos marinos y manchones de algas, estuarios, en aguas hipersalinas, habita en rocas o en arena y en colonias de briozoarios, esponjas y plantas marinas; de 0 a 1330 m (Laguarda Figueras *et al.*, 2004); dentro del área de estudio fue recolectada entre los 1.50 y 2.10 m.

**Distribución.** Cosmopolita, excepto en las regiones polares extremas (Laguarda Figueras *et al.*, 2004).

***Ophiostigma isocanthum* (SAY, 1825)**

***Ophiura isocantha* Say, 1825: 150**  
***Ophiostigma isacanthum***  
**Thomas, 1962: 689**

**Material examinado.** Isla de Enmedio (19° 06' 102"N, 95°56'361"W), 30/10/2004; Isla Sacrificios (19°10'491"N, 96°05'459"W), 26/02/2005. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroideo con el disco cubierto por tubérculos puntiagudos y escamas oscuras, los escudos radiales están generalmente cubiertos. Posee tres espinas por segmento de los brazos, las cuales son puntiagudas. Dos escamas tentaculares. Las placas dorsales del disco son sub-ovoides. Los escudos adorales están por debajo de las primeras placas ventrales. Generalmente el disco y los brazos están cubiertos por moco y partículas de sedimento. El organismo adquiere la coloración de la arena, gris o café. Los escudos radiales son generalmente blancos. Los brazos poseen bandas café, crema o amarillos.

**Hábitat.** En arrecifes de coral, pastos marinos y manchones de algas y arena, corales y algas; de 1-223 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio fue recolectada entre 1 y 2 m.

**Distribución.** Bermudas, Bahamas, el norte de Carolina a Florida, las bahías de Florida, Dry Tortugas, Texas, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, Islas Virginia, Barbados, Tobago, Curazao, Aruba, México, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela y Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

***Amphiura stimpsonii* LÜTKEN, 1859**

***Amphiura stimpsoni***  
**Lütken, 1859: 218**  
***Amphiura vivipara***  
**H. L. Clark, 1918: 268**  
***Amphiura stimpsonii***  
**Thomas, 1962: 636**

**Material examinado.** Arrecife Hornos (19° 11'329"N, 96°07'366" W), 05/06/2004. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PN-SAV.

**Descripción.** Los ejemplares de esta especie de ofiuroideo se distinguen por tener de 3 a 5 espinas por segmento en los brazos. Disco de color gris oscuro o verde oscuro cubierto por escamas largas, los escudos radiales son de color oscuro y generalmente están desnudos. Dos hendiduras bursátiles por interradio. La punta del brazo es muy fina y cónica, casi tan alta como ancha.

**Hábitat.** En todas las zonas del arrecife; en conjuntos de corales vivos y bajo lasos y rocas, entre las algas y fragmentos de coral; de 1-216 m (Laguada Figueras *et al.*, 2004), dentro del sistema arrecifal se encontró a 1.6 m.

**Distribución.** Bahamas, Cayos de la Florida, Dry Tortugas, Texas, Jamaica, Puerto Rico, Islas Virginia, Barbados, Tobago, las Antillas, Belice, Brasil y Caribe Mexicano (Laguada Figueras *et al.*, 2004).

FAMILIA OPHIOTRICHIDAE

LJUNGMAN, 1866

*Ophiobrix angulata* SAY, 1825

*Ophiura angulata* Say, 1825:145

*Ophiura pallida* Lyman, 1865: 162

**Material examinado.** Isla de Enmedio (19°06' 114"N, 95°56'261"W), 10/06/2004. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroideo con la superficie del disco cubierta por delicadas espinas bifidas y trifidas. Las mandíbulas poseen papilas orales y papilas dentales. Los colores que adquieren, van desde el rosa, pasando por el violeta, rojo encendido, café o verde. Generalmente para esta especie el color mas generalizado es el rojo anaranjado.

**Hábitat.** Manglar, pasto marino, arrecifes de coral, y en substratos con *Millepora sp.*, gorgonáceos, algas, esponjas, y otras biotas sésiles; de 1 a 540 m (Hendler *et al.*, 1995); dentro de la zona de estudio fue recolectada a 1.75 m.

**Distribución.** Bermudas, Islas Bahamas, del norte de Carolina a Dry Tortuga, y las costas del Golfo de Florida, las costas de Texas, las Grandes y las Bajas Antillas, y el centro y sur de América, hasta Uruguay (Hendler *et al.*, 1995).

*Ophiobrix lineata* LYMAN, 1860

*Ophiobrix lineata* Lyman, 1860: 201

**Material examinado.** Arrecife Hornos (19° 11'371"N, 96°07'399"W), 05/06/2004; Isla Sacri-

ficios (19°10'514"N, 96°05'558"W), 7/06/2004; Isla Sacrificios (19°10'574"N, 96°05'472"W), 8/06/2004; Isla de Enmedio (19° 06'52.5" N, 95° 56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta; Isla de Enmedio, (19°06'070"N, 095°56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Ofiuroideo con la superficie dorsal del disco con áreas de escamas grandes, aplanadas, las cuales llevan cada una de ellas de una a varias pequeñas protuberancias bajas y ásperas; escudos radiales triangulares, casi desnudos. Presentan en el ápice de las mandíbulas, papilas dentales en forma de racimo, carecen de papilas orales. Los pies ambulacrales son papilosos. Los brazos son anchos cerca del disco, estrechándose abruptamente y terminando en forma muy delgada. Las espinas finamente delgadas, son visiblemente más largas que el doble del ancho del brazo, las cercanas al disco están aplanadas dorsoventralmente casi tan anchas en la punta y redondeadas en la base; las espinas distales son considerablemente más finas y las espinas ventrales son cortas y tienen puntas de ganchos dobles. Las placas proximales ventrales de los brazos son distintivamente más anchas que largas. El disco es de color rojo-pardo o violeta-pardo y gris. Las espinas de los brazos cerca del disco son violetas o rosa. Presenta en el centro del brazo una franja continua negruzca o pardo oscuro continua, acompañada en ambos lados por una franja gris pálida

**Hábitat.** Por detrás del arrecife hasta la parte anterior y donde quiera que haya esponjas; hasta 49 m (Hendler *et al.*, 1995). En el área de estudio se encontró a profundidades que van de 0 a 2 m.

**Distribución.** Cayos de Florida, Dry Tortugas, Barbados, Cuba, Belice, Colombia (Hendler *et al.*, 1995) y Caribe Mexicano.

CLASE ECHINOIDEA  
 ORDEN CIDAROIDA CLAUS, 1880  
 FAMILIA CIDARIIDAE GRAY, 1825  
*Encidaris tribuloides*  
 (LAMARCK, 1816)

*Cidarites tribuloides* Lamarck, 1816:56  
*Cidaris minor* Koehler, 1908: 302  
*Encidaris tribuloides var. africana* Mortensen, 1909: 40  
*Encidaris tribuloides* Jackson, 1914:141; H. L. Clark, 1925: 21; Hendler *et al.*, 1995: 206-208

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 6-8/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96°09'14.5"W); Isla de Enmedio, (19° 06'52.5"N, 95°56'09"W), 9/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones sobre los transectos; Isla Verde, (19° 12'7.7"N, 96°03'51"W); Isla Santiaguillo; Arrecife La Blanquilla; la Anegada de afuera. Moore (1958) la reporta para arrecife La Blanquilla (21°3'N, 97°17'W). Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 3-15 m.

**Descripción.** Erizo de mar con tubérculos no crenulados; pedicelarios globosos sin diente terminal simple; testa aplanada aboralmente; línea media ambulacral con tubérculos; espinas primarias cortas, gruesas, con una corona de placas en forma de puntos en su extremo; suturas interambulacrales no desnudas; espinas secundarias amplias, despuntadas, y rayadas. Ejemplares jóvenes con hileras de 4 a 5 espinas primarias, y adultos con hileras de 10 espinas. Anillo de la espina primaria pequeño, con collar muy desarrollado, con cuello corto, en ocasiones no aparente. Grosor y longitud de las espinas variable. Espinas secundarias cortas, aplanadas, rectangulares lateralmente, de color amarillo con estrías longitudinales, y extremos pardos, ligeramente truncados. En la región del sistema apical, las espinas miliares son escasas, triangulares, estriadas, angostas y alargadas, en la zona aboral son alargadas, con los extremos distales más anchos que los proximales, de mayor talla las del perímetro del peristoma. Pedicelarios tridentados, globíferos grandes y pequeños.

**Hábitat.** Especie habitante de sustratos arenosos, praderas de *Thalassia testudinum*, coral y rocas; de 0 a 800 m (Bravo *et al.*, 1999). En las áreas de estudio fue colectada de 0 a 7 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Cabo Hatteras, norte de Carolina, Florida; Belice; Cuba; Neguanje, Punta de Betín, Bahía Concha, Colombia; Venezuela; São Sebastião, Brasil. En las costas de México, se ha reportado previamente para el Golfo de México en las islas Verde, Sacrificios, Santiaguillo y Enmedio, arrecife La Blanquilla, Veracruz; Puerto Morelos, Cozumel, Quintana Roo (Bravo *et al.*, 1999).

ORDEN DIADEMATOIDA DUNCAN, 1889  
 FAMILIA DIADEMATIDAE GRAY, 1855  
*Diadema antillarum* (PHILIPPI, 1845)

*Cidaris (Diadema) antillarum* Philippi, 1845: 355  
*Diadema setosum* A. Agassiz, 1872-1874: 274  
*Centrechinus antillarum* H. L. Clark, 1922: 57, 361  
*Diadema antillarum* Lütken, 1863: 83; Hendler *et al.*, 1995: 210-213

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 6/04/2005; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95° 56'09"W), 9/04/2005, barlovento. Recolectas y observaciones sobre transectos; Arrecife Hornos (19°11'95"N, 96°06'45"W), sin fecha de recolecta; Isla Verde (19°12'04"N, 96° 04' 06"W), sin fecha de recolecta. USNM E 27269, 1 ejemplar, año 1954, isla Sacrificios. Moore (1958) la reporta para arrecife La Blanquilla (21°33'N, 97°17'W). Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 2-6 m.

**Descripción.** Erizo de testa baja (menos del 50% del diámetro de la misma); tubérculos crenulados, perforados; espinas primarias huecas; placas ambulacrales compuestas; espinas ausentes en las placas bucales; tubérculos primarios del ambulacro en dos series regulares. Peristoma ligeramente hundido, tapizado por tejido membranoso y cinco pares de pies bucales. Espinas primarias largas, delgadas, huecas, cubiertas con pequeñas



espinas dispuestas en verticilio formando hileras longitudinales hasta sus extremos distales, con la parte terminal dirigida hacia el extremo final de la espina principal con una terminación aguda en los extremos distales. Valvas de los pedicelarios tridentadas, aplanadas, casi rectas, con apófisis.

**Hábitat.** Habita en sustratos areno-rocosos con parches de *Thalassia testudinum*, entre corales y rocas; de 0 a 400 m (Bravo *et al.*, 1999). En el área de estudio fue colectada de 0 a 2.3 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Belice; Neguanje, Bahía Concha, Punta Betín, Chengue, y Granate en Colombia; Cuba; Venezuela; Surinam, Brasil; en las costas de México, se ha reportado previamente en: Islas Sacrificios, isla Verde, punta de Hornos, isla de Enmedio, Veracruz; y en Quintana Roo (Bravo *et al.*, 1999).

**ORDEN ARBACIOIDA GREGORY, 1900**

**FAMILIA TOXOPNEUSTIDAE**

**TROSCHEL, 1872**

*Lytechinus variegatus variegatus*

(LAMARCK, 1816)

*Echinus variegatus* Lamarck, 1816: 48

*Lytechinus variegatus* A. Agassiz, 1863: 24

*Lytechinus variegatus carolinus* H. L. Clark, 1912: 247

*Lytechinus variegatus variegatus* Worbis, 1986: 29-31; Hendler *et al.*, 1995: 216-218

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 6/04/2005; Isla de Enmedio (19°06'52.5" N, 95°56'09" W), 9/04/2005, barlovento. Recolecta y observaciones sobre los transectos; Isla Verde (19°12'13"N, 96°04'08"W), sin fecha de recolecta; la Anegada de Afuera (19°10'N, 95°52'W), sin fecha de recolecta. Sánchez (1993) reportó esta especie para los arrecifes de la isla de Enmedio.

**Descripción.** Erizo de testa circular, generalmente de color verde; membrana bucal fuertemente laminada; espinas cortas y afiladas con 24 aristas de color verde, amarillo o violeta; tres pares de arcoporos. Periprocto cubierto por va-

rias placas con pedicelarios globosos y espinas; ano excéntrico. Peristoma cubierto por placas, cinco pares de pies bucales. Hendiduras actinales o branquiales pequeñas, con un labio grueso. Espinas finas, cortas y afiladas.

**Hábitat.** Sobre sustratos areno-rocosos, praderas de *Thalassia testudinum*, también se le puede encontrar bajo fragmentos de algas y/o trozos de conchas; de 0 a 250 m (Bravo *et al.*, 1999). En el área de estudio fue recolectada a 0-2.3 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Santa Catarina, isla de Fernando Noronha, Brasil; Carolina del Norte, Florida en los EUA; México, Belice y Cuba (Bravo *et al.*, 1999).

*Tripneustes ventricosus*

(LAMARCK, 1816)

*Echinus ventricosus* Lamarck, 1816: 44

*Tripneustes ventricosus* A. Agassiz y

Désor, 1846: 363; Caso, 1961: 257-259;

1974:1-23; Worbis, 1986:26-28;

Hendler *et al.*, 1995: 220-222

**Material examinado.** Isla de Enmedio; Isla Verde; Isla Santiaguillo; Isla Sacrificios, 6/04/2005, recolecta y observaciones sobre el transecto; Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 2-6 m.

**Descripción.** Erizo de mar de testa grande y circular, zonas ambulacrales anchas, parte central con dos hileras de tubérculos primarios; membrana bucal no laminada; espinas cortas; pares de arcoporos en tres filas longitudinales. Periprocto con placas multisegmentadas, cubierto de pedicelarios globosos y espinas. Peristoma pentagonal, cubierto por una membrana no laminada; cinco pares de pies bucales rodeados por manojos de pedicelarios globulosos, cuya distribución asemeja a un anillo. Espinas primarias blancas, pequeñas, robustas, afiladas, estriadas longitudinalmente, con terminación aguda en los extremos distales. Pedicelarios de la zona interambulacral globosos y tridentes.

**Hábitat.** Especie habitante de sustratos rocosos con algas y corales. Sobre pastos de *Thalassia testudinum*; de 0 a 55 m (Bravo *et al.*, 1999). En el área de estudio fue colectada de 0 a 2.3 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Neguanje, punta de Betún, Colombia, México y Cuba (Bravo *et al.*, 1999).

**ORDEN ECHINOIDA CLAUS, 1876**

**FAMILIA ECHINOMETRIDAE GRAY, 1825**

***Echinometra lucunter lucunter*  
(LINNAEUS, 1758)**

*Echinus lucunter* Linnaeus, 1758: 665;  
Say, 1825: 226; Blainville, 1825: 95  
*Cidaridiscus lucunter* Leske, 1778: 107-109  
*Echinometra lucunter* Gray, 1825: 427;  
A. Agassiz y Desor, 1846: 372

**Material examinado.** Arrecife Hornos (19° 11'329"N, 96°07'366" W), 05/06/2004; Isla Sacrificios (19°10'514"N, 96°05'58"W), 07/06/2004; Arrecife Hornos (19°11'397"N, 96°07'271"W), 3/02/2005; Isla de Enmedio (19°06'11"N, 95°56'261"W), 03/03/2005; Isla Sacrificios, 06-08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96°09'14.5"W); Isla de Enmedio, (19°06'52.5" N, 95° 56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones sobre los transectos; Isla de Enmedio, (19°06'070" N, 95° 56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento. USNM E 27283,1 ejemplar, año 1954, Isla Sacrificios. Moore (1958) la reporta para arrecife la Blanquilla (21°33'N, 97°17'W). Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 0-3 m.

**Descripción.** Erizo con sistema apical generalmente con cinco o mas tubérculos secundarios en cada placa genital u ocular. Mayor número de espinas en el sistema abactinal que *Echinometra viridis*, las cuales son de color rojo oscuro a negro, testa más grande con coloración negra a roja. Seis pares de arcoporos, rara vez cinco o siete; membrana actinal de color rojo brillante. Espinas primarias largas, afiladas, estriadas longitudinalmente, de color café claro u oscuro; en algunos ejemplares, la punta de las espinas primarias es de color más oscuro. Pedicelarios tridentes.

**Hábitat.** Sustratos arenoso-rocosos con *Thalassia testudinum*; de 0 a 45 m (Bravo *et al.*, 1999). En el área de estudio fue colectada a 0-7 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Neguanje, punta de Betún, Chengue, bahía Concha, Colombia; Florida; México; Belice y Cuba (Bravo *et al.*, 1999).

***Echinometra viridis* (A. AGASSIZ, 1863)**

*Echinometra plana* A. Agassiz,  
1863: 21

*Echinometra michelini* Lütken,  
1863: 91

*Echinometra viridis* A. Agassiz, 1863:  
22; Hendler *et al.*, 1995: 210-213

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 06-08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96° 09'14.5"W); Isla de Enmedio, (19° 06'52.5"N, 95° 56'09"W), 09/04/2005, barlovento. Recolectas y observaciones sobre los transectos; Isla de Enmedio, (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones sobre el transecto; Isla de Enmedio, (19° 06'070"N, 95°56'34.4"W), 09/04/2005, sotavento. Sánchez (1993) y Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 2-6 m.

**Descripción.** Erizo de testa elíptica de color pardo o negra. Cinco pares de arcoporos, ocasionalmente seis; sistema apical con sólo uno o dos tubérculos en cada placa genital y ocular. Espinas claras o verdes con la punta violeta, azul o gris, base de la espina con un anillo de color blanco o amarillo. Pedicelarios tridentes.

**Hábitat.** Habitante de sustratos arenoso-rocosos con *Thalassia testudinum*; de 0-40 m (Bravo *et al.*, 1999). En el área de estudio fue colectada de 0-7 m.

**Distribución.** Especie atlántica distribuida en las costas de Neguanje, Punta de Betún, Chengue, Bahía Concha, y Cinto en Colombia; Florida en los EUA; México; Belice; Cuba; Colombia y Venezuela (Bravo *et al.*, 1999).

ORDEN CLYPEASTEROIDA

A. AGASSIZ, 1872

FAMILIA MELLITIDAE STEFANINI, 1911

*Mellita quinquesperforata*

(LESKE, 1778).

*Echinudiscus quinquesperforatus*

Leske, 1778: 197

*Mellita lata*. H. L. Clark, 1940: 437

**Material examinado.** USNM E 28248, año 1954, Isla Sacrificios. Nuevo registro para el PN-SAV.

**Descripción.** Galleta de mar de testa muy ancha, casi rectangular, con cinco lúnulas. Punto más alto de la testa muy anterior al sistema apical, curvándose abruptamente hacia abajo en dirección al margen anterior; la orientación de las lúnulas anteriores varía desde muy transversales a casi paralelas con respecto a las lúnulas posteriores. Ramas principales de los surcos alimenticios muy divergentes y moderadamente sinuosas.

**Hábitat.** Generalmente habita sobre sedimentos terrígenos silíceos, alrededor de la zona de rompiente; de 0 a 3 m (Solís Marín *et al.*, 2003).

**Distribución.** Golfo de México, Centro y Sudamérica, desde el delta del río Mississippi, a todo lo largo de la costa de Centro y Sudamérica, hasta el sur de Brasil. Puerto Rico, Jamaica, República Dominicana, Trinidad y Tobago. En México en Tampico y Veracruz (Solís Marín *et al.*, 2003).

ORDEN SPATANGOIDA CLAUS, 1876

FAMILIA BRISSIDAE GRAY, 1855

*Brissus unicolor* (LESKE, 1778)

*Spatangus Brissus unicolor* Leske, 1778: 248

**Material examinado.** USNM E16420, año 1973, Isla de Enmedio. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Erizo irregular que raramente excede los 50 mm de largo, aunque se han reportado ejemplares de 127 mm. Testa frágil, alargada, globosa posteriormente, con extremo anterior obtuso y posterior puntiagudo. Las espinas son cortas y entre éstas, se pueden distinguir algunos

pedicelarios de color negro. Cuatro pétalos, el par anterior es más corto que el par posterior.

**Hábitat.** Debajo de rocas o enterrado en la arena; de 0-240 m (Mortensen, 1951; Kier y Grant, 1965; Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución.** Bermudas y Florida, distribuida a través del Caribe, hasta Brasil. Mediterráneo, Mar Adriático, Cabo Verde e Islas Azores (Hendler *et al.*, 1995).

*Plagiobrissus grandis* (GMELIN, 1788)

*Echinus grandis* Kier y Grant, 1965: 36

*Plagiobrissus grandis* Kier, 1975: 3-7

**Material examinado.** Arrecife de Pájaros, al sur-suroeste del mismo, fondo arenoso, 3-4 m. Videos y observaciones hechas el 01/09/2006 por Israel López H. y Marcos A. Rangel. Este es un nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Erizo irregular de gran talla (altura aprox. 220 mm máximo de largo de testa), testa frágil, alargada y oval; aplanada dorsoventralmente. Las espinas son cortas, exceptuando a las de la parte aboral de los petalodios, las cuales son grandes y curvadas hacia atrás.

**Hábitat.** Áreas arenosas, arena y *Thalassia testudinum*, arena y coral muerto; de 1-210 m (Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución.** De Florida hacia el sur del Caribe, alcanzando las costas de América Central y Sudamérica (Hendler *et al.*, 1995).

CLASE HOLOTHUROIDEA

ORDEN DENDROCHIROTIDA GRUBE, 1840

FAMILIA CUCUMARIIDAE LUDWIG, 1894

*Ocnus suspectus* (LUDWIG, 1874)

*Thyone braziliensis* Verrill, 1868: 370

*Thyone suspecta* Ludwig, 1875: 16

*Parathyone suspecta* H. L. Clark, 1933: 115

**Material examinado.** Isla de Enmedio (19° 06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento, recolecta y observaciones; Arrecife Hornos,

05/06/2004. Moore (1958) la reporta como *Thyone braziliensis* Verrill para arrecife la Blanquilla (21°33'N, 97°17'W).

**Descripción.** Pepino de mar con cuerpo cilíndrico; boca anterior, ano posterior; piel gruesa de textura áspera. Cuerpo con pies ambulacrales escasos dorsalmente; ambulacros blancos cortos y cilíndricos; 10 tentáculos. Anillo calcáreo bien desarrollado; dos madreporitas de forma lobulada; una vesícula de Poli; primer asa intestinal unida por el mesenterio al lado derecho de la pared corporal. Espículas de la pared del cuerpo en forma de botones abollonados y canastas, y las de los tentáculos en forma de barrotos perforados en los extremos; las espículas del introverso son en forma de botones abollonados de tamaño variable.

**Hábitat.** Es una especie críptica que vive debajo rocas y fragmentos de coral muerto en la zona intermareal; de intermarea a 60 m. En la zona de estudio se recolectaron juveniles a profundidades que variaron de 0-2 m.

**Distribución.** St. Martin, St. Kitts, Jamaica; Barbados; Colombia; Andros Island, Bahamas; Bahía Biscayne, Florida, E.U.A.; México; Puerto Rico y Brasil.

#### FAMILIA SCLERODACTYLIDAE

PANNING, 1949

#### *Pseudothyone belli* (LUDWIG, 1886)

#### *Thyone belli* Ludwig, 1886: 21

**Material examinado.** Isla Sacrificios (19°10'514"N, 96°05'58"W), 07/06/2004; Isla de Enmedio, 11/06/2004; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento; Arrecife Hornos (19°11'N, 96°07'W). Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo cilíndrico, piel delgada de textura áspera y color gris-verdoso, pies ambulacrales largos; 10 tentáculos cortos y amarillentos. Espículas de la pared en forma de botones abollonados; las de los tentáculos en forma de barrotos.

**Hábitat.** Especie críptica que vive debajo de rocas y fragmentos de coral muerto en la zona intermareal. Cuando juvenil se le observa asociado a raíces de pastos marinos, arena y rocas de coral; de 0–37 m. En la zona de estudio se recolectó a profundidades de 0.5 a 1 m.

**Distribución.** Bermudas, Florida, Dry Tortugas, Panamá, Puerto Rico, Trinidad, Tobago, Brasil y México.

#### ORDEN ASPIDOCHIROTIDA GRUBE, 1840

#### FAMILIA HOLOTHURIIDAE LUDWIG, 1894

#### *Actynopyga agassizi* (SELENKA, 1867)

#### *Mülleria agassizii* Selenka, 1867: 311

**Material examinado.** Isla Verde, Veracruz (19°12'N, 96°04'W), 27/01/1957. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo robusto, talla mediana, con 20 o 30 tentáculos peltados, los cuales se extienden prominentemente. La característica principal de esta especie es la presencia de 5 dientes calcáreos conspicuos y blancos que rodean al ano. Las espículas de la pared corporal son rosetas. La coloración de este organismo puede ser variable: blanco y café, naranja y amarillo, etc. Los pies ambulacrales y los tentáculos son naranjas y amarillos con blanco.

**Hábitat.** Arrecifes de coral, áreas con rocas y pasto marino; de 0- 54 m.

**Distribución.** Bermudas, Florida, Dry Tortugas, Bahamas, Cuba, México, Belice, Jamaica y Barbados

#### *Holothuria (Cystipus) cubana*

LUDWIG, 1874

#### *Holothuria cubana* Ludwig 1875: 104

**Material examinado.** Isla de Enmedio, 31/01/1960; Isla verde, 2/02/1960. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Se trata de una especie de pepino de mar relativamente pequeña, los ejemplares adultos alcanzan los 15 cm de largo. La boca es ventral rodeada por 20 pequeños tentáculos. Los

pies ambulacrales son pequeños, y numerosos en la superficie ventral. Las espículas de la pared del cuerpo son en forma de botones y tablas robustas con ápices densamente cubiertos por espinas.

**Hábitat.** En varios tipos de sedimentos de zonas mareal e intermareal, hasta 7 m.

**Distribución.** Bermudas, Cuba, Puerto Rico, Antigua, Barbados, Curazao, México y Venezuela. Localidades previas incluyen localidades, de islas Bahamas, Dry Tortugas, y Florida (Bahía Vizcaina, el “Indian River” cerca de “Fort Pierce Inlet”, y el sur de St. Lucie Inlet, Stuart).

*Holothuria (Halodeima) grisea*  
SELENKA, 1867

*Holothuria grisea* Selenka, 1867: 328

**Material examinado.** Arrecife Hornos, 15/04/1946; Isla Sacrificios, 01/08/1951; Isla de Enmedio, 02/08/1951; Isla verde, 26/01/1957, 26/01/1962; Arrecife Hornos, 05/06/2004. USNM E 2155, USNM E21558. Año 1954, isla Sacrificios. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo subcilíndrico, con numerosos pies ambulacrales cilíndricos. La superficie del cuerpo tiene 6 líneas de papilas. La boca esta rodeada de 20–25 tentáculos peltados. Las espículas de la pared del cuerpo son tablas con 12 espinas marginales en el disco.

**Hábitat.** Pastos marinos, pero en Florida es comúnmente asociada a *Pharymatopoma lapidosa*, gusanos de arrecife y fondos de arena; de 0 a 5 m.

**Distribución.** Florida (pero no esta reportada para las bahías de Florida), Bahamas, México, Puerto Rico, Jamaica, las bajas Antillas, Curazao, Panamá, Colombia, el sureste de Brasil.

*Holothuria (Platyperona) parvula*  
(SELENKA, 1867)

*Mülleria parvula* Selenka, 1867: 314  
*Holothuria parvula* Deichman, 1930: 70

**Material examinado.** Isla Santiaguillo, 29/01/1957. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo elongado; el diámetro del cuerpo es uniforme. La superficie ventral esta cubierta por numerosos y largos pies ambulacrales. La boca es ventral, rodeada de 18–20 tentáculos peltados. Las espículas de la pared del cuerpo son tablas y botones. La coloración de estas especies varía en tonos rojizos y marrones.

**Hábitat.** Arrecifes de coral. Bajo piedras y trozos de coral; de 0 a 4 m.

**Distribución.** De Bermudas a Brasil, incluyendo bahías de Florida, Dry Tortugas, Islas Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, Islas Virginias, Anguilla, St. Martin, Antigua, Barbados, Tobago, Araba, Curazao, México, Venezuela y Colombia.

*Holothuria (Semperothuria)*  
*surinamensis* LUDWIG, 1874

*Holothuria surinamensis* Ludwig  
1975:111; Pawson 1986:540

**Material examinado.** Isla Santiaguillo, 29/01/1957; Isla Verde, 27/01/1957. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar con pies ambulacrales no muy abundantes. Dorsalmente poseen papilas. La boca se encuentra en el extremo anterior del cuerpo y esta rodeada por 10-20 tentáculos cortos y en forma de flor. Las espículas de la pared del cuerpo son tablas o botones y rosetas. Su coloración varía con respecto al medio, desde amarillo, café, marrón a café-chocolate,

**Hábitat.** En bahías protegidas, asociados con pastos marinos, algas coralinas, especialmente *Penicillus*; de 0–42 m.

**Distribución.** Bermudas, Jamaica, Cuba, Puerto Rico, México, Venezuela y Surinam.

*Holothuria (Thymiosycia) impatiens*  
(FORSKAAL, 1775)

*Fistularia impatiens* Forskaal,  
1775: 121  
*Holothuria impatiens* Deichmann,  
1930: 64  
*Brandothuria impatiens* Martínez de  
Rodríguez y Mago Herminson, 1975:  
190

**Material examinado.** Islas Verde, Santiaguillo y de Enmedio, sin fechas de recolecta. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de talla mediana ~15-20 cm. La forma del cuerpo es alargada. Relativamente pocos pies ambulacrales, en líneas longitudinales a lo largo del cuerpo. La boca esta rodeada por 20 tentáculos medianos. Las espículas del cuerpo son tablas y botones.

**Hábitat.** En charcas intermareales, pastos marinos, complejos arrecifales, debajo de piedras y trozos de coral; de 0.25 a 27 m.

**Distribución.** Reportada para las regiones tropicales: las Antillas, Dry Tortugas, Bahamas, México, Belice, Panamá, Colombia y Venezuela

*Holothuria (Thymiosycia) arenicola*  
SEMPER, 1868

*Holothuria (Sporadipus) arenicola*  
Semper, 1868: 81

**Material examinado.** Isla de Enmedio, (19° 06'199"N, 95°56'312"W), 11/06/2004; Arrecife Hornos, (19°11'397"N, 96°07'271"W), 03/03/2005. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.-** Pepino de mar de talla mediana, con un máximo de largo de ~ 25 cm, el cuerpo es alargado. La superficie dorsal y la parte ventral son muy similares en apariencia. Los pies ambulacrales son pequeños y cilíndricos. La boca se encuentra en el extremo anterior y se encuentra rodeada por 20 pequeños tentáculos. Las espículas de la pared del cuerpo son tablas y botones. La coloración de esta especie es generalmente oscura, pero hay variaciones con el café y el gris.

**Hábitat.** Pasto marino, debajo de corales, planicies de arena, arrecifes coralinos; de 0–13 m. En el área de estudio se recolectó entre 1 y 2 m.

**Distribución.** Especie circumtropical, en el oeste del Atlántico, desde Bermudas hasta Brasil, incluyendo el arrecife de isla de Enmedio en el Golfo de México (Henkel, 1982), alrededor de Florida a Fort Pierce, bahías de Florida y Dry Tortugas.

*Holothuria (Thymiosycia) thomasi*  
PAWSON Y CAYCEDO, 1980.

*Holothuria (Thymiosycia) thomasi*  
Pawson y Caycedo, 1980: 454.

**Material Examinado.** Isla Sacrificios, 08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024"N, 96°09'14.5"W), se observó un juvenil sobre el transecto. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo cilíndrico; boca anterior, ano posterior; piel medianamente gruesa; pies ambulacrales abundantes centralmente; ambulacros cilíndricos con punta roma; tentáculos peltados, amarillentos, grandes. Anillo calcáreo bien desarrollado; ámpulas tentaculares largas; 20 madreporitas, una vesícula de Poli; primer asa intestinal unida por el mesenterio al lado derecho de la pared corporal; árboles respiratorios robustos, largos de color blanco-amarillento. Túbulos de Cuvier largos. Espículas de la pared del cuerpo en forma de botones y tablas, y las de los tentáculos en forma de barrotes gruesos con proyecciones en los extremos.

**Hábitat.** Especie asociada a corales, sobre sustratos rocoso y coralino. Especie críptica y en general de hábitos nocturnos. Los especímenes son difíciles de sacar de su habitáculo, porque el extremo posterior del organismo se enrosca a corales y/o piedras; de 3-30 m. En el área de estudio fue observada a 4 m.

**Distribución.** Florida, Bahamas, antillas menores, Cuba, México, Belice, Puerto Rico, St. Croix, St. Vincent y Panamá.

FAMILIA STICHOPODIDAE  
HAECKEL, 1896  
*Isostichopus badionatus*  
(Selenka, 1867)

*Stichopus badionatus* Selenka, 1867:  
316

**Material examinado.** Isla Sacrificios, 06-08/04/2005, parte norte del arrecife (19°18'024" N, 96°09'14.5" W); Isla de Enmedio (19°06'52.5" N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento. Recolectas y observaciones sobre los transectos. USNM E16422, 1 ejemplar, año 1973, isla de Enmedio. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar con cuerpo cilíndrico de extremos obtusos. Ejemplares de gran tamaño (algunos ejemplares alcanzan los 45 cm de largo). Papilas cónicas, cortas de base ancha sobre toda la parte dorsal del organismo. Parte ventral plana, se distinguen tres bandas anchas de pies ambulacrales cilíndricos, numerosos. La pared del cuerpo es gruesa y rígida. Boca ventral, ano terminal, subdorsal. Veinte tentáculos grandes, en forma de escudo y de base gruesa. Las espículas de la pared del cuerpo en forma de tablas y cuerpos en forma de "C". Base de las tablas pequeñas, con 10-12 agujeros marginales y cuatro centrales; espira alta coronada por numerosas pequeñas espinas (20-24). *I. badionatus* varía drásticamente de color: tonos de anaranjado, amarillo, rojo, azul, café o púrpura intenso.

**Hábitat.** En praderas de *Thalassia* y *Syringodium*, sobre fondos arenosos con algas. Sobre sustratos duros como rocas y coral; de los 0 a los 65 m. En el área de estudio fue colectada de 0 a 7 m.

**Distribución.** Bermudas, Carolina del Sur, Florida, islas Bahamas, Texas, México, Belice, Panamá, Colombia, Venezuela y muchas islas caribeñas. Brasil, isla Ascensión y Golfo de Guinea en África.

*Isostichopus macroparentheses*  
(H. L. Clark, 1922)

*Stichopus macroparentheses* H. L.  
Clark, 1922: 61

**Material examinado.** Arrecife Ingenieros, 28/09/2005. En el área de estudio fue recolectada dentro del estómago de un pez óseo (*Archosargus protocephalus*). Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de forma cilíndrica. Boca ventral, ano posterior; piel delgada o semigruesa de color café claro con manchas oscuras dorsalmente; cuerpo cubierto por pies ambulacrales, escasos dorsalmente y abundantes centralmente dispuestos en tres bandas horizontales; ambularos color café claro, cilíndricos. Veinte tentáculos. Anillo calcáreo desarrollado; ámpulas tentaculares cortas; una madreporita; una vesícula de Poli; primer asa intestinal unida por el mesenterio al lado derecho de la pared corporal; un solo árbol respiratorio bifurcado. Espículas de la pared del cuerpo en forma de "C" y tablas con espinas cortas, las de los tentáculos en forma de barrotos curvados con espinas a todo lo largo del mismo.

**Hábitat.** Sobre fondos rocosos y arenosos. También sobre la cresta de algunos corales; de los 0 a los 19m.

**Distribución.** Dry Tortugas, Florida; Antigua, Curazao, Jamaica, y México.

**ORDEN APODIDA (BRANDT, 1835)**

**FAMILIA SYNAPTIDAE**

**BURNMEISTER, 1837**

***Euapta lappa* (MÜLLER, 1850)**

***Synapta lappa* Müller, 1850: 134**

**Material examinado.** Isla de Enmedio, (19°06'02"N, 95°56'18"W), 08/1951. Gutiérrez *et al.*, (1993) la reportan para el SAV de 10-24 m.

**Descripción.** Pepino de mar con cuerpo extremadamente flexible. Cuerpo cilíndrico y vermiforme, da la apariencia de estar segmentado. La boca esta rodeada por 15 largos tentáculos pinados, 20-35 pares de dígitos laterales. Los oscículos de la piel son raquetas, gránulos miliars. El color es variable, la intensidad varía con respecto a la expansión y contracción del cuerpo.

**Hábitat.** Arrecifes de coral; de 0-24m.

**Distribución.** Regiones del Caribe, incluyendo el sureste del Golfo de México (Henkel, 1982), Dry Tortugas.

***Epitomapta roseola* (VERRILL, 1873)**

***Leptosynapta roseola* Verrill, 1873:**

**422**

**Material examinado.** Isla Sacrificios, se desconoce la fecha de recolecta. Nuevo registro para el estado de Veracruz y para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar pequeño, el máximo de largo reportado es de 10cm. Pero algunos ejemplares varían en la talla. El cuerpo es transparente rosáceo o blanquecino, alargado y cilíndrico. La boca esta rodeada por 12 tentáculos pinados. Los oscículos del cuerpo son raquetas, gránulos miliars.

**Hábitat.** Debajo de rocas, sobre arena fina; de intermarea a 20 m.

**Distribución.** Massachussets y Florida (EUA), Bermudas y México.

***Synaptula hydriformis***

**(LESUEUR, 1824).**

***Holothuria hydriformis* Lesueur, 1824: 162**

***Synaptula hydriformis* (Lesueur, 1824): H. L. Clark, 1907: 23; Hendler *et al.*, 1995: 311; Laguarda Figueras *et al.*, 2001:38-39**

**Material Examinado.** Isla Sacrificios (19°17'53"N, 96°09'29"W), 06/04/2005; Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 9/04/2005, barlovento. Recolecta y observación de ejemplares. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo cilíndrico; generalmente de tamaño muy pequeño (8mm largo total, promedio); boca anterior; ano posterior; piel extremadamente delgada de color café claro; 12 tentáculos. Anillo calcáreo bien desarrollado; ámpulas tentaculares largas; dos madreporitas; una vesícula de Poli; primer asa intestinal unida por el mesenterio al lado izquierdo de la pared corporal; árboles respiratorios delgados y largos. Espículas de la pared corporal en forma de anclas, placas de ancla y gránulos miliars.

**Hábitat.** Esta especie diminuta, vivípara, vive entre algas calcáreas y verdes, la coloración de la pared del cuerpo frecuentemente se iguala al color de las algas de las cuales se alimenta; de 1-7 m. En el área de estudio, de 0-2 m.

**Distribución.** Dry Tortugas, Florida; Golfo de México, Caribe Mexicano; Belice, Panamá, Brasil, Bermudas, Jamaica, Puerto Rico, Antigua.

**FAMILIA CHIRIDOTIDAE**

**ÖSTERGREN, 1898**

***Chiridota rotifera***

**(POURTALÈS, 1851)**

***Synapta rotifera* Pourtalès, 1851: 15**

***Chiridota rotifera* (Pourtalès, 1851):**

**Ludwig, 1881: 41; Hendler *et al.*, 1995: 313; Laguarda Figueras *et al.*, 2001: 34-35**

**Material examinado.** Isla de Enmedio (19°06'52.5"N, 95°56'09"W), 09/04/2005, barlovento.



to. Recolectas y observaciones sobre los transectos. Nuevo registro para el PNSAV.

**Descripción.** Pepino de mar de cuerpo cilíndrico; boca anterior, ano posterior; piel muy delgada, transparente; tentáculos medianamente largos; papilas de la pared del cuerpo en forma de rueda. Anillo calcáreo desarrollado. Ámpulas tentaculares largas; dos madreporitas; una vesícula de Poli; primera asa intestinal unida por el mesenterio al lado izquierdo de la pared corporal. Las espículas de la pared del cuerpo en forma

de rueda, y en dos tentáculos en forma de barrotes curvados, ramificados en los extremos.

**Hábitat.** Sobre sustrato arenoso, debajo de piedras y lascas de coral muerto.

**Distribución.** Dry Tortugas, Florida; Islas Berry, Bahamas; Bermudas; Quintana Roo, México; Belice; Panamá; Venezuela; Jamaica; Puerto Rico; Islas Virgen, Antigua; Barbados; Tobago; Trinidad; Aruba; Cuba; México; Donaire y Brasil; de 0-10 m. En el área de estudio fue colectada de 0-2.3 m.

### CONSIDERACIONES FINALES

En este primer trabajo sobre los equinodermos del PNSAV se reportan 46 especies de dichos organismos. Las siguientes especies son reportadas por primera vez para el estado de Veracruz son: *Asterinides folium*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma brevicaudum*, *Amphipholis squamata*, *Ophiostigma isocanthum*, *Amphiuura stimpsonii*, *Ophiobrix lineata*, *Plagiobrissus grandis*, *Pseudothyone belli*, *Actynopyga agassizi*, *Holothuria impatiens*, *Holothuria arenicola*, *Holothuria thomasi*, *Isostichopus macroparentheses*, y *Epitomapta roseola*.

Esta información confirma la presencia de dichas especies tanto en el Golfo de México, como en el PNSAV subsanando parcialmente el hueco relativo manifestado por Solís Marín *et al.* (1993) sobre la poca información que se tenía respecto a los equinodermos presentes en las costas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán.

Lara *et al.* (1992) mencionan la existencia de algunas especies de equinodermos en la zona (*Nemaster rubiginosa*, *Ophiocoma echinata*, *Diadema antillarum*, *Tripneustes ventricosus*, *Echinometra lucunter*, *Echinometra viridis*, *Echinometra spp.*, *Eucidaris tribuloides*, *Euapta lappa*); sin embargo, no especifican en que isla o arrecife del PNSAV fueron encontrados. Sánchez (1993) reporta al equinoideo irregular *Encope michelini* para la isla de Enmedio. Es posible que esta especie se encuentre presente en las zonas arenosas someras del sistema arrecifal, sin embargo su existencia

dentro del PNSAV debe ser corroborada, ya que no existen ejemplares que respalden tal registro. Por otro lado, Lara *et al.* (1992) y Gutiérrez *et al.* (1993) reportan la existencia del “erizo verde”: *Strongylocentrotus droebachiensis* dentro del PNSAV, esta información es errónea, ya que este erizo se distribuye únicamente al norte de las islas Británicas, Escocia y Mar del Norte, en el Atlántico noreste; es muy probable que este registro esté confundido con *Lytechinus williamsi* Cheshier, una especie de erizo habitante de Veracruz muy parecida al “erizo verde”.

Ningún nuevo registro de las especies aquí reportadas se puede considerar endémica o de distribución restringida para las costas del estado de Veracruz. La fauna de equinodermos del PNSAV está compuesta por especies de amplia distribución dentro del Golfo de México, Gran Caribe y las Antillas Menores, como es de esperarse, dada la circulación de las corrientes marinas que bañan esas áreas a través del Caribe (Duncan *et al.*, 1977; Metcalf *et al.*, 1977).

Los patrones de distribución geográfica mejor representados en estos nuevos registros son: el Atlántico y Anfiatlántico. La fauna de equinodermos del PNSAV incluye un importante grupo de especies tropicales caribeñas. De manera preliminar, podría pensarse que la baja o nula representatividad de especies cosmopolitas, circumtropicales y anfiamericanas es producto del bajo esfuerzo de recolectas realizadas hasta el

momento en el PNSAV, razón por la cual muchas especies comunes potenciales aún no han sido registradas. El PNSAV posee el 39.6% de las especies reportadas para el estado de Veracruz, lo cual, si bien representa un porcentaje bajo, se debe considerar que el esfuerzo de recolecta ha sido asimismo bajo.

Para conocer mejor la composición faunística de los equinodermos del PNSAV será necesario efectuar recolectas más completas, así como revisar el material depositado en las otras colecciones científicas a fin de enriquecer la información obtenida.

### AGRADECIMIENTOS

Al PROMEP por el apoyo para la estancia, curso y recolecta de ejemplares en Veracruz. Al Acuario de Veracruz A.C. y a las autoridades del PNSAV por el apoyo logístico para la realización del trabajo de campo. A Horacio Pérez España por la donación del holoturoideo (*Isostichopus macro-*

*parentheses*) mencionado en este trabajo. A la M. en C. Alicia de La Luz Durán González y al Técnico Juan Torres Vega, académicos del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICML (UNAM) por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

### LITERATURA CITADA

- Bakus, G.J., 1968. Defense mechanisms and ecology of some tropical holothurians. *Mar. Biol.*, 2(1): 23-32.
- Birkeland, C., 1987. Nutrient availability as a major determinant of differences among coastal hard substratum communities in different regions of the tropics. p. 45-97. *In*: C. Birkeland (Ed.). Comparison between Atlantic and Pacific tropical marine coastal ecosystems: community structure, ecological processes, and productivity. UNESCO.
- Birkeland, C., 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. p. 1-79. *In*: M. Jangoux and J. M. Lawrence (eds.). 1989. Echinoderm Studies. Balkema, Rotterdam, Brookfield. Vol. 3, 383 p.
- Bravo Tzompantzi, D., F. A. Solís Marín, A. Laguarda Figueras, M. Abreu Pérez, y A. Durán González, 1999. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Caribe Mexicano: Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Avicennia*, 10-1: 43-72.
- Caso, M.E., 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias, UNAM. México. 338 p.
- Celaya Hernández, E.V., 2006. Erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) de la parte sur de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, Ver., México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, UNAM. México. 235 p.
- Chesher, R.H., 1970. Evolution in the genus *Meoma* (Echinoidea: Spatangoida) and a description of a new species from Panama. Biological Results of the University of Miami Deep-Sea Expedition. *Bull. Mar. Sci.*, 20 (3):731-761.
- Clark, A.H., 1947. A monograph of the existing crinoids. Vol. 1. The Comatulids. Part 4b. Superfamily Mariametrida (Concluded. The family Colobometridae) and Superfamily Tropiometrida (Except the families Thalassometridae and Charitometridae). *Smiths. Inst. Unit. Stat. Nat. Mus. Bull.* 473 p.
- Clark, A.H., 1950. A monograph of the existing crinoids. The Comatulids. Superfamily Tropiometrida (the families Thalassometridae and Charitometridae). *Smiths. Inst. Unit. Stat. Nat. Mus.* 371 p.
- Clark, A.M., 1989. An index of names of recent Asterozoa. Part. 1: Paxillosida and Notomyotida. p. 225-347. *In*: M. Jangoux, and J. M. Lawrence (Eds.). Echinoderm Studies. A.A. Balkema. Rotterdam. Brookfield. Vol. 3, 383 p.

- Clark, A.M., 1993. An index of names of recent Asteroidea. Part 2: Valvatida. p. 187-366. *In: M. Jangoux, and J. M. Lawrence (Eds.). 1993. Echinoderm Studies. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.*
- Clark, A. M., 1996. An index of names of recent Asteroidea. Part 3: Velatida and Spinulosida. p. 183-250. *In: M: Jangoux, and J. M. Lawrence (Eds.). Echinoderm Studies. Balkema Rotterdam Brookfield.*
- Clark, A.M. y M.E. Downey, 1992. Starfishes of the Atlantic. *Nat. Hist. Mus. London.* 779 p.
- Clark, H.L., 1940. A keyhole urchins (Mellita). *Proc. Unit. Stat. Nat. Mus.*, 89:435-444.
- Deichmann, E., 1954. The holothurians of the Gulf of Mexico. *In: P.S. Galtsoff (Coord.), 1954. Gulf of Mexico, its origin, waters, and marine life. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, 55(89):381-410.*
- Duncan, C.P.D.K., A.J.R. Duncan, y P.N. Froelich, 1977. Drift bottle returns from the Caribbean. *Bull. Mar. Sci.*, 27(3):580-586.
- Durán González, A., A. Laguarda Figueras, F.A. Solís Marín, B.E. Buitrón Sánchez, Cynthia A. Gust, y J. Torres Vega, 2005. Equinodermos (Echinodermata) de la zona marina económica exclusiva del Golfo de México. *Biol. Trop.*, 53 (Supl. 3): 53-68.
- Fell, H.B., 1960. Synoptic keys to the genera of Ophiuroidea. *Zool. Pub. Victoria Univ. Wellington* 26:1-44.
- Gallo, J.N., 1988. Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional, Natural Tayrona. I. Echinoidea. *Trianea*, 1: 99-110.
- Gamboa Contreras, J.A., 1978. Estudio preliminar acerca de la fauna de equinodermos de la costa norte del estado de Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Univ. Autón. Nvo. León. 121 p.
- Gutiérrez, D., M. García Sáenz, C. Lara y C. Padilla, 1993. Comparación de Arrecifes Coralinos: Veracruz y Quintana Roo. p. 787-806. *In: S.I. Salazar Vallejo, y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO y CIQRO.* 865 p.
- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson and P.M. Kier, 1995. Sea Stars, sea urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. *Smith. Inst. Press. USA.* 390 p.
- Henkel, D.H., 1982. Echinoderms of Enmedio Ref, southwestern Gulf of Mexico. M.S. Thesis. Corpus Christi State University, Corpus Christi, Texas. 78 p.
- Ives, J.E., 1890. Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Veracruz. *Proc. Acad. Nat. Scs. Phil.*, 1890:317-340.
- Kier, P.M., 1975. The echinoids of Carrie Bow Cay, Belize. *Smith. Cont. Zool.*, 206: 1-20 pp.
- Kier, P.M., y R.E. Grant, 1965. Echinoid distribution and habits, Key Largo Coral Reef Preserve, Florida. *Smith. Misc. Coll.*, 149:1-68.
- Laguarda Figueras, A., F. A. Solís Marín, A. Durán González, P. Hernández Pliego, y R. Del Valle García, 2001. Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Caribe Mexicano: Puerto Morelos. *Avicennia*, 14:7-46.
- Laguarda Figueras, A., J. Torres Vega, F.A. Solís Marín, E. Mata Pérez, A. Durán González, y M. Abreu, 2002. Los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Caribe Mexicano: Incluyendo comentarios sobre su zoogeografía. *Avicennia*, 15:1-8.
- Laguarda Figueras, A., M. Abreu, J. Torres Vega., F. A. Solís Marín, y A. Durán González, 2004. Los ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) del Caribe Mexicano: Puerto Morelos. *Avicennia*, 17:13-34.
- Lara, M., C. Padilla, C. García, y J.J. Espejel, 1992. Coral Reef of Veracruz Mexico. I. Zonation and Community. *Proc. of the Seventh International Coral Reef Symposium, Guam* 1:535-544.
- Leske, N.G., 1778. Additamenta ad Jacob Theodory Klein Naturalem Dispositionem Echinodermatum et Lucubrationum des Aculeis Echinorum Marinorum. *Upsala.* 216 p.
- Matsumoto, H., 1915. A new classification of Ophiuroidea with descriptions of new genera and species. *Nat. Sci. Phil.*, 67:43-93.

- Maya Vilchis, P., 1993. Distribucion, abundancia y algunos aspectos de la bioogía del erizo *Lytechinus variegatus* en el arrecife "Hornos" del Puerto de Veracruz, Ver., México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias Marinas, UABC. México. 92 p.
- Macurda, D.B., Jr., y D.L. Meyer, 1983. Sea lilies and feather stars. *American Scientist*, 71:354-365.
- Metcalfe, W.G., M.C. Stalcup, y D.K. Atwood, 1977. Mona Pasaje drift bottle study. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribb.*, 27:586-591.
- Moore, D.R., 1958. Notes on Blanquilla Reef, the most northern coral formation in the western Gulf of Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sc.*, 5:151-155.
- Mortensen, Th., 1928. A monograph of the Echinoidea. I. Cidaroida. C. A. Rietzel, Copenhagen. 551p.
- Mortensen, Th., 1935. A monograph of the Echinoidea. II. Bothriocidaroida, Melonechinoidea, Lepidocentroida and Stirodonta. C. A. Rietzel, Copenhagen. 647 p.
- Mortensen, Th., 1940. A monograph of the Echinoidea. III. 1. Aulodonta. C. A. Rietzel, Copenhagen. 370 p.
- Mortensen, Th., 1943. A monograph of the Echinoidea. III. 2, 3. Camarodonta. C. A. Rietzel, Copenhagen. 553 p.
- Mortensen, Th., 1948. A monograph of the Echinoidea. IV. 1. Holoctypoida, Cassiduloida. C. A. Rietzel, Copenhagen. 371 p.
- Mortensen, T., 1950. A monograph of the Echinoidea. V. 1. Spatangoida 1. C. A. Rietzel, Copenhagen. 371 p.
- Mortensen, T., 1951. A monograph of the Echinoidea. V. 2. Spatangoida 2. C. A. Rietzel, Copenhagen. 593 p.
- Nishimura Murakami, M. 2005. Distribucion y abundancia del erizo blanco *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata: Toxopneustidae) en la laguna del arrecife Isla Verde, Veracruz, México. Tesis Profesional Fac. Ciencias, UNAM. México. 113 p.
- O'Loughlin, P.M. 2002. New genus and species of Southern Australian and Pacific Asterinidae (Echinodermata, Asteroidea). *Mem. Mus. Vict.*, 59(2):277-296.
- Pawson D.L., y H.B. Fell, 1965. A revised classification of the dendrochirote holothurians. *Brev.*, 214:1-7.
- San Juan Ruíz, S., 1988. Estudio descriptivo de la morfología externa de *Tripneustes ventricosus* (Lamarck) y *Lytechinus variegatus* (Lamarck), colectados en el arrecife de Lobos, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana. México. 67 p.
- Sánchez, D.C., 1993. Taxocenosis y estructura de la comunidad de equinodermos del arrecife de isla de Enmedio, Ver., (Stelleroidea, Crinoidea, Equinoidea: Equinodermata). Tesis Profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana. México 49 p.
- Serafy, D.K., 1979. Memoirs of the Hourglass Cruises. V (III): Echinoids (Echinodermata: Echinoidea). St. Petesburg, Florida: Florida Department of Nat. Res. USA. 120 p.
- Solís-Marín F.A., M. D. Herrero Pérezrul., A. Laguarda Figueras, y J. Torres Vega, 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). p. 91-105. *In: S. Salazar-Vallejo, y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México. 865 p.*
- Solís Marín, F.A., A. Laguarda Figueras, A. Durán González, E. Mata Pérez, y B.E. Buitrón Sánchez, 2003. El género *Mellita* (Echinodermata: Echinoidea: Clypeasteroidea) de las costas de México. *Avicennia*, 16:55-70.
- Tommasi, L.R., 1966. Sobre alguns equinodermas da Região do Golfo de Mexico e do mar das Antilhas. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. Méx.*, 37(1-2):155-165.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez y L.F. Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. p. 559-575. *In: S. Salazar Vallejo, y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México. 865 p.*
- Worbis Torres, H., 1986. Introducción al conocimiento de los equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) de la costa de Tamaulipas y Norte del estado de Veracruz, México. Tesis Profesional Escuela de Ciencias Biológicas, Univ. del Noreste. 59 p.

**Anexo 1.** Listado actualizado de los equinodermos del estado de Veracruz. (Modificado de Durán González *et al.*, 2005). Las especies presentes en el PNSAV se encuentran marcadas con el símbolo ®, los nuevos registros para el estado de Veracruz aparecen marcados con un asterisco\*.

### CLASE CRINOIDEA

Orden Comatulida A. H. Clark, 1908

Familia Comasteridae A. H. Clark, 1908

Género *Comactinia* A. H. Clark, 1909  
*Comactinia meridionalis meridionalis* (L. Agassiz, 1865)  
Género *Nemaster* A. H. Clark, 1909  
® *Nemaster rubiginosus* (Pourtalès, 1869)

### CLASE ASTEROIDEA

Orden Paxillosida Perrier, 1884  
Familia Luidiidae Sladen, 1889

Género *Luidia* Forbes, 1839

*Luidia (Luidia) alternata alternata* (Say, 1825)  
*Luidia (Luidia) clathrata* (Say, 1825)  
*Luidia (Luidia) heterozona* Fisher, 1940  
*Luidia (Luidia) sarsi* Düben y Koren, 1845  
*Luidia (Luidia) sarsi elegans* Perrier, 1875

Familia Astropectinidae Gray, 1840

Género *Astropecten* Gray, 1840  
*Astropecten alligator* Perrier, 1881  
*Astropecten americanus* Verrill, 1880  
*Astropecten cingulatus* Sladen, 1883  
*Astropecten comptus* Verrill, 1915  
*Astropecten duplicatus* Gray, 1840  
Género *Dytaster* Sladen, 1889  
*Dytaster insignis* (Perrier, 1884)  
Género *Persephonaster* Wood-Mason y Alcock, 1891  
*Persephonaster patagiatus* (Sladen, 1889)  
*Persephonaster echinulatus* H. L. Clark, 1941  
Género *Psilaster* Sladen, 1885  
*Psilaster cassiope* Sladen, 1889  
Género *Tethyaster* Sladen, 1889  
*Tethyaster grandis* (Verrill, 1899)

Familia Gonioplectinidae Verrill, 1899

Género *Goniopecten* Perrier, 1881  
*Goniopecten demonstrans* Perrier, 1881  
Género *Cheiraster* Studer, 1883  
*Cheiraster (Cheiraster) planus* Verrill, 1915  
*Cheiraster (Christopheraster) ludwigi* Fisher, 1913  
*Cheiraster (Christopheraster) mirabilis* (Perrier, 1881)

Orden Valvatida Perrier, 1884  
Familia Asterinidae Gray, 1840

Género *Asterinides* Verrill, 1913  
® *Asterinides folium* (Lütken, 1860)

Familia Goniasteridae Forbes, 1841

Género *Anthrenoides* Perrier, 1881  
*Anthrenoides piercei* Perrier, 1881  
Género *Apollonaster* Halpern, 1970  
*Apollonaster yucatanensis* Halpern, 1970  
Género *Goniaster* L. Agassiz, 1836  
*Goniaster tessellatus* (Lamarck, 1816)  
Género *Nymphaster* Sladen, 1889  
*Nymphaster arenatus* (Perrier, 1881)  
Género *Plinbaster* Verrill, 1899  
*Plinbaster dentatus* (Perrier, 1884)

Familia Oreasteridae Fisher, 1911

Género *Oreaster* Müller y Troschel, 1842  
® *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758)

Familia Ophidiasteridae Verrill, 1870

Género *Linckia* Nardo, 1834  
® *Linckia guildingi* Gray, 1840  
® *Linckia nodosa* Perrier, 1875  
Género *Ophidiaster* L. Agassiz, 1836  
® *Ophidiaster guildingi* Gray, 1840  
Género *Pteraster* Müller y Troschel, 1842  
*Pteraster personatus* Sladen, 1891

Orden Spinulosida Perrier, 1884  
Familia Echinasteridae Verrill, 1870

Género *Echinaster* Müller y Troschel, 1840  
*Echinaster (Othilia) serpentarius* Müller y Troschel, 1842

Orden Forcipulatida Perrier, 1884  
Familia Zoroasteridae Sladen, 1889

Género *Doraster* Downey, 1970  
*Doraster constellatus* Downey, 1970  
Género *Zoroaster* Wyville-Thomson, 1873  
*Zoroaster fulgens* Wyville-Thomson, 1873

Familia Asteriidae Gray, 1840

Género *Coscinasterias* Verrill, 1870  
® *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)  
Género *Midgardia* Downey, 1972  
*Midgardia scandaros* Downey, 1972

**CLASE OPHIUROIDEA**

Orden Phrynophiurida Matsumoto, 1915  
 Familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867

Género *Astrocanium* Döderlein, 1911  
*Astrocanium herrerai* (H.L. Clark, 1918)  
 Género *Astrophyton* Müller y Troschel, 1842  
*Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816)

Orden Ophiurida Müller y Troschel, 1840  
 Familia Ophiuridae Lyman, 1865

Género *Ophiura* Lamarck, 1801  
*Ophiura fallax* Cherbonnier, 1959  
 Género *Ophiolepis* Müller y Troschel, 1840  
 ® *Ophiolepis impressa* Lütken, 1859  
 ® *Ophiolepis paucispina* (Say, 1825)

Familia Ophiocomidae Ljungman, 1867

Género *Ophiocoma* Agassiz, 1836  
 ® *Ophiocoma echinata* (Lamarck, 1816)  
*Ophiocoma pumila* Lütken, 1859  
*Ophiocoma paucigranulata* Devaney, 1974  
 ® *Ophiocoma wendtii* Müller y Troschel, 1842  
 Género *Ophiocomella* A. H. Clark, 1939  
 ®\**Ophiocomella ophiactoides* (H.L. Clark, 1901)

Familia Ophionereididae Ljungman, 1867

Género *Ophionereis* Lütken, 1859  
*Ophionereis reticulata* (Say, 1825)  
 Género *Ophiochiton* Lyman, 1878  
*Ophiochiton ternispinus* Lyman, 1883

Familia Ophiidermatidae Ljungman, 1867

Género *Ophioderma* Müller y Troschel, 1840  
*Ophioderma appressum* (Say, 1825)  
 ®\**Ophioderma brevicaudum* Lütken, 1856  
 ® *Ophioderma cinereum* Müller y Troschel, 1842  
 ® *Ophioderma guttatum* Lütken, 1859

Familia Ophiactidae Matsumoto, 1915

Género *Ophiactis* Lütken, 1856  
*Ophiactis quinqueradia* Ljungman, 1871  
 ® *Ophiactis savignyi* (Müller y Troschel, 1842)

Familia Amphiuroidae Ljungman, 1867

Género *Amphiodia* Verrill, 1899  
*Amphiodia trychna* H.L. Clark, 1918  
 Género *Amphioplus* Verrill, 1899  
*Amphioplus (Amphioplus) sepultus* Hendler, 1995  
*Amphioplus coniotodes* H.L. Clark, 1918  
 Género *Amphipholis* Ljungman, 1866  
*Amphipholis januarii* Ljungman, 1866  
 ®\**Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)  
 Género *Ophiostigma* Lütken, 1856  
 ®\**Ophiostigma isocanthum* (Say, 1825)  
 Género *Amphiura* Lütken, 1859

®\**Amphiura stimpsonii* Lütken, 1859  
 Género *Ophiocnida* Lyman, 1865  
*Ophiocnida scabriuscula* (Lütken, 1859)  
 Género *Ophiophragmus* Lyman, 1865  
*Ophiophragmus moorei* Thomas, 1965  
*Ophiophragmus pulcher* H.L. Clark, 1918

Familia Ophiotrichidae Ljungman, 1866

Género *Ophiotrix* Müller y Troschel, 1840  
 ® *Ophiotrix angulata* (Say, 1825)  
 ®\**Ophiotrix lineata* Lyman, 1860  
*Ophiotrix orstedii* Lütken, 1856  
*Ophiotrix suensonii* Lütken, 1856

**CLASE ECHINOIDEA**

Orden Cidaroida Claus, 1880  
 Familia Cidariidae Gray, 1825

Género *Encidaris* Pomel, 1883  
 ® *Encidaris tribuloides* (Lamarck, 1816)  
 Género *Cidaris* Leske, 1778  
*Cidaris abyssicola* (A. Agassiz, 1869)  
 Género *Stylocidaris* Mortensen, 1909  
*Stylocidaris lineata* Mortensen, 1910

Familia Phormosomatidae M. Jensen, 1981  
 Género *Phormosoma* Wyville-Thomson, 1872  
*Phormosoma placenta placenta* Wyville-Thomson, 1872

Orden Diadematoida Duncan, 1889

Familia Diadematidae Gray, 1855  
 Género *Diadema* Gray, 1825  
 ® *Diadema antillarum* (Philippi, 1845)  
 Género *Astropyga* Gray, 1825  
*Astropyga magnifica* A. H. Clark, 1934  
 Género *Centrostephanus* Peters, 1855  
*Centrostephanus longispinus rubricingulus* H.L. Clark, 1921

Orden Arbacioida Gregory, 1900  
 Familia Arbaciidae Gray, 1855

Género *Arbacia* Gray, 1835  
*Arbacia punctulata* (Lamarck, 1816)

Familia Toxopneustidae Troschel, 1872

Género *Lytechinus* A. Agassiz, 1863  
 ® *Lytechinus variegatus variegatus* (Lamarck, 1816)  
*Lytechinus williamsi* Chesher, 1968  
 Género *Tripanistes* L. Agassiz, 1841  
 ® *Tripanistes ventricosus* (Lamarck, 1816)

Orden Echinoida Claus, 1876  
 Familia Echinometridae Gray, 1825

Género *Echinometra* Gray, 1825  
 ® *Echinometra lucunter lucunter* (Linnaeus, 1758)  
 ® *Echinometra viridis* A. Agassiz, 1863

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Orden Clypeasteroidea A. Agassiz, 1872  
Familia Clypeasteridae L. Agassiz, 1835

Género *Clypeaster* Lamarck, 1801  
*Clypeaster ravenelii* (A. Agassiz, 1869)  
*Clypeaster subdepressus* (Gray, 1825)

Familia Mellitidae Stefanini, 1911

Género *Mellita* Klein, 1734  
® *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778)  
Género *Encope* L. Agassiz, 1840  
*Encope michelini* L. Agassiz, 1841

Orden Spatangoida Claus, 1876  
Familia Brissidae Gray, 1855

Género *Brissus* Gray, 1825  
® *Brissus unicolor* (Leske, 1778)  
Género *Brissopsis* L. Agassiz, 1840  
*Brissopsis alta* Mortensen, 1907  
*Brissopsis atlantica* Mortensen, 1907  
Género *Meoma* Gray, 1851  
*Meoma ventricosa ventricosa* (Lamarck, 1816)  
Género *Plagiobrissus* Pomel, 1883  
®\**Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788)  
Género *Moiria* A. Agassiz, 1872  
*Moiria atropos* (Lamarck, 1816)  
Género *Hypselaster* H. L. Clark, 1917  
*Hypselaster limicolus* (A. Agassiz, 1878)

**CLASE HOLOTHUROIDEA**

Orden Dendrochirotida Grube, 1840  
Familia Cucumariidae Ludwig, 1894

Género *Euthyonacta* Deichmann, 1954  
*Euthyonacta solida* (Deichmann, 1930)  
Género *Thyonella* Verrill, 1872  
*Thyonella pervicax* (Théel, 1886)  
Género *Ocnus* Ludwig, 1874  
® *Ocnus suspectus* Ludwig, 1874

Familia Sclerodactylidae Panning, 1949

Género *Pseudothyone* Ludwig, 1886  
®\**Pseudothyone belli* Ludwig, 1886

Orden Aspidochirotida Grube, 1840  
Familia Holothuriidae Ludwig, 1894

Género *Actinopyga* Bronn, 1860  
®\**Actinopyga agassizi* (Selenka, 1867)  
Género *Holothuria* Linnaeus, 1767  
Subgénero *Cystipus* Haackel, 1880

® *Holothuria (Cystipus) cubana* Ludwig, 1874  
Subgénero *Halodeima* Pearson, 1914  
®\**Holothuria (Halodeima) grisea* Selenka, 1867  
Subgénero *Platyperona* Rowe, 1969  
® *Holothuria (Platyperona) parvula* (Selenka, 1867)  
Subgénero *Selenkothuria* Deichmann, 1958  
*Holothuria (Selenkothuria) glaberrima* (Selenka, 1867)  
Subgénero *Semperothuria* Deichmann, 1958  
® *Holothuria (Semperothuria) surinamensis* Ludwig, 1874  
Subgénero *Theelothuria* Deichmann, 1958  
*Holothuria (Theelothuria) princeps* Selenka, 1867  
Subgénero *Thymiosycia* (Forskaal, 1775)  
®\**Holothuria (Thymiosycia) impatiens* (Forskaal, 1775)  
® *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* Semper, 1868  
®\**Holothuria (Thymiosycia) thomasi* Pawson y Caicedo, 1980

Familia Stichopodidae Haeckel, 1896

Género *Isostichopus* Deichmann, 1958  
® *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867)  
®\**Isostichopus macroparentheses* (H. L. Clark, 1922)

Familia Synallactidae Ludwig, 1894

Género *Bathyplores* (Östergren, 1896)  
*Bathyplores natans* (Sars, 1861)

Orden Molpadiida Haeckel, 1896  
Familia Molpadiidae J. Müller, 1850

Género *Molpadia* Risso, 1826  
*Molpadia musculus* Risso, 1826  
*Molpadia parva* (Théel, 1886)

Orden Apodida (Brandt, 1835)  
Familia Synaptidae Burnmeister, 1837

Género *Eunapta* Östergren, 1898  
® *Eunapta lappa* (Müller, 1850)  
Género *Epitomapta* (Verrill, 1873)  
®\**Epitomapta roseola* (Verrill, 1873)  
Género *Synaptula* Östergren, 1849  
® *Synaptula hydriformis* (Leseuer, 1824)

Familia Chiridotidae Östergren, 1898

Género *Chiridota* Eschscholtz, 1829  
® *Chiridota rotifera* (Pourtalés, 1851).

Hermoso Salazar, A. M., y K. Arvizu Coyotzi, 2007. Los estomatópodos y decápodos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 101-112. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

6

# Los Estomatópodos y Decápodos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

STOMATOPODS AND DECAPODS OF THE VERACRUZ  
REEF SYSTEM NATIONAL PARK

*A.M. Hermoso Salazar*<sup>1,2\*</sup> y *K. Arvizu Coyotzi*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## RESUMEN

El presente trabajo representa una primera aproximación sobre la riqueza de crustáceos estomatópodos y decápodos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), presentando un inventario faunístico de las especies registradas hasta la fecha para esta área protegida. La información que se presenta en este capítulo se obtuvo, en su mayoría, a partir de una búsqueda en la literatura donde se registran especies de crustáceos para la región; no obstante, se incluyen registros producto de muestreos de macrofauna realizados durante 2004 y 2005 en sedimento y en coral muerto de arrecife Hornos, isla de Enmedio e isla Sacrificios. El inventario incluye 177 especies de estomatópodos y decápodos, pertenecientes a 44 familias y 101 géneros, lo que representa un 63% del total de especies de crustáceos estomatópodos y decápodos marinas registradas para Veracruz. La familia con mayor riqueza específica fue la Alpheidae con 23 especies, seguida por la Mithracidae con 14 especies, Portunidae con 12 especies y Xanthidae con 9 especies. Los resultados reflejaron la falta de investigaciones y de recolecciones en otro tipo de hábitat, aparte del coral vivo y muerto.

## ABSTRACT

A checklist of the stomatopod and decapod crustaceans known to date for Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano is presented. The checklist includes all species cited in the literature about this region and collected from Hornos reef, Enmedio Island and Sacrificios Island in dead coral and sediments during 2004 and 2005. The list contains 177 species and 101 genera belonging to 44 families. This account represents 63% of the total number of stomatopod and decapod crustacean species known in Veracruz



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

(294 species). The families Alpheidae (23 species), Mithracidae (14 species), and Portunidae (12 species) and Xanthidae (9 species) were the most diverse. The results showed the need for research and collection in other habitat types besides living and dead coral.

## INTRODUCCIÓN

Los crustáceos estomatópodos y decápodos constituyen dos grupos de invertebrados muy diversificados de la fauna bentónica marina de los mares tropicales y subtropicales del mundo. Son miembros importantes de ecosistemas donde existen numerosas interacciones entre los organismos, como en el caso de la fauna que habita temporal o permanentemente los ecosistemas arrecifales, los cuales son sitios de alimentación, abrigo o protección y reproducción de diversas poblaciones de crustáceos (Abele y Felgenhauer, 1982; Williams, 1984; Hendrickx, 1995).

El decremento de la diversidad y la desaparición de la fauna debido a la perturbación ejercida sobre el medio por la actividad humana, constituye uno de los conflictos ambientales más graves que actualmente debe enfrentar la comunidad científica (Wilson, 1988). Ante la magnitud

e importancia del problema, parece adecuado recomendar el estudio de la fauna, en este caso de la carcinofauna del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), y contar con estrategias de protección de la biodiversidad (Murphy, 1990).

Para esto, es necesario como paso preliminar ineludible, recopilar, compendiar y cartografiar la información biológica, actualmente dispersa en la literatura y en las colecciones. Por tal motivo, surge la necesidad de recopilar y evaluar los registros de crustáceos estomatópodos y decápodos marinos del PNSAV, ya que para cualquier estudio ecológico o taxonómico de una zona determinada es importante contar con inventarios faunísticos, cuya información sea confiable y actualizada (Peláez Goycochea, 1994; Toledo, 1994).

## ANTECEDENTES

La información publicada de los crustáceos estomatópodos y decápodos del PNSAV es muy escasa. Los estudios de la carcinofauna considerados en este inventario fueron principalmente de investigaciones de tesis profesionales nacionales e internacionales, donde tratan algún grupo de crustáceos en particular. Ives (1891) es el pionero de esta región del Golfo de México, donde estudió a los crustáceos de Florida, Bermudas, Yucatán y Veracruz. Allen (1982) analizó a los decápodos Reptantia de los arrecifes de isla de Enmedio y de isla Lobos. White (1982) consideró a los decápodos Natantia del arrecife de isla de Enmedio.

Morales García (1986) analizó a los crustáceos estomatópodos y decápodos de isla Verde, el mismo autor en 1987, realizó un estudio similar en isla Sacrificios. López-Salgado (1986) en su

trabajo de la familia Majidae tomó en cuenta a los arrecifes de isla de Enmedio y la Blanquilla.

Hermoso Salazar y Martínez Guzmán (1991) estudiaron ocho familias de camarones de cinco arrecifes del Golfo de México. Rodríguez Aragón (1991), en su trabajo de la taxonomía y distribución de los cangrejos oxistomatos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México, incluyó algunos registros del PNSAV. Canencia Sampedro (1992) analizó material biológico de los arrecifes veracruzanos en su estudio taxonómico sobre los cangrejos de la superfamilia Xanthoidea.

Alvarez *et al.* (1999) elaboraron un listado de los crustáceos decápodos de Veracruz de tres ambientes acuáticos: marino, estuarino y dulceacuícola, dentro del ambiente marino consideraron a los arrecifes de Veracruz. Hermoso-Salazar

(2001) amplió el ámbito de *Leptalpheus forceps*, de Florida (EUA) a isla Sacrificios.

García-Pérez (2002) realizó una revisión taxonómica de las especies mexicanas del género *Panopeus* y consideró a los arrecifes de Veracruz como zona de estudio. Carrera Parra y Vargas Hernández (1997) registraron 28 especies de crustáceos en su estudio de la comunidad críptica de esponjas del arrecife de isla de Enmedio, Veracruz, México.

El trabajo de Hernández-Aguilera *et al.* (1996) es el inventario más completo acerca de los estomatópodos y decápodos del Golfo de México, cuyo material biológico de este estudio se encuentra depositado en la Colección de Crustáceos de la Secretaría de Marina, la cual resguarda el acervo carcinológico nacional más importante de los arrecifes del Golfo de México y Mar Caribe.

## MÉTODO

La información de los registros de los estomatópodos y decápodos presentados en este trabajo es producto, en un primer alcance, de una revisión bibliográfica exhaustiva acerca de la fauna carcinológica registrada previamente en el PNSAV. En un segundo alcance, proviene de tres recolecciones de la macrofauna de coral muerto y de sedimentos de los arrecifes Hornos, isla Enmedio e isla Sacrificios, cuyo muestreo se realizó en el marco del proyecto *Análisis de la Estructura Espacial, Biodiversidad y Abundancia de la Comunidad de Pastos Marinos en los Arrecifes de Isla Sacrificios, Isla de Enmedio y Hornos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano* que se llevó a cabo conjuntamente entre el Centro de Ecología y Pesquerías de la Universidad Veracruzana y los institutos de Biología y de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM; realizado del 3-16 de junio de 2004,

del 26-31 de octubre de 2004 y del 26 de abril al 3 de marzo de 2005.

Las recolecciones en sedimentos se lograron mediante un dispositivo de succión subacuático (13.22 dm<sup>3</sup>) con ayuda de buceo SCUBA, filtrando directamente el sedimento sobre una bolsa de malla con abertura de 0.5 mm en la cual quedaron retenidos los organismos. En el caso de las rocas del sustrato coralino, las rocas de coral muerto se recolectaron manualmente con buceo libre y la macrofauna se extrajo directamente fragmentando la roca.

El orden y la clasificación de las familias de estomatópodos y decápodos que se presentan en este estudio, siguen el arreglo propuesto por Martin y Davis (2001), mientras que los géneros y las especies se ordenaron alfabéticamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando en cuenta el listado de especies de decápodos marinos propuesto por Alvarez *et al.* (1999) y los resultados de este estudio, existe un total de 294 especies de estomatópodos y decápodos registradas en Veracruz, tanto de los sistemas arrecifales como de la plataforma continental. De este total, en el PNSAV se registraron 177 especies de estomatópodos (cinco especies) y decápodos (172 especies) (Anexo 1), pertenecientes a 44 familias y 101 géneros, lo que corresponde al 63% de las especies de estomatópodos y decápodos registradas para Veracruz. El análisis

de la composición faunística reveló que la familia con mayor número de especies fue la Alpheidae con 23 especies, seguida por Mithracidae con 14 especies, Portunidae con 12 especies y Xanthidae con 9 especies.

Los sistemas arrecifales se caracterizan por albergar una gran riqueza específica de crustáceos decápodos, principalmente de alféidos, májidos y xántidos (Abele, 1974; Abele y Patton, 1976; Abele y Felgenhauer, 1982). Debido a lo anterior, era de esperarse que estos tres grupos de decápodos estuvieran bien representados en los

ambientes de coral muerto y sedimentos del PN-SAV, encontrándose: 23 especies de alféidos, 18 especies de májidos (Epiplatidae, Inachidae, Mithracidae y Tychidae), y 26 especies de xántidos (Domeciidae, Menippidae, Panopeidae, Pilumnidae y Xanthidae).

En general, es importante incrementar el estudio de la fauna carcinológica del PNSAV. La mayoría de las publicaciones consideradas en este listado de estomatópodos y decápodos del PN-SAV correspondieron a investigaciones de tesis, tanto de licenciatura como de posgrado. Los sistemas con mayor número de registros publicados fueron los arrecifes de las islas de Enmedio con 129 registros en nueve publicaciones y Sacrificios con 99 registros en ocho publicaciones, el resto de las localidades consideradas en este trabajo están poco atendidas por los carcinólogos.

Alvarez *et al.* (1999) incluyeron a todos los arrecifes del PNSAV en una sola localidad. De acuerdo con ellos, los arrecifes ubicados frente al

puerto de Veracruz no presentaron diferencias en la composición faunística, debido a su cercanía y a la ausencia de fuertes variaciones ambientales. No obstante, en este estudio el sistema arrecifal se presentó diferencias en la riqueza específica entre los arrecifes: el de mayor número de especies de estomatópodos y decápodos lo presentó isla de Enmedio (129 especies), le sigue isla Sacrificios (99 especies), arrecife Hornos (50 especies) e isla Verde (49 especies).

Seguramente esta variación repercute en la intensidad de muestreos y de las dimensiones del arrecife; sin embargo, se recomienda analizar la existencia de otros efectos que influyan en la heterogeneidad de la riqueza específica entre estos sistemas arrecifales. Algunos factores pueden ser la influencia directa de los resultados de la actividad antropológica, la reducción de hábitats por ser arrecifes con o sin isla, o el nivel de desarrollo del sotavento como lo menciona Lara *et al.* (1992).

## CONSIDERACIONES FINALES

Para la obtención de un inventario completo es necesario que en futuros estudios consideren o intensifiquen los muestreos en sustratos, como: sedimentos, rocas y pastos marinos, y poner mayor atención a las especies simbioses de esponjas, crinoideos, equinodermos, moluscos y otros invertebrados. Con este tipo de esfuerzos el inventario de la carcinofauna se incrementa, ejemplo de ello fueron los resultados de las recolecciones originales de este trabajo. En este estudio, se incluyen 11 nuevos registros para la región mexicana del Golfo de México en el PNSAV, estos son *Bigelowna biminiensis*, *Iliacantha intermedia* y *Planes minutus* en isla de Enmedio; *Raninoides loevis*, *Hexapanopeus angustifrons*, *Hexapanopeus paulensis*, *Micropanope sculptipes*, *Trapezioplax tridentata* y *Pinnixa sayana* en el arrecife Sacrificios; *Pinnixa floridana* en los arrecifes de Sacrificios y Enmedio, y *Pinnixa cilindrica* en el arrecife Hornos, mismos que se enlistan a continuación incluyendo su distribución previa.

***Bigelowna biminiensis.*** Distribución geográfica conocida: Atlántico Oeste: Carolina del

Sur, Texas, oeste de Florida; Bahamas, Cuba, Colombia y Brasil. Pacífico este: Costa Rica y Panamá (Manning, 1969; Hendrickx y Salgado Barragán, 1991; Schotte y Manning, 1993; Manning y Heard, 1997). Nuevo registro: arrecife de Enmedio, en sedimento.

***Raninoides loevis.*** Distribución geográfica conocida: Sur de Cabo Hatteras, a través del Golfo de México; al sur del Caribe, incluyendo las islas Leeward a Brasil (Williams, 1984). Nuevo registro para el arrecife Sacrificios, en sedimento.

***Iliacantha intermedia.*** Distribución geográfica conocida: Beaufort; Carolina del Norte, al noroeste de Florida; Santo Thomas, Islas Vírgenes; Venezuela; Brasil (Williams, 1984). Nuevo registro para el arrecife de Enmedio, en sedimento.

***Hexapanopeus angustifrons.*** Distribución geográfica conocida: Sonda de Vineyard; Massachusetts; a Puerto Aransas, Texas; Bahamas; Jamaica (Williams, 1984). Nuevo registro para el arrecife Sacrificios, en coral muerto.

*Hexapanopeus paulensis*. Distribución geográfica conocida: Carolina del Sur; a través del Golfo de México a Uruguay (Milstein *et al.*, 1976). Nuevo registro para el arrecife Sacrificios, en sedimento.

*Micropanope sculptipes*. Distribución geográfica: sureste del Cabo Lookout; Carolina del Norte; a Puerto Aransas, Texas; islas caribeñas (Abele y Kim, 1986). Nuevo registro para el arrecife Sacrificios, en coral muerto.

*Trapezioplax tridentata*. Distribución geográfica conocida: Florida; Barbados (Powers, 1977). Nuevo registro para el arrecife Sacrificios, en sedimento.

*Planes minutus*. Distribución geográfica conocida: este de Norteamérica (sur de Newfoundland) a través de la costa occidental de América, Florida; Bahamas; islas caribeñas (Abele

y Kim, 1986). Nuevo registro para el arrecife de Enmedio, en coral muerto.

*Pinnixa cilíndrica*. Distribución geográfica conocida: De Massachussets a Florida (Cooley, 1978), incluyendo Dry Tortugas (Williams, 1984). Nuevo registro para el arrecife Hornos, en sedimento.

*Pinnixa floridana*. Distribución geográfica conocida: sureste de Cabo Lookout; Carolina del Norte; Florida (Camp *et al.*, 1977, Williams, 1984); isla Hutchinson (Camp *et al.*, 1977). Nuevo registro para el arrecife de Enmedio, en sedimento.

*Pinnixa sayana*. Distribución geográfica conocida: De Massachussets a Carolina del Norte; Florida; Louisiana; Brasil (Camp *et al.*, 1977; Williams 1984). Nuevo registro para el Arrecife Sacrificios, en sedimento.

#### AGRADECIMIENTOS

A la UIEP de la Universidad Veracruzana y al PROMEP por su apoyo para la realización de la Jornada Académica de Crustacea que impartimos en Veracruz a través de la gestión del Dr. Alejandro Granados. Agradecemos el apoyo logístico del Acuario de Veracruz, A.C., y de su personal, y en particular al Ing. Manuel Rodríguez y al Biól. Miguel Ángel Román; Asimismo, se agra-

dece el apoyo de las autoridades del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y de la 3a Zona Naval Militar y en lo particular a la Biól. Elvira Carvajal y al Cap. Jorge Juárez. Al ICMyL, UNAM y en particular a la Dra. Vivianne Solís por el apoyo brindado, y al Biól. Carlos Illescas por el acceso a la literatura e información de los crustáceos del Golfo de México.

#### LITERATURA CITADA

- Abele, L.G., y B.E. Felgenhauer, 1982. Eucarida. p. 294-326. *In*: S.P. Parker (Ed.). *Synopsis and Classification of Living Organisms*. McGraw Hill Book Co. New York.
- Abele, L. G., y W. Kim, 1986. An illustrated guide to the marine Decapod Crustaceans of Florida. The Florida State University. Department of Biol. Sci. Tallahassee, Florida. 760 p.
- Abele, L.G., y W.K. Patton, 1976. The size of coral heads and the community biology of associated decapod crustaceans. *J. Biogeogr.*, 3:35-47.
- Allen, R.L., 1982. The reptant decapods of Enmedio and Lobos coral reefs, southwestern Gulf of Mexico. Thesis of Master of Science, Corpus Christi State University, Texas. 65 p.
- Álvarez F, J.L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles, 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anal. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool.*, 70(1):1-27.
- Camp, D.K., N.H. Whiting, y R.E. Martin, 1977. Nearshore marine ecology at Hutchinson Island, Florida:1971-1974. V. Arthropods. *Florida Mar. Res. Publ.*, 25:1-63.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Canencia Sampedro, M.T.C., 1992. Estudio taxonómico sobre los cangrejos de la superfamilia Xanthoidea (Crustacea, Decapoda, Brachyura) de la costa este de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM. México. 242 p.
- Carrera Parra, L.F., y J.M. Vargas Hernández, 1996-1997. Comunidad críptica de esponjas del arrecife de isla de Enmedio, Ver., México. *Revista de Biología Tropical*, 44(3)/45(1):311-321.
- Cooley, N.R., 1978. An inventory of the estuarine fauna in the vicinity of Pensacola Florida. *Florida Mar. Res. Publ.*, 31:1-119.
- García Pérez, G., 2002. Revisión taxonómica de las especies mexicanas del género *Panopeus* H. Milne Edwards, 1834 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Xanthoidea: Panopeidae). Tesis de Licenciatura, FES Iztacala. UNAM. 75 p.
- Hendrickx, M.E., 1995. Estomatópodos. p. 356-382. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (Eds.). Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico centro-Oriental. Vol. 1. Plantas e invertebrados. FAO. 484 p.
- Hendrickx, M.E., y J. Salgado-Barragán, 1991. Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. *Inst. Cienc. Mar. Limnol. UNAM. Publ. Esp.*, 10(1):1-200.
- Hermoso Salazar, A.M., 2001. Ampliación de ámbito de *Leptalpheus forceps* (Caridea: Alpheidae) al Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.*, 49(3-4):1278.
- Hermoso Salazar, A.M., y L.A. Martínez-Guzmán, 1991. Estudio Taxonómico de ocho familias de camarones (Crustacea: Decapoda) en cinco arrecifes del Golfo de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. UNAM. 87 p.
- Hernández Aguilera, J.L., R.E. Toral Almazán, y J.A. Ruiz Nuño, 1996. Especies catalogadas de crustáceos Estomatópodos y Decápodos para el Golfo de México, río Bravo, Tamaulipas a Progreso, Yucatán. Secretaría de Marina. CONABIO. México 132 p.
- Ives, J.E., 1891. Crustacea from the northern coast of Yucatan, the harbor of Vera Cruz, the west coast of Florida and the Bermuda Islands. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 43:176-207.
- Lara, M., Cl. Padilla, C. García, y J.J. Espejel, 1992. Coral Reef of Veracruz Mexico I. Zonation and Community. *Proc. Seventh Internacional Symposium, Guam*, 1:535-543.
- López Salgado, I., 1986. Estudio taxonómico de la familia Majidae (Crustacea-Decapoda-Brachyura) de la costa este de México. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala. UNAM. 90 p.
- Manning, R.B., 1969. Stomatopod Crustacea of the Western Atlantic. *Studies in Tropical Oceanography*, University of Miami Press, Coral Gables, Florida. 8:1-380 p.
- Manning, R.B., y R. Heard, 1997. Stomatopod Crustaceans from the Carolinas and Georgia, Southeastern United States. *Gulf Res. Rep.*, 9(4):303-320.
- Martin, J.W., y G.E. Davis, 2001. An updated classification of the Recent Crustacea. *Natur. Hist. Mus. Los Angeles County, Sci. Ser.*, 39:1-124.
- Milstein, A., M. Juanico, y J. Olazarri, 1976. Algunas asociaciones bentónicas frente a las costas de Rocha, Uruguay. Resultados de la campaña del R/V "2Hero", viaje 72-3A. *Com. Soc. Malacol. Uruguay*, 4(30):143-164.
- Morales García, A., 1986 Estudio de los Crustáceos Estomatópodos y Decápodos de Isla Verde, Veracruz, México. *Secr. Mar. Dir. Gral. Oceanog. México*. 78 p.
- Morales García, A., 1987 Estudio de los Crustáceos Estomatópodos y Decápodos de Isla Sacrificios, Veracruz, México. *Secr. Mar. Dir. Gral. Oceanog. México. Est. Ver./87*. 79 p.
- Murphy, D.D., 1990 Conservation biology and scientific method. *Conserv. Biol.*, 4:203-204.
- Peláez Goycochea, A., 1994. XII. Bases de datos en taxonomía y colecciones científicas. p. 259-277. In: J. Llorente Bousquets y I. Luna Vega (Eds.). *Taxonomía biológica*. Ediciones Científicas Universitarias. FCE. México.
- Powers, L.W., 1977. A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of Mexico. *Contrib. Mar. Sci., Suppl.*, 20:1-190.

- Rodríguez Aragón, B.E., 1991. Taxonomía y distribución de los cangrejos oxystomatos (Dorippidae, Calappidae, Leucosiidae) de la plataforma continental del Suroeste del Golfo de México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias. UNAM. México. 49 p.
- Schotte, M., y R.B. Manning, 1993. Stomatopod Crustacea from Tobago, West Indies. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 106(3): 566-581.
- Toledo, V., 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa. *Ciencias*, 34:43-59.
- White, R.B., 1982. A study of the natantid decapod crustaceans collected from Enmedio reef, Veracruz. Thesis of Master of Science, Texas A&M University. USA. 114 p.
- Williams, A.B., 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 550 p.
- Wilson, E.O., 1988. The current state of biological diversity. p. 3-18. *In*: E.O. Wilson (Ed.). Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1.** Lista de especies de estomatópodos y decápodos registrados en el PNSAV. Incluye los registros de la recolección de este trabajo. AA=Anegada de Afuera; Enm=Isla de Enmedio; Hor=Hornos; Gall=L Gallega; Sac=Isla Sacrificios; Ver=Isla Verde; Sant=Santiaguillo.

Nota: X\*= registro nuevo para el SAV con la recolección de este estudio.

Familia y especie /Arrecifes	AA	Enm	Hor	Blan	Gall	Sac	Ver	Sant	Veracruz
Familia Gonodactylidae									
<i>Neogonodactylus bredini</i> Manning, 1969		X	X			X	X		
<i>Neogonodactylus oerstedii</i> Hansen, 1895	X	X	X			X	X		
Familia Nannosquillidae									
<i>Bigelovina biminiensis</i> (Bigelow, 1893)		X*							
Familia Pseudosquillidae									
<i>Pseudosquilla ciliata</i> (Fabricius, 1787)		X							
Familia Lysiosquillidae									
<i>Lysiosquillina glabriuscula</i> (Lamarck, 1818)		X							
Familia Penaeidae									
<i>Farfantepenaeus aztecus</i> (Ives, 1891)		X							
<i>Farfantepenaeus duorarum</i> (Burkenroad, 1939)		X				X			
<i>Metapenaeopsis goodii</i> (Smith, 1885)									X
<i>Rimapenaeus similis</i> (Smith, 1885)		X				X			
Familia Sicyoniidae									
<i>Sicyonia dorsalis</i> Kingsley, 1878		X							
<i>Sicyonia laevigata</i> Stimpson, 1871		X				X			
<i>Sicyonia parri</i> (Burkenroad, 1934)		X				X			
<i>Sicyonia typica</i> (Boeck, 1864)						X			
Familia Stenopodidae									
<i>Microprosthema semilaeve</i> (von Martens, 1872)		X							
<i>Stenopus hispidus</i> (Olivier, 1811)	X	X				X			
<i>Stenopus scutellatus</i> (Rankin, 1898)		X							
Familia Gnathophyllidae									
<i>Gnathophyllum americanum</i> Guérin-Ménéville, 1855		X				X			
Familia Palaemonidae									
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i> (Lucas, 1849)								X	
<i>Leander tenuicornis</i> (Say, 1818)		X			X				
<i>Macrobrachium acanthurus</i> (Wiegmann, 1836)		X							
<i>Periclimenaeus bermudensis</i> (Armstrong, 1940)		X							
<i>Periclimenaeus bredini</i> Chace, 1972		X							
<i>Periclimenaeus chacei</i> Abele, 1971		X							
<i>Periclimenaeus perlatus</i> (Boone, 1930)		X							
<i>Kemponia americanus</i> (Kingsley, 1878)		X	X			X	X		
<i>Periclimenes iridescens</i> Lebour, 1949		X							
<i>Periclimenes rathbunae</i> Schmitt, 1924						X			
<i>Pontonia mexicana</i> Guerin-Meneville, 1855		X							
<i>Tuleariocaris neglecta</i> Chace, 1969		X							
Familia Alpheidae									
<i>Alpheus armillatus</i> H. Milne Edwards, 1837		X	X			X			
<i>Alpheus bahamensis</i> Rankin, 1898	X	X	X			X	X	X	
<i>Alpheus bouvieri</i> A. Milne Edwards, 1878		X	X			X			
<i>Alpheus cristulifrons</i> Rathbun, 1900	X	X	X			X	X	X	
<i>Alpheus floridanus</i> Kingsley, 1878		X							
<i>Alpheus formosus</i> Gibbes, 1850		X	X			X	X	X	
<i>Alpheus normanni</i> Kingsley, 1878		X	X			X	X		
<i>Alpheus nuttingi</i> (Schmitt, 1924)		X	X		X	X			
<i>Alpheus paracrinitus</i> Miers, 1881	X	X				X			
<i>Alpheus peasei</i> (Armstrong, 1940)		X							
<i>Automate gardineri</i> Coutière, 1902		X				X			

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de estomatópodos y decápodos registrados en el PNSAV. Incluye los registros de la recolección de este trabajo. AA=Anegada de Afuera; Enm=Isla de Enmedio; Hor=Hornos; Gall=La Gallega; Sac=Isla Sacrificios; Ver=Isla Verde; Sant=Santiaguillo.  
Nota: X\*= registro nuevo para el SAV con la recolección de este estudio.

Familia y especie /Arrecifes	AA	Enm	Hor	Blan	Gall	Sac	Ver	Sant	Veracruz
Familia Alpheidae (Continuación)									
<i>Leptalpheus forceps</i> Williams, 1965						X			
<i>Salmoneus ortmanni</i> (Rankin, 1898)						X			
<i>Synalpheus agelas</i> Pequegnat y Heard, 1979						X			
<i>Synalpheus anasimus</i> Chace, 1972		X	X						
<i>Synalpheus brevicarpus</i> (Herrick, 1891)		X	X						
<i>Synalpheus fritzmulleri</i> Coutière, 1909		X	X			X	X	X	
<i>Synalpheus longicarpus</i> (Herrick, 1891)		X	X			X	X		
<i>Synalpheus mclendonii</i> Coutière, 1910		X	X			X	X		
<i>Synalpheus minus</i> (Say, 1818)	X	X	X			X	X	X	
<i>Synalpheus pandionis</i> Coutière, 1909		X	X				X		
<i>Synalpheus scaphoceris</i> Coutière, 1910		X	X						
<i>Synalpheus townsendi</i> Coutière, 1909		X	X			X		X	
Familia Hippolytidae									
<i>Hippolyte curacaoensis</i> Schmitt, 1924		X	X			X		X	
<i>Latreutes fucorum</i> (Fabricius, 1798)		X				X			
<i>Lysmata wurdemanni</i> (Gibbes, 1850)		X							
<i>Thor dobkini</i> Chace, 1972						X			
<i>Thor floridanus</i> Kingsley, 1878	X	X				X			
<i>Thor manningi</i> Chace, 1972		X				X			
<i>Tozeuma carolinense</i> Kingsley, 1878		X							
Familia Processidae									
<i>Processa bermudensis</i> (Rankin, 1900)		X				X			
<i>Processa fimbriata</i> Manning y Chace, 1971							X		
Familia Callinassidae									
<i>Biffarius fragilis</i> (Biffar, 1970)		X				X			
<i>Neocallichirus grandimana</i> (Gibbes, 1850)		X				X			
Familia Upogebiidae									
<i>Pomatogebia operculata</i> (Schmitt, 1924)		X							
Familia Palinuridae									
<i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804)						X			
<i>Panulirus guttatus</i> (Latreille, 1804)						X			
Familia Scyllaridae									
<i>Scyllarus chacei</i> Holthuis, 1960							X		
Familia Coenobitidae									
<i>Coenobita chypeatus</i> (Herbst, 1791)		X						X	
Familia Diogenidae									
<i>Calcinus tibicen</i> (Herbst, 1791)		X	X			X	X	X	
<i>Clibanarius antillensis</i> Stimpson, 1859		X	X			X	X		
<i>Clibanarius cubensis</i> (de Saussure, 1858)	X	X				X			
<i>Clibanarius tricolor</i> (Gibbes, 1850)			X						
<i>Dardanus fucosus</i> Biffar y Provenzano, 1972		X							
<i>Petrochirus diogenes</i> (Linnaeus, 1758)		X				X			
Familia Paguridae									
<i>Pagurus brevidactylus</i> (Stimpson, 1859)		X							
Familia Porcellanidae									
<i>Megalobrachium soriatum</i> (Say, 1818)						X			
<i>Neopisosoma angustifrons</i> (Benedict, 1901)						X			
<i>Pachycheles monilifer</i> (Dana, 1852)		X	X			X			
<i>Petrolisthes armatus</i> (Gibbes, 1850)		X	X		X	X			



**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de estomatópodos y decápodos registrados en el PNSAV. Incluye los registros de la recolección de este trabajo. AA=Anegada de Afuera; Enm=Isla de Enmedio; Hor=Hornos; Gall=La Gallega; Sac=Isla Sacrificios; Ver=Isla Verde; Sant=Santiaguillo.  
Nota: X\*= registro nuevo para el SAV con la recolección de este estudio.

Familia y especie /Arrecifes	AA	Enm	Hor	Blan	Gall	Sac	Ver	Sant	Veracruz
Familia Porcellanidae (Continuación)									
<i>Petrolisthes cressatii</i> (A. Milne Edwards, 1878)		X							
<i>Petrolisthes galatbinus</i> (Bosc, 1802)		X	X			X			
<i>Petrolisthes jugosus</i> Street, 1872	X	X				X		X	
<i>Petrolisthes politus</i> (Gray, 1831)		X				X			
<i>Petrolisthes quadratus</i> Benedict, 1901		X							
<i>Porcellana sayana</i> (Leach, 1820)		X							
Familia Dromiidae									
<i>Cryptodromiopsis antillensis</i> (Stimpson, 1858)		X					X		
<i>Dormia erythropus</i> (Edwards, 1771)		X							
<i>Ethusa mascarone</i> (A. Milne Edwards, 1880)						X			
<i>Ethusa microphthalmia</i> Smith, 1881						X			
Familia Raninidae									
<i>Raninoides loevis</i> (Latreille, 1825)						X*			
Familia Calappidae									
<i>Acanthocarpus alexandri</i> Stimpson, 1871						X			
<i>Calappa flammea</i> (Herbst, 1794)		X			X	X			
<i>Calappa gallus</i> (Herbst, 1803)		X				X			
<i>Calappa sulcata</i> Rathbun, 1898		X				X	X		
Familia Hepatidae									
<i>Hepatus epheliticus</i> (Linnaeus, 1763)							X		
Familia Leucosiidae									
<i>Ebalia cariosa</i> (Stimpson, 1860)		X					X		
<i>Ebalia stimpsoni</i> A. Milne Edwards, 1880						X	X		
<i>Iliacantha intermedia</i> Miers, 1886		X*							
<i>Spelaeophorus pontifer</i> (Stimpson, 1871)		X							
<i>Ublias limbatus</i> Stimpson, 1871		X	X			X	X		
Familia Epialtidae									
<i>Acanthonyx petiverii</i> H. Milne Edwards, 1834		X			X	X			
Familia Inachidae									
<i>Stenorhynchus seticornis</i> Herbst, 1788		X	X			X	X		
Familia Mithracidae									
<i>Macrocoeloma camptocerum</i> (Stimpson, 1871)						X			
<i>Macrocoeloma diplacanthum</i> (Stimpson, 1860)		X	X			X			
<i>Macrocoeloma trispinosum nodipes</i> (Desbonne, 1867)		X							
<i>Macrocoeloma trispinosum</i> variedad Rathbun, 1925		X							
<i>Macrocoeloma trispinosum trispinosum</i> (Latreille, 1825)		X							
<i>Microphrys bicornutus</i> (Latreille, 1825)		X	X			X	X		
<i>Mithrax (Mithraculus) cincimanus</i> (Stimpson, 1860)	X		X						
<i>Mithrax (Mithraculus) coryphe</i> (Herbst, 1801)		X	X			X			
<i>Mithrax (Mithraculus) forceps</i> (A. Milne Edwards, 1875)	X	X	X		X	X	X		
<i>Mithrax (Mithraculus) rubber</i> (Stimpson, 1871)	X	X	X					X	
<i>Mithrax (Mithraculus) sculptus</i> (Lamarck, 1818)									X
<i>Mithrax (Mithrax) acuticornis</i> Stimpson, 1870		X							
<i>Mithrax (Mithrax) hispidus</i> (Herbst, 1790)							X		
<i>Mithrax (Mithrax) verrucosus</i> H. Milne Edwards, 1832		X	X	X			X	X	

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de estomatópodos y decápodos registrados en el PNSAV. Incluye los registros de la recolección de este trabajo. AA=Anegada de Afuera; Enm=Isla de Enmedio; Hor=Hornos; Gall=La Gallega; Sac=Isla Sacrificios; Ver=Isla Verde; Sant=Santiaguillo. Nota: X\*= registro nuevo para el SAV con la recolección de este estudio.

Familia y especie /Arrecifes	AA	Enm	Hor	Blan	Gall	Sac	Ver	Sant	Veracruz
Familia Tychidae									
<i>Pilbo acuelata</i> (Gibbes, 1850)		X	X						
<i>Pilbo lherminieri</i> (Schramm, 1867)		X				X	X		
Familia Portunidae									
<i>Arenaeus cribarius</i> (Lamarck, 1818)		X				X			X
<i>Callinectes larvatus</i> Ordway, 1863		X				X			
<i>Callinectes marginatus</i> (Milne Edwards, 1861)		X				X	X		
<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896		X							
<i>Callinectes similis</i> Williams, 1966		X	X		X	X			
<i>Portunus anceps</i> (de Saussure, 1858)		X				X			
<i>Portunus gibbesii</i> (Stimpson, 1859)		X							
<i>Portunus ordwayi</i> (Stimpson, 1860)		X				X			
<i>Portunus sayi</i> (Gibbes, 1850)		X							X
<i>Portunus sebae</i> (H. Milne Edwards, 1834)		X					X		
<i>Portunus spinicarpus</i> (Stimpson, 1871)		X							
<i>Portunus spinimanus</i> Latreille, 1819		X				X			
Familia Goneplacidae									
<i>Trapezoplax tridentata</i> (A. Milne Edwards, 1880)						X*			
Familia Menippidae									
<i>Eriphia gonagra</i> (Fabricius, 1781)		X	X			X	X		
<i>Menippe nodifrons</i> Stimpson, 1859		X	X			X			
<i>Ozius reticulatus</i> (Desbonne y Schram, 1867)						X	X		
Familia Domeciidae									
<i>Domecia acanthophora acanthophora</i> (Desbonne y Schram, 1867)		X							
Familia Panopeidae									
<i>Acantholobulus bermudensis</i> (Benedict y Rathbun, 1891)						X			
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i> (Stimpson, 1860)		X	X		X	X	X		
<i>Hexapanopeus angustifrons</i> (Benedict y Rathbun, 1891)						X*			
<i>Hexapanopeus paulensis</i> Rathbun, 1930						X*			
<i>Micropanope sculptipe</i> Stimpson, 1871						X*			
<i>Panopeus bartii</i> Smith, 1869						X			
<i>Panopeus herbstii</i> H. Milne Edwards, 1834							X		
<i>Panopeus lacustris</i> Desbonne, 1867			X		X	X	X		
<i>Panopeus obesus</i> Smith, 1869						X			
<i>Panopeus occidentalis</i> de Saussure, 1857			X				X		
<i>Panopeus simpsoni</i> Rathbun, 1930		X				X			
Familia Pilumnidae									
<i>Pilumnus dasypodus</i> Kingsley, 1879		X							
<i>Pilumnus sayi</i> Rathbun, 1897			X						
Familia Xanthidae									
<i>Cataleptodius floridanus</i> (Gibbes, 1850)		X	X		X	X	X		
<i>Chlorodiella longimana</i> (H. Milne Edwards, 1834)	X	X	X			X			
<i>Etisus maculatus</i> (Stimpson, 1860)						X	X		
<i>Paractaea rufopunctata nodosa</i> (Stimpson, 1860)						X			
<i>Paraliomera dispar</i> (Stimpson, 1871)		X							
<i>Paraliomera longimana</i> (A. Milne Edwards, 1865)	X	X					X	X	X
<i>Platyactaea setigera</i> (H. Milne Edwards, 1834)		X					X		
<i>Platypodiella spectabilis</i> (Herbst, 1794)			X				X	X	
<i>Xantho denticulada</i> White, 1847		X							

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de estomatópodos y decápodos registrados en el PNSAV. Incluye los registros de la recolección de este trabajo. AA=Anegada de Afuera; Enm=Isla de Enmedio; Hor=Hornos; Gall=La Gallega; Sac=Isla Sacrificios; Ver=Isla Verde; Sant=Santiaguillo. Nota: X\*= registro nuevo para el SAV con la recolección de este estudio.

Familia y especie /Arrecifes	AA	Enm	Hor	Blan	Gall	Sac	Ver	Sant	Veracruz
Familia Ocypodidae									
<i>Ocypode quadrata</i> (Fabricius, 1787)		X	X		X	X	X		X
Familia Gecarcinidae									
<i>Gecarcinus lateralis</i> (Fremenville, 1853)		X				X	X		
Familia Grapsidae									
<i>Geograpsus lividus</i> (H. Milne Edwards, 1837)							X		
<i>Goniopsis cruentata</i> (Latreille, 1802)								X	
<i>Grapsus grapsus</i> (Linnaeus, 1758)		X	X			X	X	X	X
<i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850)		X	X			X	X		
<i>Planes minutus</i> (Linnaeus, 1758)		X*							
Familia Plagusiidae									
<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)		X							
<i>Plagusia depressa</i> (Fabricius, 1775)		X							
Familia Sesarmidae									
<i>Armases ricordi</i> (H. Milne Edwards, 1853)						X			
<i>Sesarma cinereum</i> (Bosc, 1802)							X		
Familia Varunidae									
<i>Cyclograpsus integer</i> H. Milne Edwards, 1837						X	X		
Familia Cryptochiroidea									
<i>Pseudocryptochirus corallicola</i> (Verrill, 1909)		X							
<i>Pseudocryptochirus hypostegus</i> (Shaw y Hopkins, 1978)		X							
Familia Pinnotheridae									
<i>Dissodactylus crinitichelis</i> Moreira, 1901		X							
<i>Pinnixa cylindrica</i> (Say, 1818)			X*						
<i>Pinnixa cristata</i> Rathbun, 1900						X			
<i>Pinnixa floridana</i> Rathbun, 1918		X*				X*			
<i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860						X*			
<i>Pinnotheres shoemakeri</i> Rathbun, 1918		X							
<b>Número total de especies</b>	<b>14</b>	<b>129</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>99</b>	<b>49</b>	<b>16</b>	<b>7</b>

Domínguez Castanedo, N., A. Granados Barba, y V. Solís Weiss, 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del arrecife Sacrificios, p. 113-126. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

7



# Estudio Preliminar de la Macrofauna Bentónica Presente en la Laguna del Arrecife Sacrificios

PRELIMINARY STUDY OF THE BENTHIC MACROFAUNA  
PRESENT IN THE SACRIFICIOS REEF LAGOON

*N. Domínguez Castanedo*<sup>1,2\*</sup>, *A. Granados Barba*<sup>3</sup> y *V. Solís Weiss*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

<sup>3</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

El presente trabajo representa un estudio preliminar de la composición y distribución espacial de las comunidades bentónicas macrofaunísticas de fondos blandos de la laguna arrecifal de Sacrificios, una isla perteneciente al Sistema Arrecifal Veracruzano cuyo acceso ha estado restringido por dos décadas debido al deterioro ambiental causado por actividades turísticas y recreativas, pero que se pretende reabrir al público. La laguna arrecifal es somera (0-2 m), observándose cuatro ambientes bentónicos predominantes a partir de la línea de playa y hacia la pendiente: 1) arena y rocas de coral muerto, 2) praderas de *Thalassia testudinum*, 3) arena, y 4) coral vivo. Los parámetros ambientales no variaron significativamente entre los transectos, infiriéndose que sus cambios son homogéneos en toda la laguna arrecifal. Se recolectaron 2,211 individuos pertenecientes a los grupos de poliquetos (83%), crustáceos (8%), oligoquetos (5%), moluscos (3%) y equinodermos (1%). Al norte de la isla se registraron altas densidades, mayormente de poliquetos (309 ind/dm<sup>3</sup>). Diez familias de poliquetos (*Amphinomidae*, *Syllidae*, *Capitellidae* y *Spionidae* principalmente) y una de moluscos (*Bullidae*) fueron las dominantes. Las estaciones se agruparon en dos ensamblajes: A, compuesto por un subgrupo con baja densidad y caracterizado por las familias *Spionidae* y *Amphinomidae* y otro con alta riqueza y densidad caracterizado por las familias *Amphinomidae* y *Syllidae* y ubicado cerca de la línea de playa y B, con densidades intermedias, lejos de la línea de playa y caracterizado por las familias *Syllidae* y *Capitellidae*. Con el análisis de escalamiento multidimensional se obtuvo una configuración semejante donde la cercanía con la línea de playa, posiblemente por el efecto de la marea, parece representar un papel importante en la distribución de las familias, más que el tipo de sustrato presente.

## ABSTRACT

In order to contribute to the scarce knowledge about the macrobenthic communities of the Veracruz Reef System soft bottoms, the composition and the spatial distribution of the macrobenthic communities in the Sacrificios reef lagoon was studied and the preliminary results are here presented. Access to Sacrificios Island has been restricted for two decades due to the environmental damage caused by previous tourist and recreational activities, but it will soon be reopened to the public, which is why it is important to assess the present state of its benthic communities. The reef lagoon of the island is shallow (0-2 m) and has four predominant benthic environments from the beach line to the slope: 1) sand and dead coral rocks, 2) *Thalassia testudinum* banks, 3) sand and 4) live corals. The environmental variables measured did not show any significant variation among the five transects studied; thus, it is assumed that their changes occur homogeneously inside the reef lagoon. With the use of a suction sampler (13.22 dm<sup>3</sup>) 2,211 organisms were collected and identified as having the following composition: polychaetes (83%), crustaceans (8%), oligochaetes (5%), molluscs (3%) and echinoderms (1%). High densities were found in the northern region of the island, especially polychaetes (309 ind/dm<sup>3</sup>). The Amphinomidae, Syllidae, Capitellidae, Spionidae and another six polychaete families, plus one of mollusks (Bullidae), were pre-dominant in the study area. Two faunistic groups were found. Group A: included two subgroups, one with low densities and with Spionidae and Amphinomidae as representative families; the other with high densities and species richness, with Syllidae and Amphinomidae as representative families and located near the shore; and B: with medium densities, far from the shore and characterized by the families Syllidae and Capitellidae. A multi-dimensional scaling analysis produced a similar configuration, in which it appears that the tides may have a greater effect on the distance of families from the shoreline than the type of substrate present on the bottom.

## INTRODUCCIÓN

Sacrificios, situada en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), fue una isla comúnmente visitada por el público en general debido a sus atractivos turísticos (naturales y arqueológicos), así como por su cercanía con la ciudad y puerto de Veracruz; sin embargo, por motivos atribuibles a una evidente presión debido a las actividades antropogénicas, las autoridades decidieron restringir su acceso al público desde hace más de dos décadas y con ello disminuir su deterioro ambiental.

Actualmente, en vista de su teórica recuperación, es del dominio público que se pretende reabrir nuevamente con fines turísticos; sin embargo, aun existen vacíos importantes de información sobre la biota que la habita, especialmente, las comunidades bentónicas de fondos blandos, motivo por el que resulta particularmente importante realizar estudios que contribuyan a conocer la estructura de las comunidades macrofaunísticas que habitan los fondos blandos de la laguna de este arrecife, describiendo el hábitat bentónico y analizando su composición, abundancia y distribución espacial.

## ÁREA DE ESTUDIO

El arrecife de la isla Sacrificios está situado entre los 19°00'00" y 19°16'00"N y los 95°45'00" y 96°12'00"O, a 2.4 km de la costa, frente a la ciudad y puerto de Veracruz. El clima de la región es Aw<sup>2</sup>(w)(í) tropical subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media anual superior a los 18°C. A lo largo del año, al igual que en el resto del Golfo de México, se distinguen tres tempo-

radas principales: secas (marzo a mayo), lluvias (junio a septiembre) y nortes (octubre a febrero) (Yáñez Arancibia y Sánchez Gil, 1983). En el PNSAV, las masas de agua influyen en la circulación prevaeciente, moviéndose principalmente hacia el norte (0.4 a 0.5 nudos), con temperaturas entre los 28.5 y 28.7°C y concentraciones promedio de salinidad de 33.6 ups. Asimismo, es una zona con

aportes importantes de materiales terrígenos por parte de los ríos Jamapa y Papaloapan (Vargas Hernández *et al.* 1993).

La isla tiene una longitud y amplitud máximas de 351 y 197 m respectivamente; emerge en la parte sur de un arrecife de 750 m de largo y 450 m de ancho en su parte central, cuya forma es elipsoidal y su eje mayor orientado en dirección

NO-SE. Presenta una zonación marcada con cuatro ambientes bentónicos desde la línea de playa hacia la pendiente: 1) una zona con arena y rocas de coral muerto, 2) una zona con pastos marinos (*Thalassia testudinum*), 3) una con arena y 4) una zona compuesta por coral vivo (Carricart Ganivet y Horta Puga, 1993; Vargas Hernández *et al.*, 1993).

## METODOLOGÍA

El material se recolectó en el marco del proyecto *Análisis de la estructura espacial, biodiversidad y abundancia de la comunidad de pastos marinos en los arrecifes isla Sacrificios, isla de Enmedio y Hornos del PNSAV* en su campaña denominada SAV-1 realizado del 3 al 13 de junio de 2004, en el que se consideraron un total de 15 estaciones ubicadas en cinco transectos, perpendiculares al litoral insular, dentro de la laguna del arrecife Sacrificios (Fig. 1). En cada estación se midió la profundidad y se tomaron muestras para determinar el tipo de sedimento; asimismo, se registraron la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua de fondo. Adicionalmente, durante los días de muestreo, se hizo un registro continuo (durante 6 h) de dichos parámetros ambientales, utilizando una sonda hydrolab.

El material biológico se obtuvo en sólo cuatro de los cinco transectos perpendiculares a la costa realizados, debido a que el transecto B (al sur de la laguna arrecifal) se encuentra en la zona de más energía y no se obtuvo muestra ya que el sedimento que existe es muy grueso (guijarros). Las muestras se tomaron mediante un dispositivo de succión subacuático colocado sobre un nucleador que cubre una área de 0.88 m<sup>2</sup> y un volumen de 13.22 dm<sup>3</sup>, mismas que fueron tamizadas a través de una malla de 0.5 mm.

La macrofauna se colocó en una solución de formaldehído al 10 % para su fijación. Los organismos fueron lavados, separados e identificados al microscopio hasta el nivel taxonómico de familia, mediante el uso de claves especializadas, para ser colocados en alcohol al 70% para su preservación.

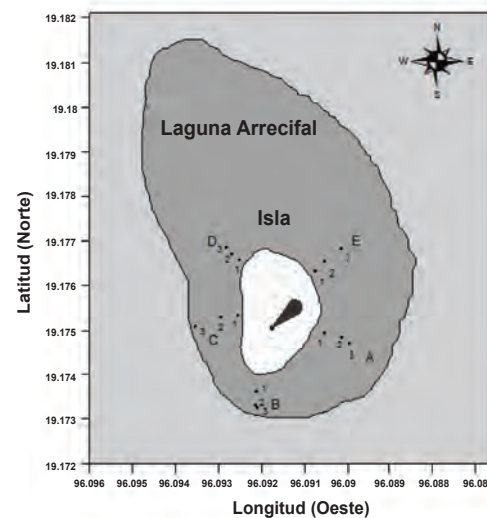


Figura 1. Estaciones de muestreo en la laguna arrecifal de Sacrificios.

Se hizo una integración de los datos ambientales obtenidos en campo con lo registrado en la literatura disponible para determinar la variación de los mismos a lo largo del año y establecer una caracterización del ambiente bentónico. A partir de las matrices de abundancia se calculó la densidad y riqueza de familias, determinando su importancia, en términos de abundancia y frecuencia, mediante la prueba de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995). Asimismo, se calculó la diversidad de Shannon-Wiener y la equidad de Pielou al nivel taxonómico de familia.

La variación de los parámetros ambientales y la densidad entre transectos y ambientes se obtuvo mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba post-hoc de Tukey para determinar la

significancia estadística de la prueba. Las afinidades faunísticas entre las estaciones de muestreo se lograron mediante un análisis de clasificación mediante el índice de Bray-Curtis; así también, se

realizó una ordenación mediante un Análisis de Escalamiento Multidimensional (Kruskal y Wish, 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

La profundidad registrada fue entre 0.22 y 4 m (Fig. 2), encontrándose las zonas más profundas hacia el lado oeste de la laguna arrecifal, donde se encuentra el muelle. Los parámetros medidos en el agua de fondo (temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad) no presentaron una variación significativa ni a lo largo del día, ni en los diferentes transectos estudiados (Tabla 1) por lo que se puede inferir que los cambios en los parámetros ambientales podrían estar ocurriendo de forma homogénea en toda la laguna arrecifal.

El tipo de sedimento es arena gruesa en la mayoría de las estaciones, y en general se encuentra moderadamente clasificada (Tabla 2). El tamaño de grano aumenta hacia el suroeste de la laguna arrecifal (Fig. 3) y corresponde con la zona de

mayor energía, encontrándose ahí, sedimentos más gruesos, mal clasificados y más heterogéneos.

Se recolectaron 2,211 organismos, siendo predominante el grupo de poliquetos representando el 83% del total muestreado (Fig. 4), seguido de los crustáceos (8%), oligoquetos (5%), moluscos (3%) y equinodermos (1%). Los valores más altos de densidad se ubicaron en la región norte de la isla, en los transectos D y E (Fig. 5) donde los poliquetos alcanzaron valores de 309.44 ind/dm<sup>3</sup>.

Los organismos se clasificaron en 47 familias: los equinodermos presentaron cinco familias, los crustáceos seis, los moluscos 11 y los poliquetos 25. La riqueza de familias se encuentra distribuida de una manera más uniforme que la densidad en

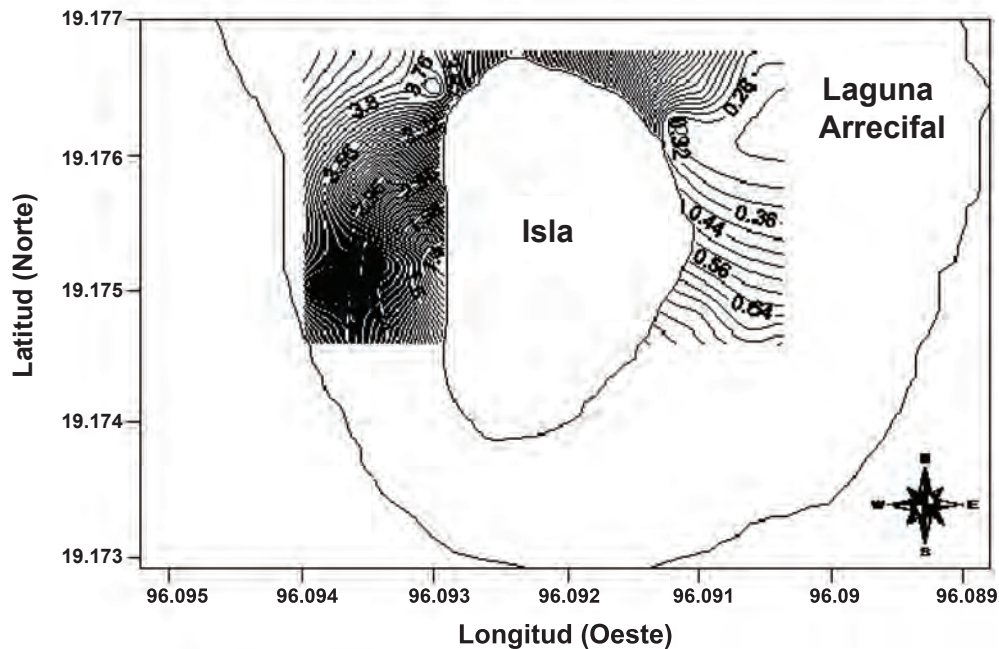


Figura 2. Distribución de la profundidad en la laguna arrecifal de Sacrificios. Los valores en la región sur oscilan entre 0.5 y 0.85 m, no se incluyen porque distorsionan la realidad.

Tabla 1. Resultado del ANOVA de los parámetros ambientales comparando los transectos muestreados.

Transectos	SS	gl	MS	F	p
Temperatura	8.53	4	2.13	0.527	0.716853
Oxígeno disuelto	6.566	4	1.641	0.3984	0.807418
pH	0.085	4	0.021	1.7	0.1919.81
Tamaño de grano	0.993373	4	0.248343	2.94013	0.75879

Tabla 2. Datos granulométricos de las estaciones de muestreo.

Estación	Tamaño de grano (Mz)	Textura	Clasificación
A1	.28	Arena gruesa	Moderadamente clasificado
A2	.26	Arena gruesa	Mal clasificado
B1	.55	Arena gruesa	Mal clasificado
B2	.52	Arena gruesa	Mal clasificado
C1	40	Arena gruesa	Moderadamente clasificado
C2	1.22	Arena mediana	Moderadamente clasificado
C3	.89	Arena gruesa	Bien clasificado
D1	.42	Arena gruesa	Moderadamente clasificado
D2	.50	Arena gruesa	Moderadamente clasificado
D3	.68	Arena gruesa	Mal clasificado
E1	-0.05	Arena muy gruesa	Moderadamente bien clasificado

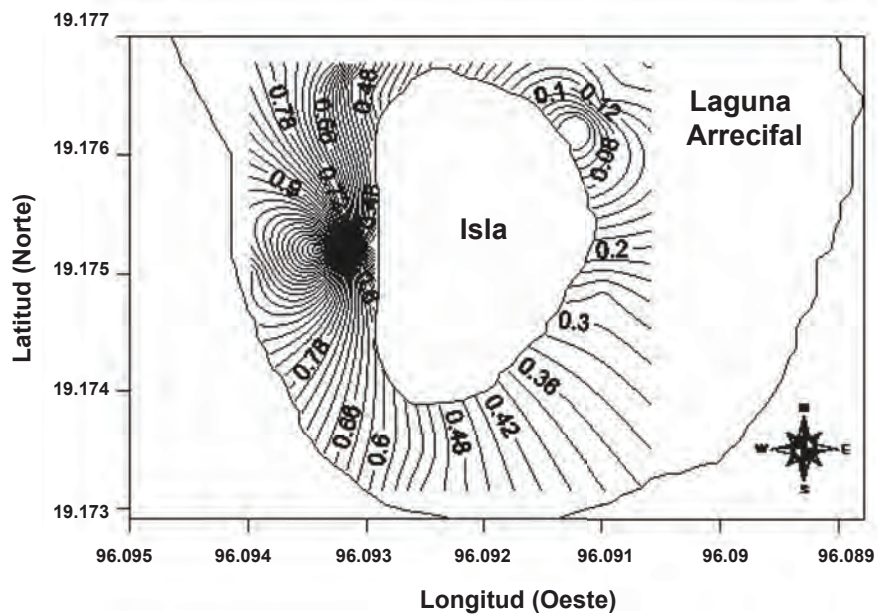


Figura 3. Distribución del tamaño de grano en la laguna arrecifal de Sacrificios.



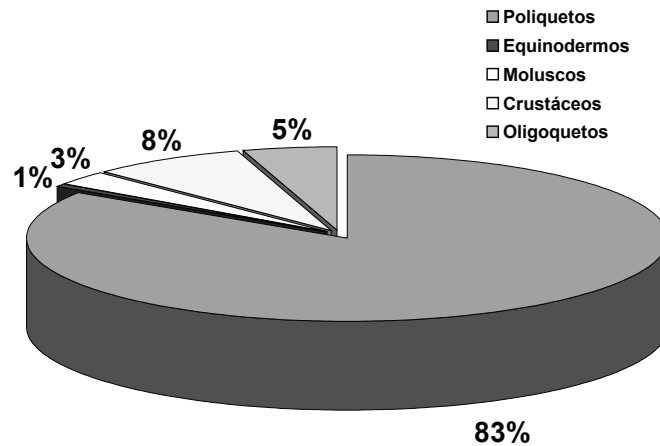


Figura 4. Porcentaje de abundancia de cada grupo presente en la laguna arrecifal de Sacrificios.

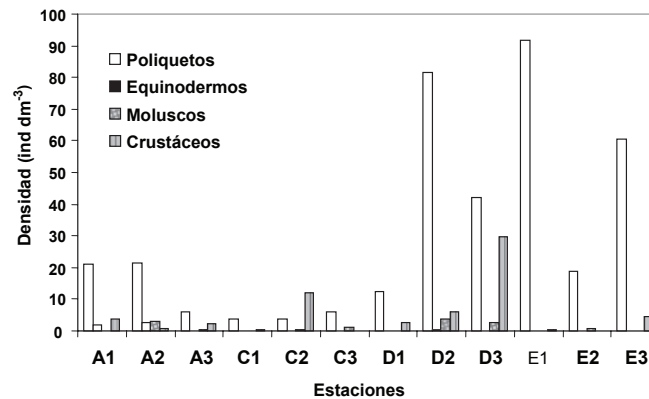


Figura 5. Densidad de organismos por estación en cada grupo taxonómico.

las estaciones (Fig. 6); así, aunque se registre una elevada densidad de organismos, en especial de poliquetos, al norte de la isla, en la mayoría de las estaciones el número de familias de poliquetos es similar. Se encontraron 11 familias dominantes, diez de las cuales son del grupo de poliquetos y una de moluscos (Fig. 7, Tabla 3).

Las familias con valores más altos de abundancia fueron Amphinomidae y Syllidae, mismas que son comúnmente abundantes en zonas arrecifales arenosas, con aguas someras tibias (Fauchald y Jumars, 1979; Ochoa Rivera, 1996; Granados Barba *et al.*, 2003), como las que se presentan en la laguna arrecifal de Sacrificios.

Los anfinómidos, que se asocian mayormente con cnidarios, esponjas, hidroides o ascidias, presentan estrategias de alimentación características

de fondos arenosos y con corales raspando superficies con su labio inferior eversible y musculoso para conseguir alimento, pudiendo alimentarse de otros poliquetos, corales, anémonas o de carroña (Gray, 1981).

Por su parte, los sílidos, frecuentes en aguas someras, se asocian a sustratos duros y su alimentación es de tipo generalista (Giangrande *et al.*, 2000); viven en sitios crípticos, se mueven activamente en la superficie del sustrato, en huecos y galerías, así como sobre organismos sésiles como esponjas, corales, hidroides, algas y pastos marinos (Bone y San Martín, 2003). Son un grupo que ha resultado ser bien representado en algunas islas del Sistema Arrecifal Veracruzano, así como en la plataforma continental del Golfo de México (Granados Barba *et al.*, 2003). Debido a

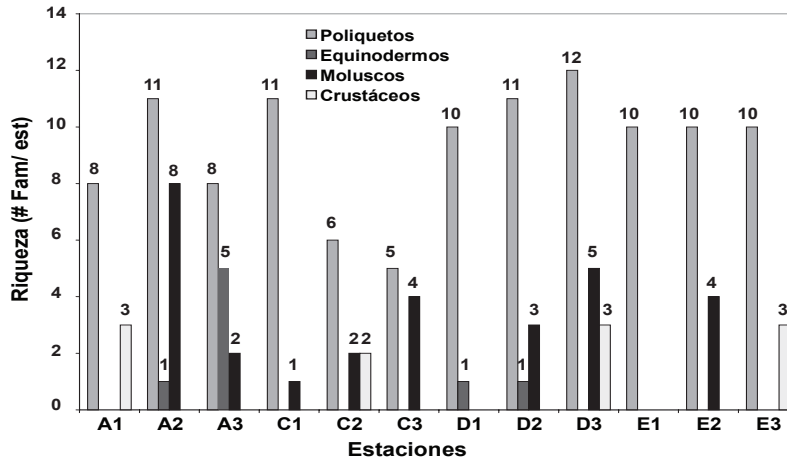


Figura 6. Riqueza de familias en cada estación de muestreo por grupo taxonómico.

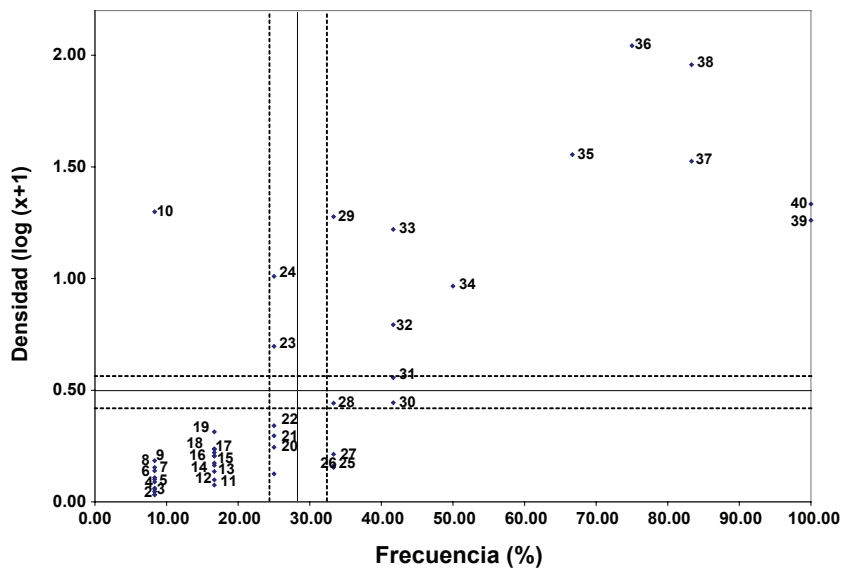


Figura 7. Diagrama de la prueba de Olmstead y Tukey. El cuadrante superior derecho corresponde a las familias dominantes (ver en Anexo 1 el identificador para cada familia).

su talla pequeña y gran movilidad pueden desplazarse fácilmente en los intersticios presentes en las arenas gruesas. Esta familia se encuentra de forma abundante en la laguna del arrecife Sacrificios debido a que ésta presenta arena gruesa, corales y pastos marinos, donde los sílidos pueden desplazarse entre los intersticios de la arena o esconderse entre las cavidades del coral o sobre las hojas y entre los rizomas de los pastos.

Destacan los altos valores de frecuencia observados en Capitellidae y Spionidae (Fig. 7, Tabla 3), presentes en todas las estaciones. Estas familias se presentan con frecuencia en la plataforma continental del Golfo de México en diversos ambientes (Rodríguez Villanueva, 1993; Granados Barba, 2001; Domínguez Castanedo, 2004; Rojas López, 2004). Los capitélidos se alimentan al evertir una faringe papilosa con mucosa para

**Tabla 3.** Valores de densidad (ind/dm<sup>3</sup>) y frecuencia (%) para las familias de la macrofauna registradas, así como su identificador en la figura 7.

Identificador	Familias	Log (densidad)	Frecuencia %
40	Capitellidae	1.33	100.00
39	Spionidae	1.26	100.0
38	Syllidae	1.96	83.33
37	Orbiniidae	1.53	83.33
36	Amphinomidae	2.04	75.00
35	Dorvilleidae	1.55	66.67
34	Onuphidae	0.97	50.00
33	Sabellidae	1.22	41.67
32	Bullidae	0.79	41.67
31	Lumbrineridae	0.56	41.67
30	Modulidae	0.44	41.67
29	Cirratulidae	1.28	33.33
28	Certhiidae	0.44	33.33
27	Tornidae	0.21	33.33
26	Eunicidae	0.16	33.33
25	Glyceridae	0.15	33.33
24	Aoridae	1.01	25.00
23	Phoxocephalidae	0.70	25.00
22	Maldanidae	0.34	25.00
21	Hesionidae	0.30	25.00
20	Ophiactidae	0.24	25.00
19	Fissurellidae	0.31	16.67

Identificador	Familias	Log (densidad)	Frecuencia %
18	Trichobranchidae	0.24	16.67
	Magelonidae	0.24	16.67
17	Oeonidae	0.22	16.67
16	Chaetopteridae	0.21	16.67
	Amphiuridae	0.21	16.67
15	Nuculidae	0.17	16.67
14	Oedicerotidae	0.16	16.67
13	Neritidae	0.14	16.67
12	Nereididae	0.10	16.67
	Sigalionidae	0.10	16.67
11	Pyramidellidae	0.08	16.67
10	Ampithoidae	1.30	8.33
9	Sclerodactylidae	0.18	8.33
8	Paraonidae	0.15	8.33
7	Opheliidae	0.14	8.33
6	Lyssianassidae	0.11	8.33
5	Gammaridae	0.10	8.33
4	Pilargidae	0.09	8.33
3	Cancellariidae	0.06	8.33
	Synaptidae	0.06	8.33
2	Acmaeidae	0.05	8.33
	Patellidae	0.05	8.33
1	Ampharetidae	0.03	8.33
	Polynoidae	0.03	8.33
	Ophiuridae	0.03	8.33

aglutinar granos de arena, son considerados sedimentívoros móviles no selectivos, construyen tubos o madrigueras cerca de la superficie del sedimento o bajo ésta, lo que permite que algunos de ellos se encuentren en lodos negros anóxicos (Fauchald y Jumars, 1979). Su poca selectividad permite que presenten una amplia distribución, por lo cual se encuentran en todas las estaciones analizadas en el presente estudio.

Los espiónidos son usualmente tubícolas abundantes y frecuentes en aguas someras sobre cualquier tipo de sustrato. La mayoría viven en tubos de lodo y son capaces de dejar su tubo o construir otros de ser necesario, algunos construyen madrigueras o son completamente libres. Son considerados como sedimentívoros de superficie, seleccionan las partículas de sedimento mediante sus palpos ciliados (Fauchald y Jumars, 1979); de este modo al igual que los capitélidos se encuentran ampliamente distribuidos en el área

de estudio, ya que son capaces de alimentarse de diversas formas y en distintos sustratos.

Los valores de diversidad y equidad en general fueron homogéneos, siendo más bajos los registrados en la estación C2 ( $H' = 1.981$ ;  $J' = 0.5963$ ), mientras que el valor más alto de diversidad se encontró en la estación D3 (3.268) y el de equidad en la estación C3 (0.8401) (Fig. 8).

La mayoría de las estaciones presentan valores superiores a 2. El hecho de que la diversidad sea elevada y constante entre las estaciones puede deberse a la homogeneidad de los parámetros ambientales dentro de la laguna arrecifal, lo cual generaría un ambiente relativamente “estable”. Debido a esto, puede haber una reducción en la competencia entre las especies de cada familia y un aumento en su número, mientras que se reducen las dominancias, permitiendo que haya una distribución equitativa de individuos entre las familias presentes (Gray, 1981).

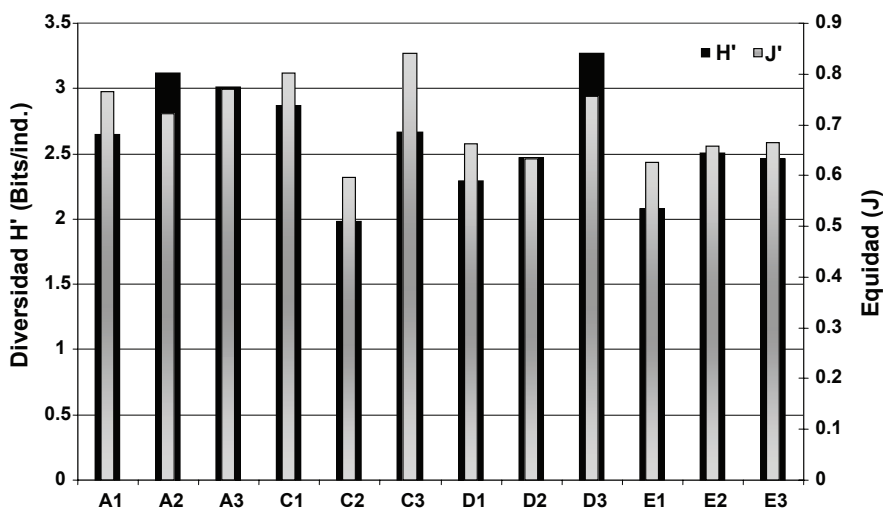


Figura 8. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad ( $J'$ ) para cada estación.

Mediante un análisis de clasificación que se presenta en el dendrograma de la figura 9, se obtuvieron dos grupos faunísticos diferenciados por las familias dominantes que los componen y los valores de densidad que éstas registran: Un grupo A que incluye dos subgrupos, uno con las estaciones que presentaron bajos valores de densidad (A1 y C2) donde la presencia de Spionidae y Amphinomidae son determinantes para la conformación de este grupo contribuyendo con un 45.16 y 25.16% respectivamente y un grupo (C1, D1, D2, E1 y E3) con estaciones en donde se registra una elevada riqueza de familias y altas densidades (excepto C1), el cual se agrupa en gran medida por la presencia de Amphinomidae (37.19%) y Syllidae (29.24%). Son estaciones mayormente ubicadas hacia la línea de playa del noroeste y norte de la isla. Finalmente, el ensamblaje B (A3, C3, D3, A2 y E2) con estaciones que registran densidades intermedias entre los dos grupos anteriores y alejadas de la línea de playa; éstas se agrupan por las presencia de las familias Syllidae (27.50%) y Capitellidae (23.58%).

Un aspecto de interés es que las agrupaciones no se definen de acuerdo con un tipo de sustrato en particular toda vez que al interior de los grupos se encuentran estaciones con diferentes tipos de sustratos. Así, tampoco se definen con base en los parámetros ambientales ya que éstos se comportan de forma similar en todas las esta-

ciones. Lo que, al parecer, está representando un papel más importante en la conformación de los grupos es la cercanía con la línea de playa, mismo que puede estar relacionado con el efecto de la marea, debido a que hay zonas que en la marea baja pueden quedar al descubierto, expuestas durante varias horas (observación personal), esto se encuentra más marcado al este de la laguna arrecifal, en el transecto A, donde la profundidad es baja (0.72 m promedio).

En la figura 10, obtenida a partir del Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), se observa que, de manera general, las estaciones siguen un arreglo de acuerdo con la cercanía a la línea de playa de la isla; toda vez que las estaciones cercanas a la misma se agrupan en el extremo inferior izquierdo. El resto de estaciones se encuentran mezcladas. E2, D2 y A2 se encuentran cerca; todas ellas tienen como sustrato *Thalassia testudinum*, por lo cual su composición faunística puede ser semejante; no obstante, no se obtuvo una diferencia significativa mediante el análisis de varianza (Tabla 4).

Aunque no existen diferencias significativas entre ambientes en cuanto a las densidades registradas, el arreglo de las estaciones en el MDS puede deberse al cambio en el tipo de familias presentes, es decir, que con el cambio en el tipo de sustrato se den cambios en la composición de las familias pero la densidad y la diversidad se mantienen. Al

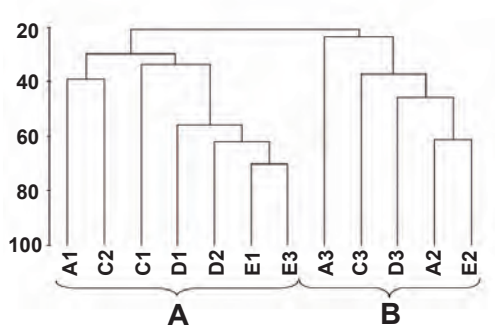


Figura 9. Análisis de agrupamiento para las estaciones de la laguna arrecifal de Sacrificios, donde se observan dos grupos principales de estaciones.

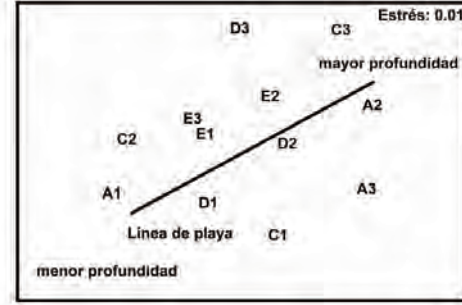


Figura 10. Gráfico obtenido a partir del MDS, mostrando la conformación de las estaciones de acuerdo con su composición de familias y sus valores de densidad.

Tabla 4. Análisis de varianza de la densidad para los tres ambientes: arena, pastos marinos y arena rodeada de coral, donde se observa que no hay diferencias significativas.

	gl	MS	Error	F	p
1	2	79.5476151	133865564	0.05942351	094267416

Prueba post hoc de Tukey HSD del análisis de varianza

	{1}	{2}	{3}
	28.45148	36.10671	36.24253
1 {1}		0.95323247	0.9515987
2 {2}	0.95323247		0.99998641
1 {3}	0.9515987	0.99998641	

respecto, Horta Puga (1982) encontró una distribución diferencial en cuanto a las familias de poliquetos, cambiando la composición faunística de acuerdo con el sustrato presente. En cuanto a las familias comunes en diferentes ambientes, principalmente entre las estaciones que se encuentran en pastos marinos y las presentes en la arena con coral vivo, se puede pensar que migren de un sustrato a otro para alimentarse, en busca de protección o de zonas de reproducción.

Este comportamiento está documentado en peces, especialmente los gobios de arena los cuales se desplazan desde la zona arrecifal a los pastos marinos y a la arena para alimentarse y como zonas de reclutamiento (Syms y Jones, 2004). Se ha encontrado que algunos crustáceos, principal-

mente isópodos y tanaidáceos, así como poliquetos, aprovechan las hojas muertas de los pastos marinos para alimentarse; donde algunas especies de crustáceos son especialistas, mientras que la mayoría de los poliquetos son oportunistas.

Estos poliquetos se encuentran tanto en los pastos marinos como en los sustratos cercanos lo cual sugiere un desplazamiento de los mismos en busca de alimento (Tussenbroek y Gambi, 2003), entre éstas familias se encuentran los sílidos, los cuales como se mencionó anteriormente son organismos generalistas y capaces de explotar diversos recursos, por lo cual son abundantes tanto en zonas arrecifales como en pastos marinos (Bone y San Martín, 2003).

Esta distribución diferencial se puede observar en los mapas de distribución de las familias dominantes (Figs. 11 y 12), donde los síldos y anfínómidos se encontraron principalmente en el norte de la isla, la cual es la zona protegida de la laguna arrecifal, donde la longitud de la laguna es mayor y su profundidad aumenta. Asimismo, se observó que el desarrollo de la zona arrecifal es mayor, lo cual puede denotar una mayor estabilidad en esta región de la laguna arrecifal.

Spionidae y Capitellidae son familias que no presentaron un patrón de distribución tan mar-

cado como las anteriores; sin embargo, ambas son abundantes al norte y este de la isla (Figs. 13 y 14).

El transecto C, ubicado al oeste de la isla, es el que presentó las abundancias más bajas, esto puede deberse a que en este transecto el sustrato predominante son corales distribuidos desde la línea de costa, de este modo, al disminuir la cantidad de sustrato blando y de pastos marinos también la fauna de éstos disminuyó.

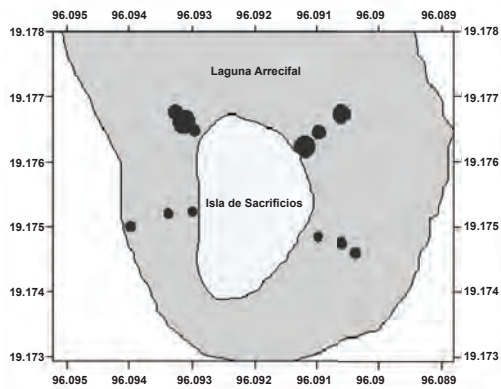


Figura 11. Distribución de la familia Syllidae en el área de trabajo.

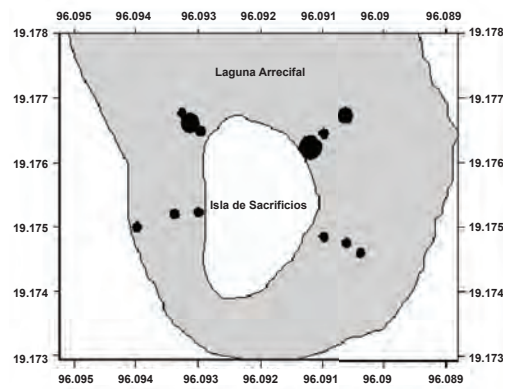


Figura 12. Distribución de la familia Amphinomidae en el área de trabajo.

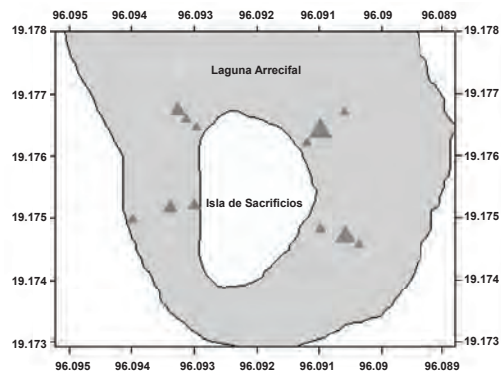


Figura 13. Distribución de la familia Spionidae en el área de trabajo.

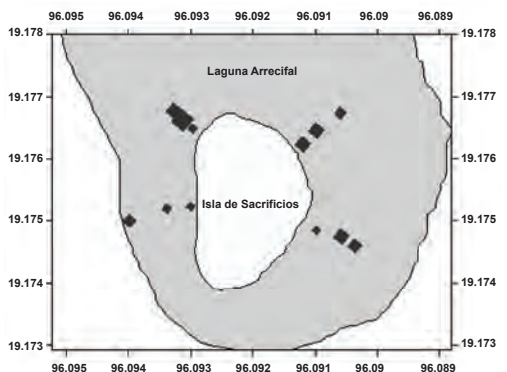


Figura 14. Distribución de la familia Capitellidae en el área de trabajo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los anélidos poliquetos son el grupo dominante, en términos de densidad y frecuencia, dentro de la macrofauna bentónica de los sustratos blandos en la laguna arrecifal de Sacrificios. Dentro de éstos, Syllidae y Amphinomidae son las familias dominantes en términos de abundancia, mientras que Spionidae y Capitellidae lo son en frecuencia.

Los valores de riqueza de familias, diversidad y equidad registrados son en general elevados con respecto a otras regiones del Golfo de México.

La laguna arrecifal de Sacrificios se caracteriza principalmente por dos ensambles faunísticos cuya distribución de la densidad no depende de los parámetros ambientales, ni del sustrato presente. Éstos se definen principalmente por presentar bajos, o altos valores de densidad (ensamblaje A y B respectivamente). No obstante la densidad no tuvo una variación significativa entre los diferentes sustratos, hay diferente composición de las familias de acuerdo al sustrato.

Al parecer la cercanía con la línea de playa ejerce cierta influencia sobre la composición y estructura bentónica y se considera que el efecto de la marea pudiera estar relacionado.

Puede ser que exista un desplazamiento de familias entre diferentes ambientes en busca de alimento, protección o zonas de reproducción, dado que no se encuentra una diferencia significativa en la densidad entre los diferentes sustratos, y algunas familias son comunes a todos ellos.

Se requiere continuar con este tipo de estudios, ahora en el nivel de especie, para determinar los cambios ocasionados en la estructura comunitaria de la macroinfauna, así como en la distribución de la misma.

Se sugiere llevar a cabo un seguimiento a largo plazo de los cambios en las condiciones de la laguna de la isla ya sea por la influencia antropogénica o por perturbaciones naturales, a través del monitoreo de la macrofauna bentónica.

## LITERATURA CITADA

- Bone, D., y G. San Martín, 2003. Ecological Aspects of Syllids (Annelida: Polychaeta: Syllidae) on *Thalassia testudinum* beds in Venezuela. *Hidrobiología*, (496):289-298.
- Carricart Ganivet, J.P., y G. Horta Puga, 1993. Arrecifes de Coral en México. In: S. Salazar-Vallejo, y N.E. Gonzáles (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO. México, 80-90 p.
- Domínguez Castanedo N., 2004. Estructura comunitaria de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a sustratos blandos en el banco de Campeche, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 98 p.
- Fauchald, K, y P. A. Jumars, 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanographic Marine Biology Annals Review*, 17:193-284.
- Giangrande, A., M. Licciano, y P. Pagliara, 2000. The diversity of diets in Syllidae (Annelida: Polychaeta). *Cabiers de Biology Marine*, 41:55-65.
- Granados Barba, A., 2001. Los poliquetos bénticos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: estructura comunitaria e impacto ambiental. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 149 p.
- Granados Barba, A., V. Solís Weiss, M. A. Tovar Hernández, y V. Ochoa Rivera, 2003. Distributions and diversity of the Syllidae (Annelida: Polychaeta) from the Mexican Gulf of Mexico and Caribbean. *Hidrobiología*, 496: 337-345.
- Gray, J.S., 1981. The Ecology of Marine Sediments. An Introduction to the Structure and Function of Benthic Communities. Cambridge University Press. UK. 185 p.

- Horta Puga, G.J., 1982. Descripción de algunas especies de poliquetos bentónicos de isla Verde, Veracruz. Tesis Profesional ENEP Iztacala UNAM. México. 142 p.
- Kruskal B.S., y M. Wish, 1991. Multidimensional scaling. Quantitative applications in the social sciences. Beverly Hill, California, Sage Publications, 16th ed., USA.
- Ochoa Rivera, V., 1996. La criptofauna poliquetológica de los principales arrecifes del sur del Golfo de México: Cayo Arcas, Triángulos oeste, Cayo Arenas y arrecife Alacrán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias UNAM. México. 101 p.
- Rodríguez Villanueva, L.V., 1993. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México; abundancia, distribución y diversidad. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 128 p.
- Rojas López, R., 2004. Los Anélidos Poliquetos Asociados a Sustratos Blandos de la Bahía de Campeche, Golfo de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 89 p.
- Sokal, R.R., y F.J. Rohlf, 1995. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3rd edition. W.H. Freeman and Company. N.Y., USA. 887 p.
- Syms, C., y G.P. Jones, 2004. Habitat structure, disturbance and the composition of sand-dwelling goby assemblages in a coral reef lagoon. *Marine Ecology Progress Series*, 268: 221-230.
- Tussenbroek, V., y M.C. Gambi, 2003. To bore or not to bore, that's the question: New Record of Polychaete Borers in *Thalassia testudinum* (Banks ex Koenig) Leaf-sheaths in the Mexican Caribbean. *Gulf of Mexico Science*, 21(1): 21.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez, y L.F. Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. p. 559-575. In: S. Salazar-Vallejo y N.E. Gonzáles, (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO. México.
- Yáñez-Arancibia, A., y P. Sánchez-Gil. 1983. Environment behavior of Campeche Sound ecological system, off Términos Lagoon, Mexico; preliminary results. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*, 10(1):117-136.



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1.** Valores de densidad (ind/dm<sup>3</sup>) y frecuencia (%) para las familias de la macrofauna registradas, así como su identificador en la figura 7.

Identificador	Familias	Log (densidad)	Frecuencia %
40	Capitellidae	1.33	100.00
39	Spionidae	1.26	100.00
38	Syllidae	1.96	83.33
37	Orbiniidae	1.53	83.33
36	Amphinomidae	2.04	75.00
35	Dorvilleidae	1.55	66.67
34	Onuphidae	0.97	50.00
33	Sabellidae	1.22	41.67
32	Bullidae	0.79	41.67
31	Lumbrineridae	0.56	41.67
30	Modulidae	0.44	41.67
29	Cirratulidae	1.28	33.33
28	Cerithiidae	0.44	33.33
27	Tornidae	0.21	33.33
26	Eunicidae	0.16	33.33
25	Glyceridae	0.15	33.33
24	Aoridae	1.01	25.00
23	Phoxocephalidae	0.70	25.00
22	Maldanidae	0.34	25.00
21	Hesionidae	0.30	25.00
20	Ophiactidae	0.24	25.00
19	Fissurellidae	0.31	16.67
18	Trichobranchidae	0.24	16.67
	Magelonidae	0.24	16.67
17	Oeonidae	0.22	16.67
16	Chaetopteridae	0.21	16.67
	Amphiruridae	0.21	16.67
15	Nuculidae	0.17	16.67
14	Oedicerotidae	0.16	16.67
13	Neritidae	0.14	16.67
12	Nereididae	0.10	16.67
	Sigalionidae	0.10	16.67
11	Pyramidellidae	0.08	16.67
10	Ampithoidae	1.30	8.33
9	Sclerodactylidae	0.18	8.33
8	Paraonidae	0.15	8.33
7	Opheliidae	0.14	8.33
6	Lyssianassidae	0.11	8.33
5	Gammaridae	0.10	8.33
4	Pilargidae	0.09	8.33
3	Cancellariidae	0.06	8.33
	Synaptidae	0.06	8.33
2	Acmaeidae	0.05	8.33
	Patellidae	0.05	8.33
1	Ampharetidae	0.03	8.33
	Polynoidae	0.03	8.33
	Ophiuridae	0.03	8.33

Ronzón Rodríguez, R., y J.M. Vargas Hernández, 2007. Distribución, abundancia, patrones merísticos y mortalidad de las especies de diploria en la llanura del arrecife Sacrificios, p. 127-140. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

8



# Distribución, Abundancia, Patrones Merísticos y Mortalidad de las Especies de Diploria en la Llanura del Arrecife Sacrificios

DISTRIBUTION, ABUNDANCE, MERISTIC PATTERNS AND MORTALITY OF THE SPECIES DIPLORIA ON SACRIFICIOS REEF PLAIN

R. Ronzón Rodríguez <sup>1\*</sup> y J.M. Vargas Hernández <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Entre 2003-2004 se determinó la distribución, abundancia, biometría, enfermedades y mortalidad de *Diploria strigosa* y *D. clivosa* en la laguna del arrecife Sacrificios. Las colonias fueron registradas en tres transectos de cuatro metros de ancho, desde la orilla de la isla hasta el borde arrecifal. *D. clivosa* fue la más abundante, pero *D. strigosa* presentó mayor cobertura. Existe una fuerte relación entre los diámetros máximo y mínimo y la altura de las colonias. La diferencia en altura de las colonias determinada entre sotavento y barlovento parece responder a la dinámica oceánica. En sotavento se registró el mayor número de colonias y el mayor porcentaje de mortalidad. Se especula que los “nortes” tienen un efecto negativo sobre las colonias promoviendo mortalidad.

## ABSTRACT

For 2003-2004 the distribution, abundance, biometry, diseases, and mortality of *Diploria clivosa* and *D. strigosa* were determined in the coral reef lagoon of Sacrificios. The colonies were registered in three transects, four meters wide, from the shoreline of the island to the reef edge. *D. clivosa* was the most abundant, but *D. strigosa* presented greater coverage. A strong relationship was obtained between the maximum and minimum diameters and the height of the colonies. The difference in height of the colonies between leeward and windward seems to respond to oceanic dynamics. In leeward, the greatest number of colonies and the greatest percentage of mortality were recorded. It is speculated that the northerly winds have a negative effect on the colonies, promoting a higher mortality rate.

\* e-mail: [ronzon.rocio@gmail.com](mailto:ronzon.rocio@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

La estructura de los arrecifes de plataforma en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) presentan cuatro zonas morfológicas básicas: Arrecife frontal, cresta arrecifal, laguna y talud o pendiente de sotavento (Lara *et al.*, 1992). De estas zonas destacan las pendientes arrecifales, zonas coralinas con mayor cobertura y riqueza de especies; razón por la cual los estudios se han dirigido en su mayoría a ellas.

En la llanuras arrecifales del SAV, la riqueza y cobertura de especies coralinas son bajas, atribuyéndose esto a una elevada tasa de sedimentación, reducido movimiento del agua, profundidades bajas e intensidad luminosa elevada, propiciando el crecimiento y desarrollo de algas y pastos marinos, alternándose con cabezos formados por restos de corales y parches de arenas gruesas y finas (Lara *et al.*, 1992). Estos ensamblajes constituidos por sustratos y comunidades biológicas juegan un importante papel ecológico en las llanuras arrecifales, las cuales son parte fundamental de la estructura y función del arrecife.

Los corales del género *Diploria* son muy abundantes dentro de los arrecifes del Atlántico y particularmente en Veracruz. La familia Faviidae comprende el mayor número de géneros que cualquier otra entre los escleractinios y *Diploria* es uno de ellos (Veron, 2000). En cuanto a número de especies éste género es el segundo más grande dentro de la clasificación de los corales escleractinios, después de la familia Acroporidae (Veron *et al.*, 1977).

El género se constituye por seis especies con características similares, pero sólo tres de ellas se desarrollan en el Atlántico: *Diploria clivosa* (Ellis y Solander, 1786), *D. strigosa* (Dana, 1848) y *D.*

*labyrinthiformis* (Linnaeus, 1758). Esta última no está presente en los arrecifes veracruzanos (Vargas Hernández y Román Vives, 2002). Los organismos del género *Diploria*, están entre los comúnmente llamados “corales cerebro” debido a su forma hemisférica y los laberintos conformados por valles y crestas. Aunque las especies son masivas y pueden ser incrustantes, *D. clivosa* es más irregular en su superficie, tendiendo a ser más aplanada que *D. strigosa* (Veron, 2000; Zlatarski y Martínez, 1982) y más incrustante.

Es importante hacer notar que la ecología de las dos especies del género *Diploria*, al igual que la de otros géneros presentes en las lagunas arrecifales veracruzanas ha sido poco estudiada, pues aunque se tiene el conocimiento sistemático y taxonómico, prácticamente no existen trabajos relacionados con la ecología poblacional básica de las especies en esa zona geográfica.

Por lo anterior, surge la necesidad de desarrollar una fuente de información ecológica acerca de éste género para isla Sacrificios, con la finalidad de obtener una visión global que sirva de línea base para futuros estudios. Así, resulta de utilidad determinar los patrones de distribución y abundancia, cobertura coralina y el tipo de sustrato sobre los que las colonias se establecen. Realizar análisis de los patrones merísticos (diámetros máximo y mínimo y altura), los cuales nos permiten establecer modelos predictivos sobre el crecimiento de los corales. Siendo también importante evaluar las enfermedades presentes y el grado de mortalidad, pues esto refleja las condiciones de salud de las poblaciones que han estado sometidas a diversas fuentes de impacto (Vargas Hernández *et al.*, 1993).

## ANTECEDENTES

### TAXONÓMICOS

Los aspectos concernientes a la sistemática y taxonomía de las especies de *Diploria* han sido abordados ampliamente y los caracteres dis-

tintivos entre las especies están bien definidos (Zlatarski y Martínez, 1982; Veron, 2000). Entre los estudios efectuados sobre identificación y descripción de corales hermatípicos se puede mencionar el de Smith (1948), el cual hizo una

recopilación de 59 especies de corales escleractinios del Atlántico, abordando aspectos de distribución, taxonomía y sistemática.

En cuanto a los trabajos taxonómicos de corales realizados para México se encuentra el de Castañares y Soto (1982) que presentan un compendio taxonómico de 38 especies de corales obtenidos durante 1976 en la península de Yucatán; en dicho trabajo se incluyen caracteres diagnósticos, observaciones taxonómicas y ecológicas y una tabla de la distribución de estas especies en el Mar Caribe. Se publicó una guía de identificación para corales pétreos de Veracruz realizada por Vargas-Hernández y Román-Vives (2002), en donde se aborda particularmente la taxonomía, características y la distribución geográfica de las 35 especies registradas a esa fecha.

#### BIOLOGICOS Y ECOLÓGICOS

Dentro de los estudios realizados en Veracruz, Carricart Ganivet (1985) realizó una descripción de las 25 especies de corales escleractinios de la isla de Enmedio, Veracruz, en donde se presenta una diagnosis por familia y la descripción de cada una de las especies. PEMEX (1987) registró dentro de la comunidad coralina representativa de seis arrecifes estudiados pertenecientes al SAV a *Diploria clivosa* y *D. strigosa* como colonias con diámetros menores de 0.40 m y una distribución aislada, siendo la primera especie la de mayor

abundancia en el arrecife Sacrificios. Además de mencionar que el tipo de sustrato sobre el que se encontraron era coral despedazado. También se menciona la presencia de densas poblaciones de *Thalassia testudinum* en las partes N, NE, NO, E y O del arrecife.

Chávez e Hidalgo (1988) reportan la abundancia relativa de los organismos dominantes de cuatro arrecifes del sureste del Golfo de México, siendo *D. strigosa* la que presentó la mayor densidad en tres de estas zonas. Martos (1993), realizó un estudio sobre los corales escleractinios del arrecife Tuxpan y registró el 75% de cobertura coralina en la laguna arrecifal y hasta el 85% en los taludes, siendo *Diploria clivosa* la especie más importante en la llanura del arrecife.

En cuanto a las investigaciones efectuadas sobre la ecología de poblaciones del género *Diploria*, se puede mencionar a Barba Santos (1998) quien realizó un estudio sobre la estructura poblacional de este género en la planicie del arrecife isla Verde, basándose en parámetros de densidad, cobertura, composición por edades, tasa de mortalidad y supervivencia. En total registró 1,708 individuos, de los cuales 825 fueron *D. clivosa* y 883 de *D. strigosa*, encontrando una abundancia no significativamente distinta entre ambas especies, lo mismo sucedió para la composición por clases de edad, tasa de supervivencia e índice de mortalidad. Por otro lado, la cobertura de *D. clivosa* fue mayor (5.8%) que la de *D. strigosa* (4.8%).

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los arrecifes veracruzanos conforman sistemas ecológicos complejos y son parte de las más de 30 formas arrecifales mexicanas en el Golfo de México. Existen dos áreas coralinas: Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan y el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) declarado en 1992 como Parque Marino Nacional (DOF, 1992) y posteriormente recibe el nombre de Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" (DOF, 2000).

El SAV esta compuesto por más de 23 formaciones arrecifales divididos en dos grandes áreas, las cuales ocupan una superficie aproximada de 52,238 ha, (Vargas Hernández *et al.*, 1993); un

área se localiza frente al puerto de Veracruz, donde se sitúa el arrecife Sacrificios; la otra frente al poblado de Antón Lizardo. El SAV se caracteriza por tener complejos arrecifales de alta importancia ecológica, los cuales funcionan probablemente como reservorio, puente y puntos de diseminación de especies entre las áreas arrecifales caribeñas y las de Florida (Vargas Hernández *et al.*, 1993).

El puerto de Veracruz ha sido uno de los sitios favoritos para el turismo en los últimos 30 años, incluyendo la práctica de buceo autónomo. Por su accesibilidad, sólo aquellas formaciones

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

cercanas a la costa han sido presionadas por la actividad turística, como es el caso de Sacrificios, Verde y la Blanquilla (Vargas Hernández *et al.*, 1993), además de los arrecifes costeros y aquellos cercanos a la costa impactados por desarrollo portuario y ganancia de terreno al mar como es el caso de Hornos y Gallega.

Isla Sacrificios es un cayo que emerge en la parte sur de un arrecife de 750 m de largo y 450 m de ancho en su parte central. Se localiza a 2.4 km al este de la playa de Costa Verde y al sur del arrecife Pájaros. Su emersión sobre las aguas data de

hace 3,000 años y se debe a una formación arrecifal de origen madreporico, todavía en pleno desarrollo (PEMEX, 1987). La parte emergida presenta una forma alargada elipsoidal, orientada N-S, con una longitud máxima de 368 m y 192 m en su parte más ancha. El sustrato de la isla está formado de organismos calcáreos y la vegetación presente corresponde a la de dunas costeras. Esta isla está considerada desde 1976 por el Departamento de Registro Público de Zonas y Monumentos del INAH como zona arqueológica e histórica (DOF, 1992).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo forma parte del Programa de Investigación Geomorfología y Escenarios Bióticos del Sistema Arrecifal Veracruzano, México (GEBSAV), que se desarrolla entre la Universidad Veracruzana y el Acuario de Veracruz, A.C. Para ello, se efectuó una salida prospectiva a isla Sacrificios, para realizar un reconocimiento del área de muestreo y de las dos especies coralinas.

Se consideraron tres sitios: S1, barlovento ( $19^{\circ}10'29.64''\text{N}$ ,  $96^{\circ}5'28.284''\text{O}$ ); S2, parte sur

de arrecife ( $19^{\circ}10'31.08''\text{N}$ ,  $96^{\circ}5'34.584''\text{O}$ ) y S3, sotavento ( $19^{\circ}10'25.50''\text{N}$ ,  $96^{\circ}5'33.468''\text{O}$ ) (Fig. 1).

El trabajo de campo se efectuó en el periodo junio a septiembre del 2003 para S1 y S2, y de marzo a junio del 2004 se abordó S3. En cada sitio se estableció un transecto, en línea recta desde la playa hasta el borde arrecifal utilizando flexómetros de 50 m de longitud. Se consideró una anchura de cuatro metros por transecto. Las



**Figura 1.** Fotografía aérea que muestra la posición geográfica de los sitios de muestreo en la laguna del Arrecife Sacrificios

coordenadas geográficas del inicio de cada transecto se registraron con un Geoposicionador Global por Satélite (GPS modelo Garmin 12XL) y el rumbo de estos fue determinado con una brújula magnética.

Empleando buceo libre, en los transectos se registraron los datos de ubicación de cada una de las colonias coralinas con respecto a la orilla de la playa usando un flexómetro y la profundidad correspondiente mediante una vara graduada de 1 m de largo y un profundímetro para profundidades mayores. Se identificó el tipo de sustrato de asentamiento para cada coral, pudiendo ser arena, roca coralina o *Thalassia testudinum*. Se registraron los diámetros máximo (D), mínimo (d) y altura (h) de cada colonia.

El estado de salud y la mortalidad de las colonias se determinó con base al protocolo Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA-RAP) (Ginsburg *et al.*, 1996), estimando el porcentaje de colonias saludables y enfermas, así como el porcentaje de mortalidad reciente (MR) y antigua (MA). El coral vivo saludable en *Diploria*, muestra tonalidades pardas, verdosas o café claras y textura mucosa.

La MR se identificó cuando los corallitos presentaron coloración blanca sin tejido, o se encontraban colonizados por una capa delgada de algas o cubiertos por arena fina. La MA se identificó al observar los corallitos muy erosionados cubiertos por organismos como algas o invertebrados adheridos al coral.

La información obtenida en campo fue procesada obteniéndose los promedios de los diámetros y las alturas, así como sus desviaciones estándar para cada especie por transecto. La densidad coralina se calculó dividiendo el número de colonias entre el área total de cada transecto,

expresando los resultados en número de colonias por metro cuadrado (col/m<sup>2</sup>).

Con la finalidad de estandarizar las irregularidades de las formas coralinas se asume que las colonias presentaron formas elípticas, siendo el área una aproximación a la cobertura real.

Para obtener la cobertura coralina, se aplicó la siguiente fórmula que corresponde a la estimación del área de una elipse:

$$A = \pi * R_1 * R_2$$

Donde:

Área = área

$\pi = 3.1416$

$R_1$  = radio del diámetro máximo de cada colonia

$R_2$  = radio del diámetro mínimo de cada colonia

Se sumaron las coberturas coralinas por especie y se expresaron los resultados en porcentajes de cobertura por sitio.

Los datos biométricos fueron correlacionados entre sí mediante el coeficiente de correlación simple de Pearson. Para los casos de pares de datos menores a treinta se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman (StatSoft, 2001). Las variables fueron sometidas a diversos tipos de tendencia (lineal, potencial y exponencial) para obtener los modelos de regresión de mejor ajuste considerando la varianza explicada ( $r^2$ ) (Sokal y Rohlf, 1981).

Se realizaron gráficas de Box y Whisker entre los valores biométricos para contrastar las tallas de las especies por estaciones de muestreo, además de pruebas de *t* student para comparar la independencia de las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y DIMENSIONES DE LOS CORALES

Se cuantificaron un total de 249 colonias coralinas del género *Diploria*, de las cuales el 59.84%

pertencieron a la especie *D. clivosa* y el 40.16% a *D. strigosa*. El mayor número de colonias se registró en sotavento (S3) (162 col) donde *D. clivosa* fue más abundante (90 col) que *D. strigosa* (72 col). El segundo sitio en abundancia fue

barlovento (S1) con 63 colonias, donde *D. clivosa* presentó 54 colonias y *D. strigosa* nueve colonias. La menor abundancia se obtuvo en el sitio intermedio de los anteriores (S2), con 24 colonias de las cuales cinco correspondieron a *D. clivosa* y 19 a *D. strigosa* (Tabla 1).

En S1 la longitud del transecto fue de 138 m (área = 552 m<sup>2</sup>) y las colonias de la especie *D. clivosa* se distribuyeron donde la arena predominó sobre manchones de *Thalassia testudinum*, a partir de los 20 m de la orilla insular hasta los 123 m aproximadamente y de 0.75 a 1.50 m de profundidad. Se encontraron corales de más de 50 cm de diámetro mayor. En cambio *D. strigosa* se distribuyó al final del transecto, cerca del borde arrecifal a profundidades de 1.20 m, sobre roca coralina bien consolidada.

La especie *D. clivosa* fue la más abundante, con una densidad de 0.098 col/m<sup>2</sup> y una cobertura de 0.78%; mientras que *D. strigosa* registró una densidad menor, 0.016 col/m<sup>2</sup> y cobertura de

0.21%. La cobertura total de ambas especies fue de 0.99 % (Tabla 1). En este sitio, *D. strigosa* registró tallas promedio de 38.6 cm y 32.8 cm para los D y d respectivamente, y la h promedio fue de 12.3 cm mientras que *D. clivosa* registró tallas promedio de D = 34.2 cm, d = 23.4 cm y h = 12.9 cm (Tabla 2).

La laguna arrecifal en esta zona de barlovento, la cual no excede dos metros de profundidad, tiene la peculiaridad de estar sometida al embate del oleaje que se origina por los vientos dominantes provenientes del NE y E (cuando no ocurren los “nortes”) cuyo efecto es disminuido por el borde arrecifal. Sin embargo, en períodos de marea alta el oleaje sobrepasa al borde y junto con aquellas corrientes que penetran constantemente por las zonas de ruptura del borde, crean un ambiente muy dinámico, particularmente en la parte externa de la laguna arrecifal.

En S2, sitio intermedio entre barlovento y sotavento cuyo transecto midió 80 m de longitud

Tabla 1. Densidades y porcentajes de coberturas de las especies de *Diploria*.

Sitio	Especie	No. de corales	Densidad (col. /m <sup>2</sup> )	% Cobertura por especie	Total
1	<i>D. strigosa</i>	9	0.016	0.21	0.99
	<i>D. clivosa</i>	54	0.098	0.78	
2	<i>D. strigosa</i>	19	0.059	0.43	0.5
	<i>D. clivosa</i>	5	0.016	0.07	
3	<i>D. strigosa</i>	72	0.148	1.98	3.59
	<i>D. clivosa</i>	90	0.184	1.61	

Tabla 2. Diámetros (D= máximo, d= mínimo) y alturas (h) promedio para las especies de *Diploria*.

Sitio	Especie	Diámetro promedio (cm)		Altura promedio (cm)
		D	d	h
1	<i>D. strigosa</i>	38.6 ± 20.5	32.8 ± 20.6	12.3 ± 8.3
	<i>D. clivosa</i>	34.2 ± 19.2	23.4 ± 13.9	12.9 ± 8.9
2	<i>D. strigosa</i>	26.3 ± 21.5	20.8 ± 19.2	9.8 ± 10.4
	<i>D. clivosa</i>	25.0 ± 9.4	20.0 ± 9.4	6.2 ± 2.6
3	<i>D. strigosa</i>	42.8 ± 17.7	34.4 ± 14.4	25.9 ± 13.3
	<i>D. clivosa</i>	34.5 ± 17.5	26.7 ± 13.0	16.8 ± 10.9

(área = 320 m<sup>2</sup>), *D. clivosa* se distribuyó desde los 76 m hasta el final del transecto, a profundidades de 1.70 m, registrándose tallas que no rebasaron los 40 cm de D. Por otra parte, *D. strigosa* tuvo una mayor distribución, desde los 21 m hasta los 78 m, a profundidades de 0.70 a 1.65 m, sobre arena y roca coralina, propiciando que pudiera desarrollarse y alcanzar diámetros mayores. Se determinaron 0.059 col/m<sup>2</sup> para *D. strigosa* con 0.43% de cobertura coralina, y para *D. clivosa* la densidad se calculó en 0.016 col/m<sup>2</sup> y una cobertura de 0.07% (Tabla 1).

La cobertura entre ambas especies fue de 0.5% (Tabla 1). La especie *D. clivosa* fue la menos abundante en S2, con D=25 cm, d=20 cm y h=6.2 cm. *D. strigosa*, especie dominante, presentó colonias ligeramente más grandes con promedios de D = 26.3 cm, d = 20.8 cm y h = 9.8 cm (Tabla 2). Esta zona presentó una influencia por parte de barlovento y sotavento. La abundancia y talla de las colonias, las cuales fueron menores en comparación con los otros sitios. Ambas especies fueron más abundantes a una profundidad de 1.36 m, sobre un sustrato compuesto en un 50% de roca coralina (sustrato donde se observó mayor presencia de corales), 46% de arena y 4% arenoso-rocoso.

En S3, sitio de sotavento con un transecto de 122 m (área = 488m<sup>2</sup>), *D. clivosa* se encontró extensamente distribuida desde los 10 m hasta los 121 m, con la mayor abundancia en los primeros 80 m, reduciéndose el número de colonias hacia la pendiente arrecifal. *D. strigosa* también se distribuyó en casi todo el transecto; siendo más abundante cerca de la pendiente, alcanzando importantes dimensiones a profundidades de más de 2 m. *D. strigosa* alcanzó valores de 0.148 col/m<sup>2</sup> y 1.98% de densidad y cobertura, respectivamente.

Para *D. clivosa* se calcularon 0.184 col/m<sup>2</sup> y 1.61% de cobertura. La suma de coberturas fue de 3.59% (Tabla 1). Para S3, *D. clivosa* registró el mayor número de colonias, con promedios de 34.5 cm, 26.7 cm y 16.8 cm respectivamente para D, d y h. *D. strigosa* registró tallas promedio mucho mayores: 42.8 cm, 34.4 cm para D y d, y 25.9 cm de h (Tabla 2).

En esta zona, los corales se desarrollaron bajo condiciones de poco oleaje y movimiento del agua, un sustrato formado de arena en un 60%, roca coralina en un 40%, manchones de *Thalassia testudinum* y profundidades que rebasaron los 2 m, propiciando un desarrollo más eficiente y equitativo para las dos especies, las cuales mostraron mayor diámetro y altura respecto a los otros sitios, particularmente *D. strigosa*.

Considerando el total de los porcentajes de coberturas por especie para los tres sitios, un 2.46% corresponde a *D. clivosa* y 2.62% a *D. strigosa*. Esto indica que aunque el número de colonias de *D. strigosa* es menor, sus diámetros le permiten alcanzar mayor cobertura. Sin embargo, estos porcentajes de cobertura son menores que aquellos registrados por Barba Santos (1998) para el arrecife Verde, además de que *D. clivosa* fue la especie con mayor cobertura.

En la laguna arrecifal de isla Sacrificios también están presentes *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Porites porites* y *Millepora alcicornis*, sin embargo las especies de *Diploria* alcanzan mayores dimensiones y coberturas. La importancia en cobertura de *Diploria*, también ha sido señalada por Martos (1993) para el arrecife Tuxpan y su presencia como constituyente fundamental en las áreas lagunares del SAV por Lara *et al.* (1992).

#### CORRELACIONES Y REGRESIONES ENTRE DATOS MERÍSTICOS DE LOS CORALES

La tabla 3 muestra los valores de correlación obtenidos al relacionar D, d y h para ambas especies. Únicamente se presentan aquellos resultados significativos ( $p < 0.05$ ), y como se puede apreciar, la mayor parte de ellos son muy significativos ( $p < 0.01$ ). Se determinaron fuertes relaciones positivas entre D y d para ambas especies en los tres sitios de muestreo, obteniéndose coeficientes de r muy significativos que variaron entre 0.8323 y 1. Resultados semejantes se presentaron entre D vs h, con valores de r muy significativos entre 0.6782 y 0.9421.

En general los valores de correlación más elevados respecto a la altura ocurrieron entre d vs h, variando entre 0.6645 y 0.9465. Es notoria una



**Tabla 3.** Correlación de Pearson entre los valores métricos de las colonias de *Diploria*.

	Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3	
	<i>D. strigosa</i> (n=9)	<i>D. clivosa</i> (n=54)	<i>D. strigosa</i> (n=19)	<i>D. clivosa</i> (n=5)	<i>D. strigosa</i> (n=72)	<i>D. clivosa</i> (n=90)
Diámetro máximo <i>vs</i>	0.9547	0.8050	0.9849	1	0.9005	0.8323
Diámetro mínimo	**	**	**	**	**	**
Diámetro máximo <i>vs</i>	0.9421	0.7257	0.8071		0.6922	0.6782
Altura	**	**	**	0.3614	**	**
Diámetro mínimo <i>vs</i>	0.9465	0.7080	0.8275		0.7329	0.6645
Altura	**	**	**	0.3614	**	**

\*\* Valores muy significativos ( $p \leq 0.01$ ).

relación más estrecha entre las variables para el caso de *D. strigosa* que para *D. clivosa* lo cual puede explicarse debido a su forma hemisférica regular, siendo la otra especie más irregular en forma.

El valor de correlación de 1, obtenido al relacionar D *vs.* d en *D. clivosa* para S2, probablemente se deba al bajo número de muestras. Los modelos de regresión pueden consultarse en la figura 2.

semejantes a sotavento, pero difieren de barlovento. El mismo comportamiento sucede para el diámetro menor. En el caso de la altura, las colonias de S2 son semejantes a las de sotavento y ambas difieren de barlovento. Para *D. clivosa*, los diámetros son semejantes en los tres sitios, sin embargo, la altura es diferente entre sotavento y sitio intermedio con respecto a barlovento.

#### ENFERMEDADES Y MORTALIDAD

Del número total de colonias registradas (n=249) para todos los sitios de muestreo, solo se observaron dos organismos con blanqueamiento coralino en los sitios 1 y 3, las cuales corresponden a la especie *D. clivosa*. El 49.4% de las colonias presentaron algún tipo de mortalidad, siendo el 10% para mortalidad reciente y el 39.4% para colonias con mortalidad antigua. El 6% presentó ambas mortalidades.

Por especie se tiene que *D. strigosa* presentó un 11% de colonias con mortalidad reciente y un 38% con mortalidad antigua, mientras que *D. clivosa* mostró un 9.4% de colonias con mortalidad reciente y un 40.3% de colonias con mortalidad antigua.

Los detalles de porcentajes de mortalidades por especie y sitio de muestreo se exponen en la tabla 4. *D. strigosa* no presentó colonias con mortalidad en S1, mientras que en el S3 mostró los mayores porcentajes de mortalidad reciente y antigua. *D. clivosa* presentó el menor porcentaje de mortalidad reciente en S1 y el más elevado en S2; en cuanto a mortalidad antigua el menor porcentaje fue en S2 y el más elevado en S3.

#### INDEPENDENCIA DE MEDIAS EN D, d Y h ENTRE SITIOS DE MUESTREO

Los estadísticos de dispersión de las variables D, d y h para ambas especies por sitio, son mostrados gráficamente en la figura 3. Al comparar las medias de las variables entre sitios de muestreo, las pruebas de *t* arrojaron los siguientes resultados significativos: con respecto a *D. strigosa*, para D, S2 ( $x=26.3$ ) difiere significativamente de S3 ( $x=42.8$ ) ( $p=0.000878$ ) (Fig. 3A); para d, S2 ( $x=20.8$ ) difiere significativamente de S3 ( $x=34.4$ ) ( $p=0.001048$ ) (Fig. 3C). En el caso de h, S1 ( $x=12.3$ ) difiere significativamente de S3 ( $x=25.9$ ) ( $p=0.003787$ ) y S2 ( $x=9.8$ ) difiere significativamente de S3 ( $x=25.9$ ) ( $p=0.000004$ ) (Fig. 3E). Para *D. clivosa*, sólo se observaron diferencias significativas en la variable altura: S1 ( $x=12.9$ ) difiere de S3 ( $x=16.8$ ) ( $p = 0.025917$ ) y S2 ( $x=6.2$ ) difiere de S3 ( $x=16.8$ ) ( $p = 0.033840$ ) (Fig. 3F).

Resumiendo, con respecto al diámetro mayor para *D. strigosa* no existe diferencia entre las colonias de sotavento y barlovento. Las del sitio intermedio (S2) aunque son más pequeñas, son

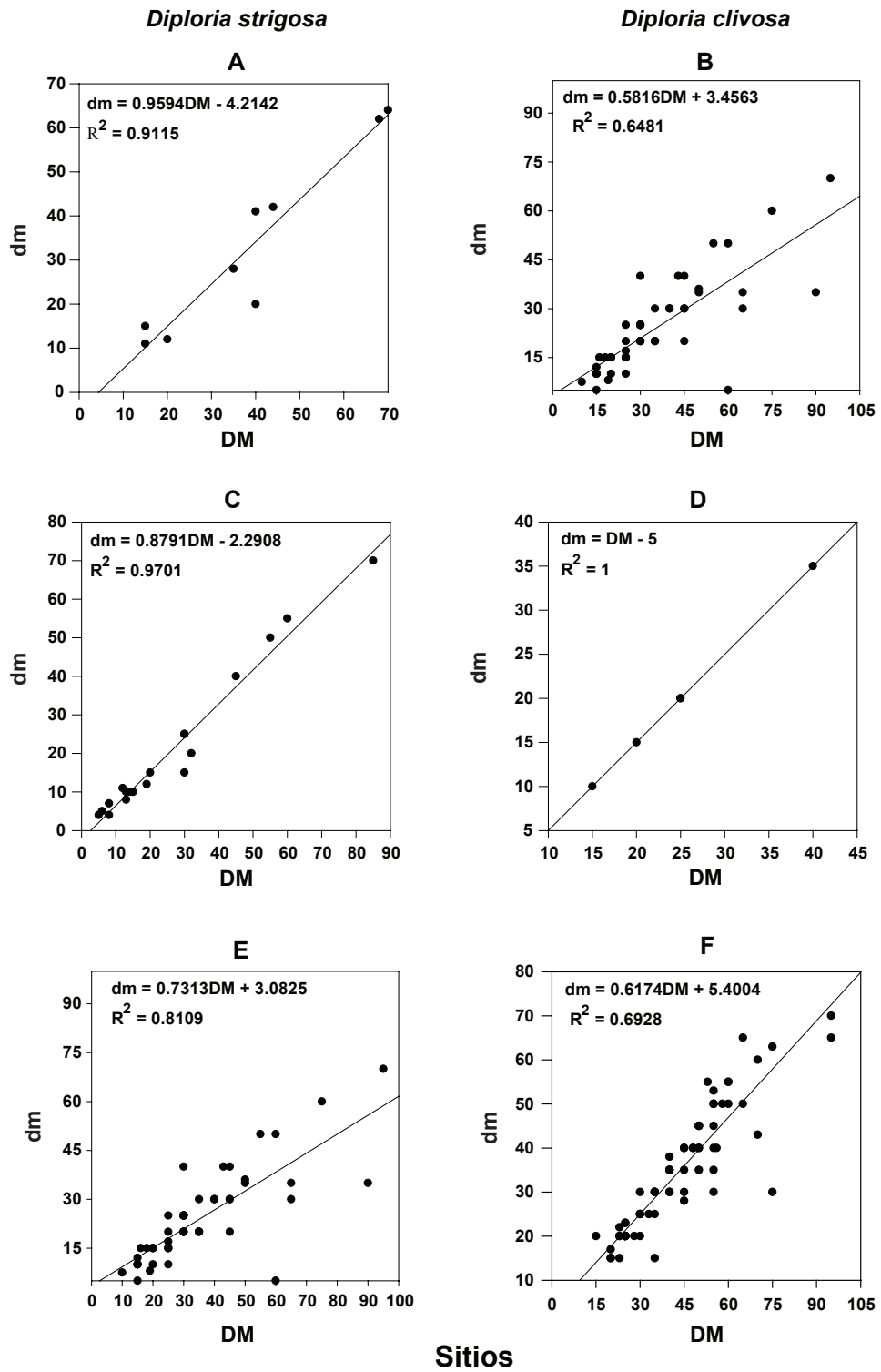


Figura 2. Modelos de regresión y correlaciones significativas de los diámetros de las colonias coralinas del género *Diploria*. DM = diámetro máximo, dm = diámetro mínimo. A) Sitio 1, *Diploria strigosa*, B) Sitio 1, *D. clivosa*, C) Sitio 2, *D. strigosa*, D) Sitio 2, *D. clivosa*, E) Sitio 3, *D. strigosa* y F) Sitio 3, *D. clivosa*.

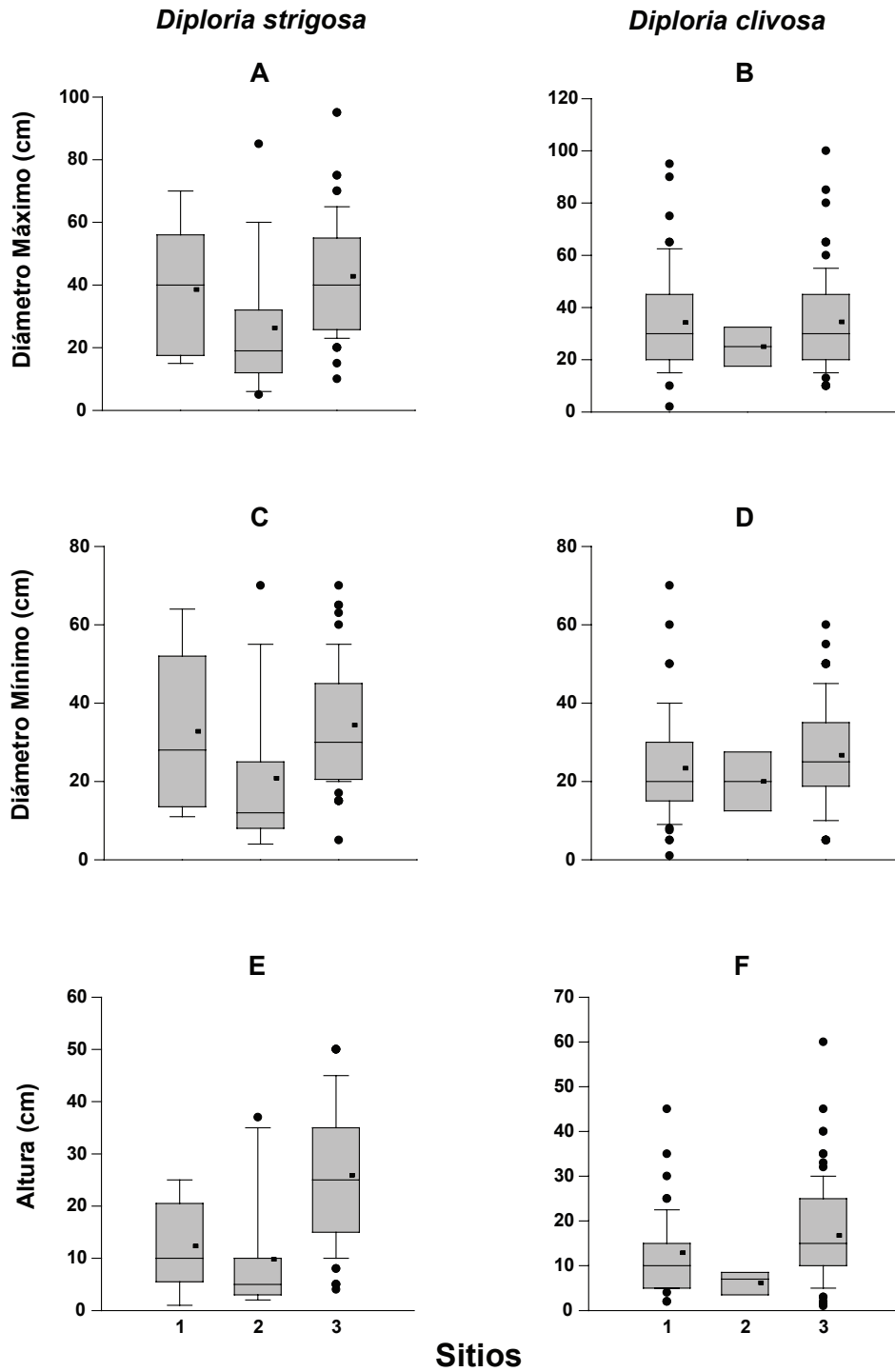


Figura 3. Medianas, medias, mínimos, máximos y cuartiles de las tallas de las colonias coralinas del género *Diploria* para los tres sitios de muestreo. A) *Diploria strigosa*, diámetro máximo, B) *D. clivosa*, diámetro máximo, C) *D. strigosa*, diámetro mínimo, D) *D. clivosa*, diámetro mínimo, E) *D. strigosa*, altura, F) *D. clivosa*, diámetro máximo. La línea punteada señala la media y la continua los valores de la mediana.

**Tabla 4.** Mortalidad coralina para las especies de *Diploria*.

Sitio	Especie	% Mortalidad		
		Reciente	Antigua	Ambas
1	<i>D. strigosa</i>	0	0	0
	<i>D. clivosa</i>	5.45	34.55	1.82
2	<i>D. strigosa</i>	9.52	19.05	9.52
	<i>D. clivosa</i>	14.29	14.29	14.29
3	<i>D. strigosa</i>	12.00	45.33	2.67
	<i>D. clivosa</i>	10.75	43.01	9.68

Los resultados indican que la mortalidad en *Diploria* tiende a ser mayor en S3, que corresponde a la zona de sotavento, así como la mortalidad antigua la de mayor presencia en las especies coralinas para el área de estudio.

Para la zona de pendiente arrecifal de sotavento, Vargas Hernández y Román Vives (2004) detectaron mediante la metodología AGRRA-RAP un 15% de mortalidad antigua en los corales duros, el valor más elevado de cuatro arrecifes estudiados: Sacrificios, Blanca, Anegada de Adentro y Anegada de Afuera en dos zonas, barlovento y sotavento. Dichos autores no determinaron valores importantes de muerte reciente, aunque sí detectaron enfermedades, incluyendo blanqueamiento.

A pesar de no contar con registros de fechas sobre la aparición de enfermedades en el SAV, al menos desde 1997, algunos sitios como las pendientes arrecifales de Gallega y Sacrificios, son de los más afectados por banda negra (BB), banda blanca (WB), banda amarilla (YB), banda roja (RB), plaga blanca (WP) y blanqueamiento (Gallegos Rojano, 2005; Vargas Hernández obs. pers). Pérez Pazos *et al.* (2006) detectaron para la pendiente de Sacrificios barlovento WP y YB

y en Sacrificios sotavento únicamente blanqueamiento. Carricart Gavinet (1993) reportó blanqueamiento en isla Verde para *Porites porites*, siendo el primer registro para el SAV.

En la laguna arrecifal de Sacrificios, aparentemente no existe una enfermedad causante del elevado porcentaje de muerte antigua en las colonias de *Diploria*, ni de la mortalidad reciente. Es muy probable que el agente que contribuya a la mortalidad de colonias sea el efecto periódico de los “nortes” que pueden ser vientos tan intensos que separan las colonias del sustrato y las vuelcan ocasionando daños físicos, cuyas áreas son invadidas rápidamente por especies oportunistas, incluyendo macroalgas y microorganismos, principalmente cianobacterias causantes de enfermedades (Frías López *et al.*, 2003).

Es probable que las descargas orgánicas y deposición de sedimentos finos (limos y arcillas) provenientes de los ríos alledaños están contribuyendo al deterioro arrecifal en Sacrificios (y los otros arrecifes del SAV) acentuándose el efecto en las pendientes de sotavento que debido a su ubicación, son áreas expuestas a los impactos mencionados derivados de procesos naturales y antropogénicos. Hasta hace poco se dudaba de las descargas orgánicas como una de las causas de las enfermedades en corales (Green y Buchner, 2000); sin embargo, esto ha sido demostrado recientemente para algunos casos. Patterson *et al.* (2002) sugieren el aporte de patógenos causantes de enfermedades de corales por descargas orgánicas y Kaczmarek *et al.* (2005) demostraron la relación de descargas de origen antropogénico con la incidencia de BBD en las costas de St. Croix, Islas Vírgenes, EUA; observando que la mayor incidencia de BBD fue sobre *D. clivosa* (14.5%) y en menor grado sobre *D. strigosa* (0.7%).

## CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo denota la influencia de los procesos naturales y antropogénicos sobre las poblaciones de *Diploria* en la laguna arrecifal de Sacrificios y sienta las bases para futuros estudios y monitoreos. Se sugiere el realizar estudios acerca del efecto de la dinámica oceánica y biológica sobre

la biometría de las colonias y la aparición y avance de enfermedades y otras casuales de mortalidad en *Diploria*.

En este estudio, se presume que las descargas orgánicas del puerto de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo, podrían ser una de las causas de

la generación, propagación y prevalencia actual de las enfermedades en el SAV. Asimismo, con base en la dominancia en abundancia y cobertura con respecto a otras especies de corales duros, no

se descarta la utilidad del género *Diploria*, como un indicador de las condiciones del ambiente coralino en las lagunas arrecifales del SAV.

## LITERATURA CITADA

- Barba Santos M., 1998. Estructura poblacional de *Diploria spp.* (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) en la planicie del arrecife isla Verde, Veracruz, Mex. Tesis Profesional Biología. ENEP Iztacala, UNAM. México. 80 p.
- Carricart Ganivet, J.P., 1985. Descripción de las especies de corales scleractinios de isla de Enmedio, Ver. Tesis Profesional Biología. ENEP Iztacala, UNAM. México. 116 p.
- Carricart Ganivet J.P., 1993. Blanqueamiento parcial en *Porites porites* (Cnidaria: Scleractinia) en el arrecife de Isla Verde, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 495-498.
- Castañares, L.G., y L.A. Soto, 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noroeste de la península de Yucatán, México. Parte I: Sinopsis Taxonómica de 38 especies (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 9(1):295-344.
- Chávez, E. y E. Hidalgo, 1988. Los arrecifes coralinos del Caribe noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 15(1):167-176.
- DOF, 1992. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDLXVII. No. 16. México, D. F., lunes 24 de agosto de 1992. 6-16 p.
- DOF, 2000. Diario Oficial de la Federación. Tomo DLXI. No. 5. México, D. F., Miércoles 7 de junio del 2000. 16-21 p.
- Frías López, J., G.T. Bonheyo, Q. Jin, y B.W. Fouke, 2003. Cyanobacteria associated with coral black band disease in Caribbean and Indo-Pacific reefs. *Applied and Environmental Microbiology*, 2409-2413.
- Ginsburg, R.N., R.P. Bak, W.E. Kiene, E. Gishler, y E. Kosmynin, 1996. Rapid assessment of reef condition using coral vitality. *Reef Encounter*, 19:12-13.
- Gallegos Rojano, I.Z., 2005. Enfermedades de corales pétreos en la isla de Sacrificios, Ver. Reporte interno de residencia en la Unidad de Ecología y Pesquerías, U.V.-ITBOCA. Boca del Río, Ver. 114 p.
- Green, E.P., y A.W. Bruckner, 2000. The significance of coral disease epizootiology for coral reef conservation. *Biol. Cons.* 96:347-361.
- Kaczmarek, L.T., M. Draud, y E.H. Williams, 2005. Is there a relationship between proximity to sewage effluent and the prevalence of coral disease?. *Caribbean Journal of Science* 41(1):124-137
- Lara, M., C. Padilla, C.A. García, y J.J. Espejel, 1992. Coral reefs of Veracruz, Mexico. Zonation and community structure. *Proc. Seventh Intern. Coral Reefs Symp. Guam*, 1:535-544.
- Martos Fernández F.J., 1993. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) del arrecife Tuxpan, Ver. Tesis Profesional Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa. México. 54 p.
- Patterson KL, JW. Porter, KB Ritchie, SW Polson, E. Mueller, EC Peters, DL Santavy, y GW Smith, 2002. The etiology of white pox a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral *Acropora palmata*. *Proc Natl Acad Sci*, 99:8725-8730.
- Pérez Pazos L, M. A. Román Vives, M.A., Lozano Aburto, y H. Pérez España. 2006. Incidencia de enfermedades en corales pétreos (Anthozoa: Escleractinia) en los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz. Res. III Congr. Mex. Arr. Coral.
- PEMEX. 1987. Evaluación de los corales escleractinios del sistema arrecifal del Puerto de Veracruz. PEMEX-SEMAR, México. GPTA-E-01/87. 119 p.

- Smith, F.G.W., 1948. Atlantic Reef Corals. Univ. Miami Press, Coral Gables Florida, 112 pp.
- Sokal, R.R., y F.J. Rohlf, 1981. Biometry. 2ª. Edición. Freeman. USA. 859 p.
- StatSoft, Inc., 2001. Statistica (data analysis software system), Version 6. www.statsoft.com.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez, y L.F. Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. *In*: S. I., Salazar Vallejo y N.E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO Y CIQRO. México. 559-576 p.
- Vargas Hernández, J.M., y M.A. Román Vives, 2002. Corales pétreos en Veracruz. Guía de identificación. Publicaciones del Acuario de Veracruz, A.C. México. 63 p.
- Vargas Hernández, J.M., y M.A. Román Vives, 2004. Grado de perturbación de los arrecifes coralinos del sistema arrecifal veracruzano mediante la metodología de AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment). *In*: V. Arenas Fuentes, L.G. Abarca Arenas, L. Jiménez Badillo, L. López de Buen, E. Velarde González y J.M. Vargas Hernández. Indicadores de Perturbación Antropogénica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. CONACYT-SIGOLFO 76-139 p.
- Veron, J.E.N., M. Pichon, y M. Wijsman Best, 1977. Scleractinia of Eastern Australia. Part II, Families Faviidae, Trachyphylliidae. Australian Inst. Mar Sci. Monogr. Ser. III: 233 p.
- Veron, J.E.N., 2000, Corals of the World. Vol. III. Australian Institute of Marine Science. Townsville, M.C. Australia. 490 p.
- Zlatarski, V.M., y N.E. Martínez, 1982. Les Scléractiniaires de Cuba. Avec des données sur les organismes associés. Éditions de l'académie bulgare des Sciences, Sofia, Bulgarie. 472 p.

- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Galicia García C., y A. Morales García, 2007. Investigaciones sobre macroalgas realizadas en el sistema arrecifal veracruzano, p. 141-160. *In:* A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

9



# Investigaciones sobre Macroalgas Realizadas en el Sistema Arrecifal Veracruzano

MACROALGAE RESEARCH IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM

*C. Galicia García\** y *A. Morales García*

Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz

## RESUMEN

El presente estudio representa un diagnóstico acerca del conocimiento sobre las macroalgas bentónicas en la región del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), derivado de los diferentes trabajos de investigación realizados desde 1847 a la fecha. Este trabajo se basa en la revisión de artículos publicados, tesis, ejemplares herborizados y observaciones directas en la zona. Las investigaciones realizadas contemplan estudios florísticos, ecológicos, de evaluación de recursos y de extracción o detección de compuestos o elementos con diferente utilidad. Las instituciones que han realizado investigaciones en esta zona son en su mayoría nacionales, destacándose las universidades y escuelas asentadas en la capital del país, habiendo participado también la Universidad de Veracruz pero sólo en años recientes. Se presenta el listado de las especies de macroalgas que están reportadas bibliográficamente para el SAV indicándose que del total de 284 especies, el 55.3% corresponde a algas rojas (Rhodophyta), 14.1% a algas cafés (Phaeophyta) y 30.6% a algas verdes (Chlorophyta). De los 23 arrecifes e islas que conforman el SAV, el arrecife de Enmedio, isla Verde, isla Sacrificios y arrecife de Hornos han sido los más estudiados; mientras que Anegada de Adentro y arrecife Pájaros solo se tienen registros esporádicos. De los 17 arrecifes restantes; nueve de ellos están inexplorados. No obstante la información generada hasta ahora, es evidente que el estado del conocimiento se encuentra en la fase de diagnóstico. Es urgente, por lo tanto, establecer un programa de estudio sistemático y continuo de todos y cada uno de los arrecifes que permita tener, no sólo el inventario florístico, sino la evaluación ecológica de las diferentes zonas arrecifales dada su cercanía a la costa y la presión que están ejerciendo las actividades antrópicas que se llevan a cabo en el área de Veracruz-Boca del Río.

\* e-mail: [citlagg@yahoo.com](mailto:citlagg@yahoo.com)



## ABSTRACT

A diagnosis of the knowledge about the benthic macroalgae in the Veracruz Reef System (SAV) is presented. This work is based on the revision of different papers published since 1847, theses and herbarium specimens, as well as direct observations in the zone. The studies that have been carried out in the SAV are floristic, ecological, on resource evaluation and on extraction or detection of compounds or elements with different uses. The Institutions that have done research in this area are mainly national, mostly the universities and schools established in the national capital, with the Universidad Veracruzana having participated only in recent years. The floristic list of the species reported for the SAV shows a total of 284 species, 55.3% corresponding to red seaweeds (Rhodophyta), 14.1% to brown seaweeds (Phaeophyta) and 30.6% to green seaweeds (Chlorophyta). It was found that only 14 out of the 23 reefs and islands that constitute the SAV have been studied. The most explored among them are Enmedio reef, Verde Island, Sacrificios Island and Hornos reef, in descending order. On the other hand, it is observed that there are no publications about nine of the reefs and, for Anegada de Adentro reef and Pájaros reef, there are only sporadic registries; therefore, reason why 11 reefs are practically unexplored. Despite the information generated until now, it is evident that knowledge of algae in the SAV is still in the phase of diagnosis. Therefore it is urgent to establish a systematic and continuous program concerning all of the reefs, so that we will have not only the floristic list but also the ecological evaluation of the different zones of the reef areas. This is necessary especially because of their proximity to the coast and the pressure carried out by anthropogenic activities in Veracruz-Boca del Río area.

## INTRODUCCIÓN

Las macroalgas bentónicas marinas son organismos que revisten gran importancia tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Ecológicamente las especies algales son el primer eslabón de la cadena trófica y un componente importante dentro de los productores primarios en los océanos. Por su alta diversidad y su gran biomasa, determinan la tasa de producción orgánica más importante y conforman complejas comunidades que entre otras cosas, sirven de hábitat y refugio para gran cantidad de otras especies marinas.

Económicamente, las macroalgas bentónicas marinas representan uno de los más importantes y diversos recursos de que disponen países con litorales, debido en primer lugar, a su alto valor alimenticio dentro de la dieta humana y, también, a los diferentes productos que de ellas se pueden extraer. Es ya un conocimiento generalizado que las macroalgas marinas proveen vitaminas y minerales, como la yodina que proviene de las especies de feofitas que forman los grandes mantos algales (kelps), principalmente en aguas templadas (Martínez Lozano, 1991; Lobban y Harrison, 1994).

La República Mexicana dispone aproximadamente de 10,000 km de litoral con rasgos fisiográficos variables y diferentes tipos de clima. Presenta una flora ficológica muy diversa y con características morfológicas y ecológicas diferentes cuyo conocimiento resulta aun insuficiente principalmente en cuanto a la posibilidad de hacer un buen manejo de los recursos algales.

El estudio de las macroalgas como componente biótico de ecosistemas únicos como los arrecifes de coral, es de vital importancia para contar con información descriptiva y ecológica suficiente que aporte las bases para que ellas puedan ser resguardadas y aprovechadas de manera sostenida. A partir de un recuento rápido sobre los antecedentes ficológicos existentes en el país, se sabe que desde los trabajos pioneros en 1847 y hasta 1986, se habían publicado en México 117 manuscritos sobre estudios de algas marinas y dulceacuícolas (Guzmán del Proo *et al.*, 1986) y para 1991 el número de trabajos ficológicos se incrementó a 167 (González González *et al.*, 1996). Por su parte, Ortega *et al.* (2001) revisan 180 publicaciones tan sólo para algas marinas del Atlántico mexicano. Estos autores reportan un

total de 564 especies y 199 géneros de macroalgas (Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta) para la región del Golfo de México y Mar Caribe. Señalando asimismo que del Golfo de México, el estado de la República con mayor exploración fitológica es Veracruz.

El propósito del presente trabajo es mostrar una perspectiva de la condición actual que se tiene sobre el conocimiento de las macroalgas bentónicas en los arrecifes que conforman el SAV. Esto es, qué especies de macroalgas (Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta) han sido reportadas para el SAV, cuales arrecifes han sido más explorados, cuales se encuentran inexplorados y, finalmente, mostrar las líneas de investigación que se han llevado a cabo en este Parque Marino Nacional y las que se necesitan realizar.

Puesto que la obra de Ortega *et al.* (2001) integra la información de 180 publicaciones dedicadas a distintas localidades de la costa del Atlántico mexicano, abarcando el periodo de 1822

hasta 1997, se realizó la búsqueda de los trabajos referentes al Sistema Arrecifal Veracruzano que se han publicado en los últimos nueve años. Con este fin se revisaron artículos y tesis hechas hasta 2006, así como ejemplares herborizados de colectas depositadas en el Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz.

Para la elaboración del listado florístico se tomaron como base las publicaciones de Dreckmann (1998); Mendoza González *et al.* (2000); Ortega *et al.* (2001); Mateo Cid *et al.* (2003); Hayden *et al.* (2003); Mendoza González y Mateo Cid (2005); Garduño *et al.* (2005); y las tesis de Romero (2003); Tejeda (2003); Valdés (2003); Morlán (2004); Luna (2005) y Mateo Cid (2006). Es importante señalar que se consultaron tesis, tanto de licenciatura como de posgrado, considerando que contienen información valiosa dentro de un campo especializado a la que por lo general no se tiene fácil acceso.

## RESULTADOS

Las macroalgas bentónicas del Sistema Arrecifal Veracruzano han sido motivo de estudio en diferentes rubros, bien sea cubriendo aspectos florísticos, taxonómicos, ecológicos, de evaluación de recursos o de extracción o detección de sustancias de importancia económica.

La gran mayoría de los trabajos son florísticos (Huerta, 1960; De la Campa, 1965; Lot Helguerras, 1971; Huerta *et al.*, 1977; Mendoza González y Mateo Cid, 1985; Mateo Cid y Mendoza González, 1986; Lehman y Tunnell, 1992; Zizumbo, 1995; Mateo Cid *et al.*, 1996; Ortega *et al.*, 2001; Romero, 2003 y Mateo Cid, 2006). Todos ellos aportan información acerca de las especies y localidades en las que se encuentran las algas conocidas para el SAV además de aportar datos sobre su fenología y otros de índole ecológica. Algunos más abarcan o se enfocan a aspectos taxonómicos y de distribución (Chávez, 1980; Dreckmann, 1998; Mendoza González *et al.*, 2000; Ortega *et al.*, 2001; Mendoza González y Mateo Cid, 2005; Garduño *et al.*, 2005 y Mateo Cid, 2006).

Indudablemente la información generada por los estudios florísticos reviste gran importancia ya que con esta exploración se han podido iniciar o llevar a cabo incipientemente estudios ecológicos y de evaluación de los recursos algales en esta área (Villalobos, 1971; Earle, 1972; Quintana Molina, 1991; Lehman y Tunnell, 1992; Morales *et al.*, 1999; Morales *et al.*, 2000; Estrada y Mandujano, 2003).

En cuanto al contenido de sustancias químicas en las algas, se ha trabajado por un lado en la determinación de metales pesados en diferentes géneros (Tovar, 2000; Cervantes Zárate *et al.*, 2003; Morlán, 2003) y por otro, y muy importante por su aplicación, en la obtención de ficocoloides, detectándose, por un lado las especies susceptibles de un manejo rentable, así como el tipo, calidad, rendimiento y métodos de extracción de agaroides o carragenoides que pueden proveer (Morales, 2003; Tejeda, 2003; Luna, 2005).

Uno de los terrenos poco incursionados que se detectaron fue el de cultivo experimental de algas.

Sólo se conoce el trabajo de Morales (2003) en el que realiza cultivo de algas del género *Gracilaria* en estanques de concreto obteniendo resultados básicos respecto al suministro de nutrientes, cálculos de tasas de crecimiento y rendimiento de biomasa.

Respecto a las instituciones que han realizado investigaciones en esta zona, en su mayoría son nacionales entre las cuales podemos mencionar a las Facultades de Estudios Superiores campus Iztacala y Zaragoza de la UNAM; la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN; la Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa (UAMI) y la Universidad Veracruzana (UV), quienes publican en diferentes revistas arbitradas de difusión tanto nacional como internacional. En cuanto a instituciones locales, la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías de la UV, está desarrollando diferentes investigaciones sobre el SAV. Por otro lado, destaca la falta de estudios de la zona arrecifal por parte de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana.

En lo referente al inventario florístico, Romero (2003), señala que en la literatura se citan 27 órdenes, 54 familias, 130 géneros y 315 especies en total de Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta para la zona de Veracruz. Por su lado Pedroche y Senties, en el mismo año, indican un total de 322 especies para el estado de Veracruz.

En la presente revisión, para el estado de Veracruz se obtuvo un total de 210 registros de Rhodophyta, 58 de Phaeophyta y 111 de Chlorophyta (Tabla 1). Específicamente para el Sistema Arrecifal Veracruzano, se hallaron 157 taxa de Rhodophyta, 40 de Phaeophyta y 87 de Chlorophyta

**Tabla 1.** Número de especies de macroalgas reportadas para el estado de Veracruz.

	Romero (2003)	Pedroche y Senties (2003)	Estado de Veracruz
Rhodophyta	184	177	210
Phaeophyta	47	51	58
Chlorophyta	84	94	111
Total	315	322	379

**Tabla 2.** Porcentaje y número de especies de algas encontradas para el SAV.

	SAV	%
Rhodophyta	157	55.3
Phaeophyta	40	14.1
Chlorophyta	87	30.6
Total	284	100

(Tabla 2 y Anexo 1). Es importante señalar que estos totales abarcan variedades y formas de las especies; de igual manera, los nombres de las especies son los nombres válidos, omitiéndose las sinonimias por los propósitos de este trabajo.

De los 23 arrecifes e islas que conforman el SAV, se encontró que sólo han sido estudiados 14 de ellos (Tabla 3), siendo más explorados los arrecifes de Enmedio, isla Verde, isla Sacrificios y Hornos. Por otro lado, se observa que no hay publicaciones acerca de nueve de los arrecifes y para Anegada de Adentro y arrecife Pájaros sólo se tienen registros esporádicos, por lo que prácticamente están inexplorados (Fig. 1).

**Tabla 3.** Número de especies de algas conocidas por isla o arrecife en el SAV.

	Punta Gordia	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	A. de Adentro	Pájaros	Isla Verde	Isla Sacrificios	Hornos	Ingenieros	Blanca	Gioté	Isla de Enmedio	Isla Santiaguillo
Rhodophyta	10	25	0	31	1	0	50	42	56	9	7	11	88	25
Phaeophyta	4	4	0	9	0	0	16	21	20	2	7	8	26	8
Chlorophyta	8	15	8	18	3	5	43	29	31	8	4	3	47	10
Total	22	44	8	58	4	5	109	92	107	19	18	22	161	43

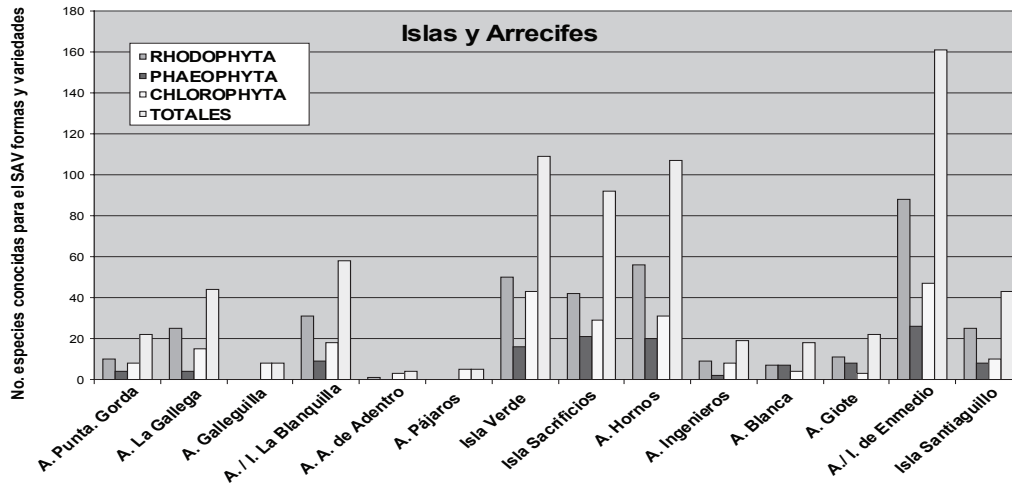


Figura 1. Número de especies de macroalgas en arrecifes e islas.

## DISCUSIÓN

No obstante que los primeros estudios sobre algas realizados en el litoral de Veracruz se remontan a 1847 (Mendoza González y Mateo Cid, 1985), el conocimiento ficológico de la región sigue siendo muy escaso. Pedroche y Sentíes (2003) señalan que, de manera generalizada, nuestro país ya no se encuentra en la fase primaria de exploración y descubrimiento en lo que a ficología marina se refiere, sin embargo esto de manera particular no aplica para regiones muy específicas y con alta diversidad como es el caso del SAV.

Aun cuando la mayoría de los trabajos son listados florísticos, se está muy lejos de conocer el número de especies que se encuentran en los arrecifes de Veracruz sobre todo si se considera que las colectas de ejemplares se han hecho en el nivel litoral e infralitoral (hasta 3 m de profundidad) ignorándose cuál pueda ser la diversidad que se desarrolla en profundidades mayores.

Por lo tanto, pese a que el SAV presenta una alta riqueza algal, esta no ha sido estudiada sistemáticamente y en consecuencia el conocimiento que tenemos de ella es todavía incompleto y fragmentado. Ejemplo de esto es la gran diversidad de algas que se puede apreciar en el arrecife de

Punta Gorda y arrecife Ingenieros, para los cuales, no obstante estar en la zona litoral y ser de fácil acceso, sólo existen alrededor de 20 registros de especies en la literatura.

Otra de las carencias que se observa es el de investigaciones sobre compuestos químicos que se encuentran en las algas. Esta área reviste importancia pues en estos organismos se encuentran compuestos como polisacáridos, terpenos, aminoácidos, vitaminas y antibióticos (Martínez Lozano, 1991), mismos que pueden ser de aplicación farmacéutica o incluso se pueden utilizar como parte de la medicina alternativa.

Tocante a las instituciones que realizan investigación en el área que nos ocupa, es notoria la falta de participación de las instituciones locales del estado de Veracruz pues, como se señaló antes, son las instituciones del centro del país quienes han llevado a cabo esta actividad. Hace falta la vinculación efectiva entre instituciones de manera que se optimicen no sólo los esfuerzos sino los recursos económicos destinados a la investigación de ésta zona dándole prioridad a su estudio debido a la importancia que reviste.

Atendiendo al número de especies detectadas en el presente trabajo (Tabla 1), se observa un

incremento para los tres grupos de algas respecto a lo reportado anteriormente. La diferencia en número es particularmente notable para las divisiones Rhodophyta y Chlorophyta, lo cual era de esperarse puesto que se han publicado más trabajos. Sin embargo, no se debe pasar por alto lo detectado por Pedroche y Senties (2003) respecto a que se estima que un 30 o 35% de los nombres que se habían asignado a las algas para el atlántico eran sinónimos o nombres mal aplicados, destacando el hecho de que la veracidad de algunas especies reportadas es dudosa. Un caso concreto que se detectó en este trabajo fue el del género *Neogoniolithon* del cual están registradas dos especies para el SAV: *N. spectabile* y *N. strictum*; sin embargo Mateo Cid (2006) indica que estas especies se distribuyen exclusivamente en el Caribe. Una situación similar presenta *Pneophyllum fragile*, reportado para numerosos arrecifes e

islas del SAV, a pesar de lo cual la misma autora señala que muchos de los ejemplares pertenecen a los géneros *Hydrolithon* o *Titanoderma*.

En cuanto a los arrecifes e islas más explorados, el mayor número de macroalgas se reporta para isla de Enmedio, isla Verde e isla Sacrificios, y para el arrecife Hornos (Fig. 1). Esta situación no es de sorprender dada su cercanía a la costa y al desarrollo de estudios particulares de esos sitios (Humm y Hildebrand, 1962; Huerta *et al.*, 1977; Mendoza González y Mateo Cid, 1985; Lehman y Tunnell, 1992; Mateo Cid *et al.*, 1996). Isla Santiaguillo y arrecife La Gallega tienen cerca de 45 registros, lo cual al parecer se debe a la gran contribución que significaron estudios específicos para los respectivos arrecifes (Mendoza González y Mateo Cid, 1985; Romero, 2003). Los registros para el resto de los arrecifes son resultado de colectas generales en la zona.

## CONCLUSIONES

Los estudios que se han llevado a cabo en el SAV son en su mayoría florísticos; son escasos los ecológicos, de evaluación de recursos y de detección de metales pesados y, son nulos, los de análisis de compuestos químicos presentes en las especies del SAV.

El conocimiento de las macroalgas del Sistema Arrecifal Veracruzano se encuentra en un nivel descriptivo debido a que no se tiene un inventario completo de la flora de los arrecifes; sólo se han efectuado colectas en el nivel infralitoral superior.

Se conocen en total para el SAV 284 especies de macroalgas (incluyendo variedades y formas), siendo las Rhodophyta las más importantes en

número con 157 especies, le siguen las Chlorophyta con 87 y por último Phaeophyta que presenta 40.

Los arrecifes más explorados en cuanto al número de especies conocidas son Enmedio, Verde, Sacrificios y Hornos, seguidos por La Blanquilla, Santiaguillo y La Gallega, Punta Gorda, Giotte, Ingenieros y Blanca. Por su parte, para los arrecifes Galleguilla, Anegada de Adentro y Pájaros existen menos de 10 registros. Asimismo, Anegada de Afuera, Anegadilla, Aviso, Cabezo, Chopas, El Rizo, Polo, Tierra Nueva y Topetillo son arrecifes no considerados en ninguna publicación.

## CONSIDERACIONES FINALES

Del análisis y revisión bibliográfica además de observaciones directas en el área de estudio se deriva la necesidad de implementar un programa interinstitucional para el estudio de las macroalgas del SAV en el que se tengan como objetivos: el estudio de los 23 arrecifes, desde la zona inter-

mareal hasta su base, así como de los arrecifes; la realización de estudios florísticos y ecológicos estacionales y continuos con el fin de determinar las variaciones en las poblaciones algales que puedan reflejar el impacto ecológico que está teniendo la actividad antrópica en las comunidades arrecifales.

Este programa permitiría detectar especies con potencial de aprovechamiento bien sea para extraer sustancias de diverso uso, especies indicadoras de deterioro ecológico o especies que ayuden a monitorear la contaminación por metales pesados, entre otros. Con base en esto, se podrá hacer la evaluación de algas de interés comercial

que permita indicar las épocas de mayor biomasa para su posible aprovechamiento.

Otro aspecto a cubrir son los estudios puntuales de especies de algas constructoras de arrecifes como las coralináceas, con el fin de determinar su rol ecológico específico en estos ecosistemas.

### LITERATURA CITADA

- Cervantes Zárate, I., S. J. Cucurachi Durán, y J. A. Huerta Flores, 2003. Evaluación de la composición química y toxicológica de *Ulva lactuca* como una posible fuente potencial de alimento. Tesis Profesional Instituto Tecnológico del Mar Boca del Río, Veracruz. México.
- Chávez, M.L., 1980. Distribución del género *Padina* en las costas de México. *Anales Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 23:45-51.
- De la Campa Guzmán, S., 1965. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del estado de Veracruz. *Anales Inst. Nac. Invest. Biol.-Pesq.*, 1:9-49.
- Dreckmann, K.M., 1998. Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del Atlántico mexicano. CONABIO. México. 140 p.
- Earle, S.A., 1972. Benthic algae and seagrass species in the Gulf of México. In: V. C. Bushnell (Ed) Serial Atlas of the Marine Environment. American Geographical Society, New York (EUA) pp. 25-29, Lam. 6, incl. 2 mapas (folio 22).
- Estrada Martínez, E., y M. del R. Mandujano Velasco. 2003. Determinación de la biomasa estacional de la macroalga *Ulva lactuca* L. en dos zonas adyacentes a la ciudad de Veracruz, México. Tesis Profesional Instituto Tecnológico del Mar. Boca del Río, Veracruz. México. 54 p.
- Garduño S., G., J.L. Godínez, y M.M. Ortega, 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 76: 61- 78.
- González González, J., M. Gold Morgan, H. León Tejera, C. Candelaria, D. León Álvarez, E. Serviere Zaragoza, y D. Fragoso, 1996. Catálogo onomástico (nomenclátor) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México. Cuadernos del Instituto de Biología Núm. 29 UNAM. México, 492 p.
- Guzmán del Proo S., M. Casas Valdés, A. Díaz Carrillo, M. Díaz López, Pineda, y Sánchez Rodríguez, 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las Algas Marinas en México. *Im. Mar.*, 3(2):1-63
- Hayden, H.S., J. Blomster, C.A. Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope, y J.R. Waaland, 2003. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *Eur. J. Phycol.*, 38:277-294.
- Huerta, M.L., 1960. Lista preliminar de las algas marinas del litoral del estado de Veracruz. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 25:39-45.
- Huerta, L., M.L. Chávez y M.E. Sánchez Rodríguez, 1977. Algas marinas de la isla de Enmedio, Veracruz. p. 314-325. In: Mem. Cong. Nac. Oceanog. (Guaymas Sonora. México, 1974).
- Humm, H.J., y H.H. Hildebrand, 1962. Marine algae from the Gulf Coast of Texas and Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci.*, 8:227-268.
- Lehman, R.L., y J.W. Tunnell, Jr., 1992. Species composition and ecology of the macroalgae of Enmedio Reef, Veracruz, Mexico. *Texas J. Sci.*, 44(4):445-457.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Littler, D.S., y M.M. Littler, 2000. Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of México. Offshore Graphics, Inc. 542 p.
- Lobban and Harrison, 1994. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University. USA. 366 p.
- Lot Helgueras, A., 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Bot.*, 42(1):1-48.
- Luna Pérez, L.G., 2005. Obtención y comparación de agar y agaroides de cinco especies de algas Rhodophyta de México. Tesis Profesional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México.
- Martínez Lozano, S., 1991. Algas marinas de aplicación farmacéutica I. Publ. Biol. Fac. Cienc. Biol. Univ. Autón. Nuevo León (México) 5(2):81-88.
- Mateo Cid, L.E. y A.C. Mendoza González, 1986. Algas marinas poco comunes de las costas mexicanas (I). *Phytologia*, 60 (6): 428-433.
- Mateo Cid, L.E., C. Mendoza González, y C. Galicia García, 1996. Algas marinas de isla Verde, Veracruz, México. *Acta Bot. Méx.*, 36:59-75.
- Mateo Cid, L.E., A.C. Mendoza González y R.B. Searles, 2003. La tribu Callithamnieae (Ceramiaceae, Rhodophyta) en la costa del Atlántico de México. *Hidrobiológica*, 13 (1):39-50.
- Mateo Cid, L.E., y F.F. Pedroche, 2004. The occurrence of *Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell et Mason in the Mexican Caribbean and the relationship of this species to *N. solubile* (Foslie et Howe) Setchell et Mason (Corallinales, Rhodophyta). *Carib. J. Sci.*, 40(2):182-191.
- Mateo Cid, L.E., 2006. Estudio taxonómico de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* (Corallinales, Rhodophyta) en la costa del Atlántico de México. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Mendoza González, A.C. y L. E. Mateo-Cid, 1985. Contribución al conocimiento de la flora marina bentónica de las islas Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz, México. *Phytologia*, 59 (1):9-16.
- Mendoza González, A.C., L.E. Mateo Cid, R. Aguilar Rosas, y L.E. Aguilar Rosas, 2000. La familia Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyta) en las costas de México. *Polibotánica*, 11: 21- 48.
- Mendoza González, A.C., y L.E. Mateo Cid, 2005. El género *Dictyopteris* J.V. Lamouroux (Dictyotales, Phaeophyceae) en las costas de México. *Hidrobiológica*, 15(1):43-63.
- Morales García, A., 2003. Cultivo experimental de *Gracilaria* sp. (Gracilariales: Rhodophyta) en Estanques. Tesis Maestría UNAM. México.
- Morales García, A., M.K. Román Magaña y L. Martínez Cárdenas, 1997. Algas del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Oceanología* :25-33.
- Morales García, A., J.M. Basurto Hernández, L. Cruz Barrera, y R. Martínez Caballero, 1999. Evaluación de la Biomasa anual de *Gracilaria* cf *caudata* localizada en las costas de Boca del Río, Ver. Resúmenes de VII congreso de Ciencia y Tecnología del Mar. Dir. Gral. de Cien. y Tec. del Mar.
- Morales García, A., I. Cervantes Zarate, S. J. Cucurachi Durán, J.A. Huerta Flores, y M. del R. Mandujano Velasco, 2000. Variación espacio temporal de *Ulva* spp. en Costa de Oro, Ver. Memorias del VIII Congr. Nal. de Ciencia y Tecnología del Mar. Manzanillo. México.
- Morlán Cahue, M.Y., 2004. Determinación de metales pesados (Fe, Mn, Pb y Zn) en macroalgas clorofitas del Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Profesional FES Iztacala UNAM. México.
- Ortega M.M., J.L. Godínez y G. Garduño S., 2001. Catálogo de algas bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Cuadernos del Instituto de Biología Núm. 34. UNAM. México. 594 p.
- Pedroche, F.F., y A. G. Senties, 2003. Ficología marina mexicana. Diversidad y Problemática actual. *Hidrobiológica*, 13(1): 23-32.
- Quintana Molina, J.R., 1991. Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del laboratorio de sistemas bentónicos litorales. *Hidrobiológica*, 1(1):73-86.

- Romero Domínguez, D. A., 2003. Flora marina bentónica del arrecife La Gallega: un análisis de similitud con localidades insulares y costeras del Estado de Veracruz. Tesis Profesional FES Iztacala, UNAM. México.
- Sentíes Granados A., y M.T. Fujii, 2002. El complejo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe mexicano. p. 121-192. *In*: Sentíes y Dreckmann (eds.). Monografías Ficológicas. México.
- Tejeda Hernández, L.E., 2003. Obtención de carragenanos de tres especies de algas Rhodophyta en México. Tesis Profesional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México.
- Tovar, J.E., 2000. Evaluación de metales pesados en dos sistemas bentónicos arrecifales de Veracruz, Ver. Tesis Profesional UNAM. México.
- Valdés Garduño, R., 2003. Caracterización morfológica y anatómica del género *Halimeda* de las costas de Veracruz, México. Tesis Profesional UNAM. México.
- Villalobos, A., 1971. Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México. p. 531-545. *In*: Symp. on investigations and resources of the Caribbean Sea and adjacent regions. CICAR, UNESCO y FAO.
- Zizumbo Alamilla, L.E., 1995. Estudio ficoflorístico de las macroalgas bénticas del arrecife coralino Isla Verde, Veracruz, México. Tesis Profesional UNAM. México.



**Anexo 1.** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas.

La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (●) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Anegada de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Giote	Enmedio	Santiaguillo
<b>RHODOPHYTA</b>														
<b>PORPHYRIDIAEAE</b>														
<i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Agardh) Basson								X	X					
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew							X	X						
<b>ERYTHROTRICHIACEAE</b>														
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge							X							
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh							X						X	X
<i>Sablingia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann									X				X	
<b>BANGIACEAE</b>														
<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh													X	
<b>ACROCHAETIACEAE</b>														
<i>Acrochaetium hypneae</i> (Borgesen) Borgesen				X										
<i>A. microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli							X	X	X					
<i>A. sagracanum</i> (Montagne) Bornet									X					
<i>A. savianum</i> (Meneghini) Nägeli									X					
<b>GALAXAURACEAE</b>														
<i>Galaxaura comans</i> Kjellman				X										
<i>G. marginata</i> (Ellis et Solander) Lamouroux													X	
<i>G. obtusata</i> (Ellis et Solander) Lamouroux								X					X	
<i>G. rugosa</i> (Ellis et Solander) Lamouroux				X			X	X	X				X	X
<i>G. subverticillata</i> Kjellman								X					X	
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (Ellis et Solander) Huisman et Borowitzska	●	●					X	X	X				X	
<i>T. fragilis</i> (Linnaeus) Huisman et Townsend				X			X	X	X				X	
<b>LIAGORACEAE</b>														
<i>Ganonema farinosum</i> (Lamouroux) Fan et Wang	●						X	X					X	
<i>Liagora ceranoides</i> Lamouroux				X			X	X					X	X
<i>L. dendroidea</i> (P. Crouan et H. Crouan) Abbott				X							X			
<i>L. megagyna</i> Borgesen								X					X	
<i>L. pinnata</i> Harvey													X	
<i>L. vulida</i> Harvey							X	X					X	X
<i>Trichogloea berveyi</i> Taylor							X						X	
<i>T. requienii</i> (Montagne) Kützing									X					
<b>RHODOGORGONACEAE</b>														
<i>Rhodogorgon ramosissima</i> J. Norris et Bucher													X	

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Grote	Ermedio	Santiagoullo
<b>GELIDIACEAE</b>														
<i>Gelidium americanum</i> (Taylor) Santelices		X												X
<i>G. corneum</i> (Hudson) Lamouroux											X	X		X
<i>G. crinale</i> (Turner) Gaillon													X	
<i>G. pusillum</i> (Satchhouse) Le Jolis									X					
<i>Gelidium spinosum</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva											X	X		
<i>Pterocladia bartlettii</i> Taylor													X	
<i>Pterocladia caerulescens</i> (Kützting) Santelices <i>et Hommersand</i>							X							
<i>P. capillacea</i> (S. Gmelin) Santelices <i>et Hommersand</i>		X												
<b>GELIDIACEAE</b>														
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann <i>et</i> Hamel							X						X	
<i>G. trinitatis</i> Taylor														X
<b>GRACILARIACEAE</b>														
<i>Gracilaria blodgettii</i> Harvey		X							X	X				
<i>G. bursa-pastoris</i> (S. Gmelin) Silva		X												
<i>G. caudata</i> J. Agardh		X												
<i>G. cervicornis</i> (Turner) J. Agardh	•	X						X		•			X	
<i>G. cornea</i> J. Agardh									X					
<i>G. damaecornis</i> J. Agardh									X					
<i>G. domingensis</i> Sonder ex Kützting	X								X					
<i>G. foliifera sensu</i> Taylor									X					
<i>G. gracilis</i> (Stackhouse) Steentoft, Irvine <i>et</i> Farnham								X	X					
<i>G. mammillaris</i> (Montagne) M. Howe	X	X								X				
<i>G. fragilissima</i> (Clemente) Harvey									X					
<i>G. tikvahiae</i> McLachlan		X												
<i>Gracilariopsis costaricensis</i> Dawson													X	
<i>G. lemaneiformis</i> (Bory) Dawson, Acleto <i>et</i> Foldvik									X					
<b>BONNEMAIISONIACEAE</b>														
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan												X	X	
<b>DUMONTIACEAE</b>														
<i>Dudresnaya crassa</i> Howe													X	
<b>HALYMENIACEAE</b>														
<i>Grateloupia filicina</i> (Lamouroux) C. Agardh		X							X					
<i>Halymenia duchassaingii</i> (J. Agardh) Kytlin													X	
<b>HILDENBRANDIACEAE</b>														
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini											X	X		

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (●) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Grrote	Enmedio	Santiaguillo
CORALLINACEAE														
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) Lamouroux				X			X	X	X				X	X
<i>A. hancockii</i> Taylor				X										
<i>A. rigida</i> Lamouroux				X			X	X	X				X	X
<i>A. tribulus</i> (Ellis et Solander) Lamouroux													X	
<i>Goniolithon decutescens</i> (Heydrich) Foslie							X							
<i>Halpitilon cubense</i> (Montagne ex Kützing) Garbary et Solander							X	X					X	
<i>H. subulatum</i> (Ellis et Solander) Johansen													X	
<i>Hydroliton boergesenii</i> (Foslie) Foslie									X				X	
<i>H. farinosum</i> (Lamouroux) Penrose et Chamberlain							X	X					X	X
<i>H. improcerum</i> (Foslie et Howe) Foslie							X							
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux							X	X	X				X	X
<i>J. capillacea</i> Harvey				X				X	X				X	
<i>J. rubens</i> (Linnaeus) Lamouroux								X	X				X	
<i>Lithophyllum absimile</i> Foslie et Howe													X	
<i>L. congestum</i> (Foslie) Foslie		X					X						X	
<i>L. frondosum</i> (Dufour) Furnari, Carmaci et Alongi							X						X	
<i>L. intermedium</i> (Foslie) Foslie							X							X
<i>Lithothamnion occidentale</i> (Foslie) Foslie								X					X	
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) Lamouroux							X	X					X	
<i>Mesophyllum mesomorphum</i> (Foslie) Adey													X	
<i>Neogoniolithon accretum</i> (Foslie et Howe) Setchell et Mason							X							X
<i>N. erosum</i> (Foslie) Adey														X
<i>N. mamillare</i> (Harvey) Setchell et Mason							X							
<i>N. fosliei</i> (Heydrich) Setchell et Mason							X							
<i>N. spectabile</i> (Foslie) Setchell et Mason		X					X						X	
<i>N. strictum</i> (Foslie) Setchell et Mason				X	X		X	X					X	
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing				X			X	X					X	
<i>Porolithon pachydermum</i> (Weber-van Bosse et Foslie) Foslie														X
<i>Titanoderma pustulatum</i> (Lamouroux) Nägeli											X			
GIGARTINACEAE														
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq														X

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Giote	Ermedio	Santiagoullo
<b>HYPNEACEAE</b>														
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) Lamouroux	•	X•		•				X	X•	X•			X	
<i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kützing		X•		X			X	X	X	•			X	
<i>H. valentiae</i> (Turner) Montagne		X		X					X					
<b>NEMASTOMATACEAE</b>														
<i>Predaea feldmannii</i> Borgesen													X	
<b>SOLIERIACEAE</b>														
<i>Agardhiella ramosissima</i> (Harvey) Kylin		X												
<i>Agardhiella subulata</i> (C. Agardh) Kraft et Wynne		X											X	
<i>Eucheuma isiforme</i> C. Agardh													X	
<i>Solieria filiformis</i> (Kützing) Gabrielson													X	
<b>CHAMPIACEAE</b>														
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey var. <i>parvula</i>	•						X	X	X•	X		X	X	
<i>Ch. parvula</i> (C. Agardh) Harvey var. <i>prostrata</i> Williams									X			X		
<b>LOMENTARIACEAE</b>														
<i>Lomentaria uncinata</i> Meneghini ex Zanardini									X					
<b>RHODYMENYACEAE</b>														
<i>Coleothrix irregularis</i> (Harvey) Borgesen														X
<i>Gelidiopsis intricata</i> (C. Agardh) Vickers				X			X							X
<i>G. variabilis</i> (J. Agardh) Schmitz							X							
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (Lamouroux) Silva		X												X
<b>CERAMIACEAE</b>														
<i>Aglaothamnion balliae</i> (Collins) Aponte, Ballantine et J. Norris											X			
<i>Anotrichium tenue</i> (C. Agardh) Nägeli				X									X	
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne	•	•		X			X	X	•				X	X
<i>Ceramium brevisonatum</i> Petersen var. <i>carabicum</i> Petersen et Borgesen													X	
<i>C. caudatum</i> Setchell et Gardner													X	
<i>C. cimbriicum</i> Petersen				X					X				X	
<i>C. cimbriicum</i> Petersen f. <i>flaccidum</i> (Petersen) Furnani et Serio									X				X	
<i>C. corniculatum</i> Montagne									X				X	
<i>C. cruciatum</i> Collins et Hervey							X							
<i>C. flaccidum</i> (Kützing) Ardissone				X			X	X					X	X
<i>C. luetzelburgii</i> Schmidt							X	X						
<i>C. nitens</i> (C. Agardh) J. Agardh							X	X					X	X
<i>C. rubrum</i> (Hudson) C. Agardh				X									X	
<i>C. subtile</i> J. Agardh								X	X				X	
<i>Spyridia clavata</i> Kützing	•									•				

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Gröte	Enmedio	Santiaguillo
<i>S. filamentosa</i> (Wulfen)							X						X	
Harvey var. <i>filamentosa</i>														
<i>S. hypnoides</i> (Bory)								X					X	
Pappenfus subsp. <i>hypnoides</i>														
<i>Wrangelia argus</i> (Montagne)				X					X			X	X	X
<i>Dasya baillouiana</i> (S. Gmelin) Montagne												X		
<i>D. rigidula</i> (Kützting) Ardisson													X	
<b>DELESSERIAEAE</b>														
<i>Taenioma nanum</i> (Kützting) Papenfuss									X					
<i>T. perpusillum</i> (J. Agardh) J. Agardh													X	
<b>RHODOMELACEAE</b>														
<i>Acanthophora muscoides</i> (Linnaeus) Bory		X							X					
<i>A. spicifera</i> (Vahl) Borgesen	•	X		X			X	X	•	•			X	
<i>Bostrychia montagnei</i> Harvey									X					
<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kützting f. <i>seaforthii</i>								X					X	
<i>B. triquetrum</i> (S. Gmelin) Howe	•							X	•	•			X	
<i>Chondria curvilineata</i> Collins et Harvey							X						X	
<i>C. leptacremom</i> (Melvill ex Murray) De Toni									X					
<i>C. littoralis</i> Harvey									X				X	
<i>C. polyrhiza</i> Collins et Harvey									X				X	
<i>C. sedifolia</i> Harvey									X					
<i>Chondrophycus gemmifera</i> (Harvey) Garbay et Harper				X										
<i>C. papillosa</i> (C. Agardh) Garbay et Harper				X			X	X	X				X	
<i>C. poiteaui</i> (Lamouroux) Nam							X	X	X				X	
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh		X		X			X•	X			X		X	
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i> (Harvey) Falkenberg var. <i>pecten-veneris</i>									X					
<i>H. pecten-veneris</i> (Harvey) Falkenberg var. <i>laxa</i> Taylor				X										
<i>H. secunda</i> (C. Agardh) Ambrohn f. <i>secunda</i>													X	X
<i>H. secunda</i> (C. Agardh) Ambrohn f. <i>tenella</i> (C. Agardh) Wynne		X												
<i>Laurencia caraibica</i> Silva														X
<i>L. corallopsis</i> (Montagne) Howe													X	
<i>L. filiformis</i> (C. Agardh) Montagne		X												
<i>L. intricata</i> Lamouroux								X				X		
<i>L. microcladia</i> Kützting									X				X	X
<i>L. obtusa</i> (Hudson) Lamouroux				X			X	X	X			X	X	X
<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> (Borgesen) M. Kim et Lee							X						X	

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Grote	Ermedio	Santiagoullo
<i>Ophiodcladus simplicisculus</i> (P. Crouan <i>et</i> H. Crouan) Falkenberg														X
<i>Osmundaria obtusiloba</i> (C. Agardh) R. Norris	•													
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun <i>et</i> J. Norris				X					X				X	
<i>P. binneyi</i> Harvey									X			X		
<i>P. ferulacea</i> Suhr <i>ex</i> J. Agardh									X				X	
<i>P. gorgoniae</i> Harvey				X			X	X	X				X	
<i>P. havanensis</i> Montagne var. <i>havanensis</i>									X				X	
<i>P. scopulorum</i> var. <i>villum</i> (J. Agardh) Hollenberg							X							
<i>P. sphaerocarpa</i> Borgesen							X							
<i>P. subtilissima</i> Montagne				X										
<b>PHAEOPHYTA</b>														
<b>ECTOCLADACEAE</b>														
<i>Acinetospira crinita</i> (Carmichael <i>ex</i> Harvey) Sauvageau									X					
<i>Ectocarpus elachistaformis</i> Heydrich									X				X	
<i>E. siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye							X							
<i>E. variabilis</i> Vickers							X		X					
<i>Hinksia mitchelliae</i> (Harvey) Silva								X	X					
<i>H. rallsiae</i> (Vickers) Silva									X				X	
<b>SPHACELARIACEAE</b>														
<i>Sphaelaria novae-hollandiae</i> Sonder													X	
<i>S. rigidula</i> Kützing							X						X	X
<i>S. tribuloides</i> Meneghini var. <i>tribuloides</i>				X			X	X					X	X
<b>DICTYOTACEAE</b>														
<i>Dictyopteris delicatula</i> Lamouroux	X•	X						X					X	X
<i>Dictyota bartayresiana</i> Lamouroux				X			X	X	X		X	X	X	
<i>D. cervicornis</i> Kützing	•			X			X	X			X		X	
<i>D. ciliolata</i> Kützing var. <i>ciliolata</i>								X		•		X		
<i>D. dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux								X					X	
<i>D. divaricata</i> Lamouroux							X	X				X	X	X
<i>D. guineensis</i> (Kützing) P. Crouan <i>et</i> H. Crouan								X	X					X
<i>D. jamaicensis</i> Taylor													X	
<i>D. linearis</i> (C. Agardh) Greville				X									X	
<i>D. menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörning <i>et</i> Weber-Peuket								X	X		X	X	X	
<i>D. volubilis</i> Kützing <i>sensu</i> Vickers							X							
<i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womersley <i>ex</i> Oliveira							X	X					X	
<i>Padina boergesenii</i> Allender <i>et</i> Kraft				X			X	X	X				X	
<i>P. gymnospora</i> (Kützing) Sonder	•	X•					X	X	X•				X	X
<i>P. haitiensis</i> Thivy								X						
<i>P. pavonica</i> (Linnaeus) Thivy				X									X	
<i>P. sanctae-ericae</i> Borgesen								X			X	X	X	
<i>Spatoglossum schroederii</i> (C. Agardh) Kützing	•						X	X		•	X	X		X

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (●) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Giote	Enmedio	Santaguillo
<b>CHORDARIACEAE</b>														
<i>Cladosiphon occidentalis</i> Kylin							X	X	X		X		X	
<i>C. zosteræ</i> (J. Agardh) Kylin							X	X	X		X			
<b>SCYTOSIPHONACEAE</b>														
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès et Solier				X			X	X	X		X		X	X
<i>Hydroclathrus clathratus</i> (C. Agardh) Howe				X			X	X					X	
<i>Rosenvingea intricata</i> (J. Agardh) Borgesen		X							X					
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link var. <i>complanatus</i> (Rosenvinge) Cremades													X	
<b>STRIARIACEAE</b>														
<i>Hummia onusta</i> (Kützting) Fiore									X					
<b>SARGASSACEAE</b>														
<i>Sargassum filipendula</i> C. Agardh var. <i>filipendula</i>								X						X
<i>S. fluitans</i> (Borgesen) Borgesen		X					X		X				X	
<i>Sargassum hystrix</i> J. Agardh var. <i>buxifolium</i> Chauvin ex J. Agardh								X					X	
<i>S. natans</i> (Linnaeus) Gaillon													X	
<i>S. polyceratium</i> Montagne var. <i>ovatum</i> (Collins) W.R. Taylor									X			X		
<i>S. polyceratium</i> Montagne var. <i>polyceratium</i>				X					X			X		
<b>CHLOROPHYTA</b>														
<b>ULVELLACEAE</b>														
<i>Entocladia viridis</i> Reinke									X					
<i>Ulvella lens</i> P. Crouan et H. Crouan		X											X	
<b>GOMONTIACEAE</b>														
<i>Gomontia polyrhiza</i> (Lagerheim) Bornet et Flahault											X			
<b>ULVACEAE</b>														
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh									X					
<i>U. compressa</i> Linnaeus		X	X				X	X					X	
<i>U. fasciata</i> Delile	●	X	X					X	X	●			X	
<i>U. flexuosa</i> Wulfen			X	X			X	X	X				X	
<i>U. intestinalis</i> Linnaeus				X			X	X						
<i>U. lactuca</i> Linnaeus	●	X	X				X	X						X
<i>U. paradoxa</i> C. Agardh				X			X							
<i>U. prolifera</i> O.F.F. Müller			X						X				X	
<i>U. rigida</i> C. Agardh		X												
<b>ANADYOMENACEAE</b>														
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C. Agardh							X						X	
<i>Microdictyon boergesenii</i> Setchell													X	

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentís y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Arrecifes e islas /Taxones	Punta Gorda	La Gallega	Gallegnilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Grote	Ermedio	Santiagoullo
<b>CLADOPHORACEAE</b>														
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing								X	X					
<i>C. brachygonia</i> Harvey								X	X					
<i>C. crassa</i> (C. Agardh) Kützing													X	
<i>C. gracilis</i> Kützing	X													
<i>C. minima</i> Collins <i>et</i> Hervey													X	
<i>C. nodosa</i> Kützing							X							
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing				X					X					
<i>C. catenata</i> (Linnaeus) Kützing									X					
<i>C. coelothrix</i> Kützing							X							
<i>C. corallicola</i> Borgesen													X	
<i>C. flexuosa</i> (O. Müller) Kützing									X					
<i>C. liebetruthii</i> Grunow													X	
<i>C. montagneana</i> Kützing							X						X	
<i>C. prolifera</i> (Roth) Kützing	X													
<i>C. sericea</i> (Hudson) Kützing				X					X					
<i>C. socialis</i> Kützing							X							
<i>C. submarina</i> P. Crouan <i>et</i> H. Crouan <i>ex</i> Schramm <i>et</i> Mazé													X	
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) van den Hoek							X	X	X					
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey var. <i>riparium</i>									X					
<i>R. riparium</i> (Roth) Harvey var. <i>implexum</i> (Dillwyn) Rosenvinge				X										
<i>R. tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing							X		X					
<b>SIPHONOCLADACEAE</b>														
<i>Boodleia composita</i> (Harvey) Brand	X						X							
<i>Cladophoropsis macromeres</i> Taylor							X							
<i>C. membranacea</i> (Hofman Bang <i>ex</i> C. Agardh) Borgesen	X						X						X	X
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forsskål) Borgesen							X	X	X				X	
<i>Phyllocladon anastomosans</i> (Harvey) Kraft <i>et</i> Wynne							X							
<i>Ventricaria ventricosa</i> (J. Agardh) Olsen <i>et</i> West							X	X					X	X
<b>VALONIACEAE</b>														
<i>Ernodesmis verticillata</i> (Kützing) Borgesen							X							
<b>BRYOPSISIDACEAE</b>														
<i>Bryopsis hypnoides</i> Lamouroux							X		X				X	X
<i>B. pennata</i> Lamouroux var. <i>pennata</i>							X		•					
<i>B. plumosa</i> (Hudson) C. Agardh							X		•				X	
<i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier														X
<i>D. vaucheriaeformis</i> (Harvey) J. Agardh													X	



**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas (Rhodophyta) reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (●) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Taxones / Arrecifes e islas	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Gröte	Enmedio	Santiaguillo
<b>CAULERPACEAE</b>														
<i>Caulerpa ambigua</i>									X					X
Okamura var. <i>ambigua</i>														
<i>C. ambigua</i> Okamura														X
var. <i>luxurians</i> (Taylor) Eubank														
<i>C. cupressoides</i> (Vahl)	●	●	X			X	X	X	X	●			X	
<i>C. Agardh</i> var. <i>cupressoides</i>														
<i>C. cupressoides</i> (Vahl) <i>C. Agardh</i> f. <i>disticha</i> Weber-van Bosse								X	X					
<i>C. cupressoides</i> (Vahl) <i>C. Agardh</i> var. <i>mamillosa</i> (Montagne) Weber-van Bosse								X					X	
<i>C. cupressoides</i> (Vahl) <i>C. Agardh</i> var. <i>turneri</i> Weber-van Bosse													X	
<i>C. mexicana</i> Sonder ex Kützing f. <i>mexicana</i>	●	●					X			●				
<i>C. pelata</i> Lamouroux							X						X	
<i>C. racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh var. <i>racemosa</i>	●	X●	X	X	X		X	X	X●	●			X	
<i>C. racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh var. <i>macrophyssa</i> (Sonder ex Kützing) Taylor				X			X						X	X
<i>C. sertularioides</i> (S. Gmelin) Howe f. <i>sertularioides</i>	●	X●		X		X	X	X	X●	●		X		X
<i>C. sertularioides</i> (S. Gmelin) Howe f. <i>brevipes</i> (J. Agardh) Svedelius				X			X	X	X		X	X	X	
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. Gmelin) Howe f. <i>farlowii</i> (Weber-van Bosse) Børgesen								X	X		X	X		
<i>C. sertularioides</i> (S. Gmelin) Howe f. <i>longiseta</i> (Bory) Svedelius													X	
<i>C. verticillata</i> J. Agardh													X	
<i>C. webbiana</i> Montagne													X	
<b>CODIACEAE</b>														
<i>Codium decortcatum</i> (Woodward) Howe								X						
<i>C. isthmocladum</i> Vickers var. <i>isthmocladum</i>								X	X					
<i>C. pilgeri</i> O.C. Schmidt								X						
<i>C. taylorii</i> Silva							X●		X				X	
<b>HALIMEDACEAE</b>														
<i>Halimeda discoidea</i> Decaisne		X		X	X	X	X	X					X	
<i>H. opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux		X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
<i>H. opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux f. <i>cordata</i> (J. Agardh) E. S. Barton							X	X					X	
<i>H. scabra</i> Howe							X							
<i>H. tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux				X			X	X	●	●			X	

**Anexo 1 (Continuación).** Lista de especies de algas (Rhodophyta) reportadas para el SAV, por arrecifes e islas. La marca X indica su registro en la literatura, los puntos negros (•) corresponden a material colectado por los autores. La secuencia de la lista florística sigue a Ortega *et al.* (2001); Hayden *et al.* (2003); Sentés y Fujii (2002); Mateo Cid y Pedroche (2004).

Taxones /Arrecifes e islas	Punta Gorda	La Gallega	Galleguilla	La Blanquilla	Aneгада de Adentro	Pájaros	Verde	Sacrificios	Los Hornos	Ingenieros	Blanca	Giote	Ermedio	Santiagoullo
<b>UDOTEACEAE</b>														
<i>Arrainvillea nigricans</i> Decaisne													X	
<i>Penicillus capitatus</i> Lamarck f. <i>capitatus</i>													X	
<i>Rhipocephalus phoenix</i> (Ellis <i>et</i> Solander) Kützing f. <i>phoenix</i>	•			X			X	X		•			X	
<i>R. phoenix</i> (Ellis <i>et</i> Solander) Kützing f. <i>brevifolius</i> A. Gepp <i>et</i> E. Gepp							X						X	
<i>R. phoenix</i> (Ellis <i>et</i> Solander) Kützing f. <i>longifolius</i> A. Gepp <i>et</i> E. Gepp				X		X	X	X					X	
<i>Udotea cyathiformis</i>													X	
Decaisne var. <i>cyathiformis</i>													X	
<i>U. spinulosa</i> Howe													X	
<b>DASYCLADACEAE</b>														
<i>Batophora oerstedii</i> J. Agardh														X
<i>Cymopolia barbata</i> (Linnaeus) Lamouroux	•			X			X	X	X	•	X			X
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser														X
<i>Neomeris annulata</i> Dickie				X			X	X						X
<b>POLYPHYSACEAE</b>														
<i>Acetabularia crenulata</i> Lamouroux							X						X	
<i>A. polyphysoides</i> P. Crouan <i>et</i> H. Crouan				X			X	X						
<i>A. pusilla</i> (Howe) Collins									X					
<i>Acicularia schenckii</i> (Möbius) Solms-Laubach							X							

- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Ibarra Morales, N., y L. G. Abarca Arenas, 2007. Distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* en la laguna del arrecife Sacrificios, Veracruz, p. 161-172. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

10



# Distribución, Abundancia y Biomasa de *Thalassia testudinum* en la Laguna del arrecife Sacrificios, Veracruz

**DISTRIBUTION, ABUNDANCE AND BIOMASS OF *THALASSIA TESTUDINUM*  
IN THE SACRIFICIOS REEF LAGOON, VERACRUZ**

*N. Ibarra Morales*<sup>1</sup> y *L.G. Abarca Arenas*<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

El presente trabajo comprende el estudio preliminar de la población de *Thalassia testudinum*, Banks ex König (Hydrocharitaceae) en la laguna del arrecife Sacrificios (Veracruz), durante el periodo de septiembre 2002 a septiembre 2003. *Thalassia testudinum* provee alimento y albergue a diversas especies, por lo que se consideró relevante conocer la distribución, abundancia y biomasa de esta especie durante la temporada de nortes, secas y lluvias en el barlovento y el sotavento de dicha isla. En ambos sitios, durante cada temporada se trazó un transecto de 60 m, recolectando el material encontrado en un cuadrante de 25x25 cm para obtener biomasa de peso seco. Adicionalmente, cada 10 m se registraron datos de parámetros fisicoquímicos del agua y muestras de sedimento para obtener granulometría. La distribución de *T. testudinum* se ve condicionada por el crecimiento clonal de la fanerógama. Los valores más altos de abundancia y biomasa se localizaron a barlovento durante la temporada de secas, con 1,182 brotes m<sup>-2</sup> y 1,928 g peso seco m<sup>-2</sup> respectivamente. Dicho resultado está dado por el grado de protección de este sitio creado por una barrera de rocas que disminuye la exposición a corrientes, principalmente las provenientes del norte.

## ABSTRACT

The present paper contains the study of the seagrass *Thalassia testudinum*, Banks ex König (Hydrocharitaceae) population in the lagoon of the Sacrificios Reef (Veracruz, Mexico), monitored at monthly intervals from September 2002 to September 2003. *Thalassia testudinum* supplies food and refuge for many

\* e-mail: [luisgaa@gmail.com](mailto:luisgaa@gmail.com)

species; therefore, it is important to know its distribution, abundance and biomass during the seasons of “North Winds”, drought and rains, to windward and leeward of the island. At both sites a transect of 60 m was drawn. Every 10 m physical-chemical data and sediment samples were taken from the water to obtain a granulometry (sediment test). The material found was collected in an area of 25x25 cm to get dry weight biomass. The distribution of *T. testudinum* is conditioned by the clonal growth of this macrophyte. The greatest abundance and biomass was localized to windward during the dry season with 1182 shoots/m<sup>2</sup> and 1928 g of dry weight/m<sup>2</sup>, respectively. This result is due to the degree of protection given this site by a rock wall that decreases the exposure to currents, principally those that come from the north and northwest.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las fanerógamas los pastos marinos están divididos en dos grandes familias: Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae, de la cual se derivan tres géneros siendo *Thalassia* uno de ellos (Den Hartog, 1970). A éste se le conoce comúnmente como hierba marina o hierba de tortuga. *Thalassia testudinum* forma praderas que se distribuyen desde Florida, en el norte del Golfo de México, hasta la costa norte de Sudamérica, Venezuela y gran parte del Caribe (Fong y Harwell, 1994).

La población de *Thalassia* dentro de una comunidad es dominante en regiones tropicales y subtropicales con altas incidencias de luminosidad, variación entre las estaciones del año de temperatura y salinidad, así como con gran cantidad de nutrimentos en los sedimentos. Debido a lo anterior, la biomasa de *Thalassia* puede variar dependiendo de la estación del año (Fong Harwell, 1994). Es importante determinar la distribución, densidad y biomasa de las praderas, así como su extensión, ya que para un gran número de organismos representan zonas de crianza, protección y alimentación (Ibarra Obando y Ríos, 1993).

Uno de los primeros trabajos realizados en el Sistema Arrecifal Veracruzano fue el de Lot Helgueras (1971), quien estudió la distribución de fanerógamas marinas en isla Verde, arrecife Pájaros y arrecife Hornos principalmente. Obtuvo de dichas islas la biomasa en peso seco de *T. testudinum*, *Syringodium*, *Halodule* y *Halophila*. Observó en estos arrecifes que la distribución de pastos marinos se ve determinada por el medio de dispersión de las plantas y el crecimiento vegetativo que estas presentan, concluyendo que la morfología de *T. testudinum* brinda un mayor soporte a

las algas y animales epífitos comparado con las comunidades de *Syringodium* y *Halodule*. De los estudios más importantes sobre fanerógamas marinas resaltan los de Zieman y Fourqurean (1989) en las bahías de Florida.

El enfoque de investigación de los diversos trabajos realizados en un periodo de entre 1989 y 2001 en Florida es relacionado con biomasa, abundancia, densidad y productividad en función de la profundidad y estado físico y químico del agua. *T. testudinum* presenta en estas bahías una amplia distribución, por lo que se considera a dicha macrofitas como dominante con una extensión aproximada de 1,660 Km<sup>2</sup>. Es por esto que se consideró importante realizar el análisis con los estudios realizados en Florida, para conocer las diferencias en cuanto a condiciones ambientales de los sitios. Es importante recalcar que en el Caribe mexicano existen estudios relevantes sobre el tema, sin embargo en esta ocasión el trabajo se enfocará a analizar las diferencias entre lo encontrado en isla Sacrificios y la bahía de Florida.

Los estudios sobre pastos marinos en el Sistema Arrecifal Veracruzano son escasos y es por ello que nace el presente estudio con la finalidad de dar continuidad a lo iniciado por Lot Helgueras. Una de las inquietudes que surgen al hablar de un sistema arrecifal, específicamente de una isla es saber cuál es la diferencia entre barlovento y sotavento.

Al respecto, se encontraron diferentes definiciones al respecto encontrando que barlovento es la parte de la isla que queda expuesta a las corrientes del viento con respecto a un punto determinado y sotavento es la parte orientada

de frente al continente cuyas características son tener poco movimiento del agua, baja energía del oleaje y constante aporte de sedimentos terrígenos. Sin embargo, se sabe que existen cambios meteorológicos a los cuáles las islas quedan expuestas, y que lo establecido en las definiciones de barlovento y sotavento no son condiciones perennes, por lo tanto ¿cómo saber de qué manera intervienen los cambios antes mencionados en las islas, en los cuerpos de agua y en los organismos? y específicamente, ¿de qué manera afecta a la macrofitas dominante de la laguna arrecifal de la isla Sacrificios?

Con base en lo antes expuesto, el presente estudio tiene el objetivo de determinar la distribución, densidad y biomasa del pasto marino *T. testudinum*, en la laguna arrecifal de isla Sacrificios (barlovento y sotavento), durante la temporada de nortes, lluvias y secas. En lo particular establecer la relación entre dichos parámetros estructurales con la variación de los parámetros físicos y químicos de la zona de estudio. Por ello, las hipótesis que se plantean son: 1) Los valores más altos de densidad de *T. testudinum* se localizarán en sotavento; 2) Habrá un cambio de biomasa de *T. testudinum* de acuerdo a la temporada del año; y 3) La distribución de *T. testudinum* está correlacionada con la profundidad.

## ÁREA DE ESTUDIO

Isla Sacrificios es un cayó que emerge en la parte sur de un arrecife de 750 m de largo y 450 m de ancho en la parte central. Se localiza a 2,400 m al este de la playa de Costa Verde y a 1,600 m al sur del arrecife Pájaros, en las coordenadas 19°10'26" de latitud norte y 96°05'36" de longitud oeste. El área total de la zona emergida es de 23,444 m<sup>2</sup>, la laguna tiene una extensión de 38 ha y una profundidad de 30 a 110 cm (Lot Helgueras, 1971).

El clima de la zona arrecifal es de tipo AW2, caliente subhúmedo con lluvias en verano con una

temperatura promedio de 25°C y una mínima promedio de 21°C. La precipitación promedio es de 1667.6 mm. El mes más lluvioso es julio y el mes más seco es marzo con una precipitación pluvial de 13.5 mm. Se pueden diferenciar tres temporadas: "nortes" (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y lluvias (julio-octubre) (CNA, 2000).

Las corrientes dominantes que llegan a la isla entre marzo y octubre son del este y del noreste, en los meses de noviembre a febrero las corrientes predominantes son del norte y noreste.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y BIOMASA

El estudio consideró muestrear en dos regiones contrastantes de la laguna arrecifal de la isla, el barlovento y el sotavento. En cada sitio se trazó un transecto de 60 m con una cuerda sobre el cual se muestreó cada 10 m utilizando un cuadrante de 25x25 cm intercalando hacia la izquierda y derecha sobre la línea. Adicionalmente, cada 10 m, se colectaron todas las haces foliares, raíz y rizomas de *T. testudinum* correspondientes a un cuadrante y se colocaron en bolsas de polietileno

debidamente etiquetadas y éstas se depositaron en hielo para su conservación. Sobre el mismo transecto a los 10, 30 y 60 m se tomaron los parámetros físico-químicos como temperatura y oxígeno disuelto en el agua con un Oxímetro Consort, salinidad y densidad del agua con un refractómetro Atago y profundidad con una varilla previamente marcada en centímetros. En esos mismos lugares se tomaron muestras de sedimento. Para determinar la distribución y abundancia de *T. testudinum* se recorrieron los parches de *Thalassia* y con un GPS Plus II Garmin se marcaron los puntos donde existía presencia de

*T. testudinum* y posteriormente se realizó un mapa con la localización de los parches utilizando el programa ARC-VIEW.

En el laboratorio, el lavado de hojas, el secado de muestras y la medición del área foliar se realizó con base en la técnica de Phillips McRoy, (1990). Para esto, se descongelaron las muestras un día antes de su análisis. Se diluyó al día siguiente Ácido Clorhídrico (HCl) al 5% en 12 recipientes de plástico de 30x40 cm. Se etiquetaron los recipientes con los datos correspondientes y se lavaron las muestras durante 2 h. Trascorrido el tiempo de lavado con el HCl, se enjuagaron dichas muestras con agua desionizada para eliminar los residuos de HCl, posteriormente se tomó el peso húmedo de cada muestra de cada cuadrante con una balanza digital.

La muestra se colocó en tres charolas cubiertas con papel aluminio debidamente etiquetadas en una estufa de cultivo E-71 para ser secada durante 48 h a 85°C. Trascorrido el tiempo se midió el peso seco de las muestras con una balanza digital Ohaus y se extrapoló el resultado al área muestreada para obtener la biomasa específica (g peso seco m<sup>-2</sup>) de *T. testudinum*. Se midió el largo y el ancho de las hojas con un Vernier Mitutoyo Absolute Digimatic. Para el ancho se obtuvieron las medidas de la parte basal, media y apical de los haces foliares de diez individuos de cada cuadrante. Con estos datos se obtuvo el área de los haces foliares. La biomasa encontrada en el cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup> se extrapoló a un metro cuadrado, para posteriormente extrapolar al área de distribución total y así obtener un total de biomasa y densidad foliar a barlovento y sotavento.

La determinación de la granulometría de los sedimentos se realizó de acuerdo con la técnica de Stoddart (1978). El resultado granulométrico se obtuvo mediante la clasificación de arenas de Wenworth (Holme, y McIntyre 1971) siguiendo el criterio de Folk (1969), para la obtención del tamaño gráfico promedio (Mz), que expresa el tamaño gráfico promedio de las partículas, la desviación estándar gráfica inclusiva ( $\sigma I$ ) para

obtener la uniformidad de los granos, el grado de asimetría gráfica inclusiva (SKI) para obtener la tendencia del material ya sea hacia fino o grueso y la curtosis gráfica (Kg) que refleja la distribución y los tamaños de granos que existen en la muestra. Para obtener el gráfico se utilizó el programa estadístico para granulometría de Vargas Hernández (1997).

La curtosis gráfica (Kg) que refleja la distribución y los tamaños de granos, y cuyo coeficiente de curtosis es  $\varphi$  (analiza el grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución), puede ser mesocúrtica si la distribución de los granos en la muestra tiene la misma frecuencia, por lo tanto se considera una distribución normal. Es leptocúrtica si la distribución de los granos en la muestra tiende a una  $\varphi$  de 1 a 0, es decir, el número mayor de granos se encuentran retenidos en un tamiz de 0.50 a 1 mm. Es platicúrtica si la distribución de los granos en la muestra tiende a una  $\varphi$  de 2.25 a 1, es decir, el número mayor de granos se encuentra retenida en un tamiz de 0.17 a 0.50 mm.

Las hipótesis estadísticas de biomasa y densidad foliar son: Factor A (temporadas: nortes-secas-lluvias) donde Ho: Los promedios de biomasa y densidad foliar de las tres temporadas son iguales entre si y Ha: Los promedios de biomasa y densidad foliar de las tres temporadas son desiguales entre si. Factor B (sitios: barlovento-sotavento) donde Ho: Los promedios de biomasa y densidad foliar de los sitios son iguales entre si y Ha: los promedios de biomasa de son sitios son desiguales entre si. Factor Ax B (temporadas y sitios) donde Ho: Las diferencias de los promedios de biomasa y densidad foliar de las tres temporadas son independientes de los sitios y Ha: Las diferencias de los promedios de biomasa de las tres temporadas son independientes de los sitios de muestreo. Para comprobar estas hipótesis se realizó un análisis de varianza y covarianza para dichos gráficos, utilizando las ANOVAS de dos factores de acuerdo a Zar (1984).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DISTRIBUCIÓN

La distribución de *T. testudinum* se ve condicionada por tres factores: 1) El crecimiento clonal, 2) la granulometría de la zona y 3) las condiciones físicas y químicas de la masa de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos por Zieman (1975) para la bahía de Florida, las condiciones de salinidad y temperatura en barlovento y sotavento durante las temporadas de “nortes” (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y lluvias (julio-octubre) se mantuvieron dentro de las normales (Tabla 1), por lo que no fueron determinantes en la distribución de *T. testudinum* dentro de la laguna arrecifal.

El crecimiento clonal se lleva a cabo gracias a la extensión horizontal del rizoma por debajo del sedimento carbonatado. Debido a las bifurcaciones creadas por el crecimiento clonal se generan espacios que producen un efecto de “parches de *Thalassia*” (Hemminga y Duarte, 2000).

Los análisis de investigación muestran que las bifurcaciones son, para su mayor efectividad en ocupación de espacio de 30° de tal forma que los componentes básicos para la propagación clonal de *T. testudinum* son la tasa de extensión horizontal y vertical del rizoma, además de la probabilidad y ángulo de bifurcación de los rizomas (Bell y Tomlinson, 1980). Se puede suponer que *T. testudinum* opta por arena gruesa como sustrato debido a la facilidad de desplazamiento lo cual pudiera determinar su distribución.

Con la ayuda del programa ARC-VIEW, se graficaron los puntos tomados con un GPS Garmin Plus II. De tal forma se obtuvieron las áreas de las praderas a barlovento y sotavento (Fig. 1).

Para barlovento, la pradera comprende un área de 45,514 m<sup>2</sup>, para la cual le corresponde una biomasa de 10,079075.3 g peso seco y una densidad de 8,820613.2 individuos. Para sotavento la pradera comprende un área de 23,627 m<sup>2</sup> a la cual le corresponde una biomasa de 2,935,891.02 g peso seco y una densidad de 2,997,084.95 individuos. Los puntos rojos marcan el área que abarca la pradera de *T. Testudinum*.

La variación en la tendencia arena gruesa hacia arena mediana o fina esta dada por la presencia de *T. testudinum*. Ibarra Obando y Ríos (1993) y Lot Helgueras (1971) coinciden en que el denso follaje de *T. testudinum*, además de formar un micro ambiente, son estabilizadoras, de partículas finas encontradas en el sedimento y en la columna de agua posiblemente por sus raíces y rizomas. De acuerdo a un estudio realizado por Caballero Rosas en 1990 se encontró que las partículas finas provienen de lugares no muy lejanos a la isla Sacrificios por lo cual existe mayor variación de curtosis, causado probablemente por mezcla de sedimentos orgánicos e inorgánicos descargados por el río Jamapa.

Se observó que *T. testudinum* tiende a extenderse y a colonizar zonas donde el sedimento sea grueso. Debido a que el crecimiento es clonal o

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos en barlovento y sotavento.

Temporadas	Barlovento				Sotavento			
	Oxígeno	Sal.	Temp.	Dens	Oxígeno	Sal.	Temp.	Dens
Nortes	11,15	31	30	1025	11,33	31	32,6	1025
Nortes	12,65	32	32	1025	11,25	30	32,2	1023
Nortes	12,86	31	32	1025	11,06	32	33,2	1025
Secas	11,6	33	29	1025	11,25	33	30	1025
Secas	10,85	36	30	1026	11,25	36	28,7	1026
Secas	10,95	36	32	1026	10,45	36	32	1026
Lluvias	12,45	30	32,9	1024	15,15	31	32,4	1025
Lluvias	12,32	31	33	1025	14,97	30	33	1023
Lluvias	12,47	31	32	1025	14,13	31	33	1024



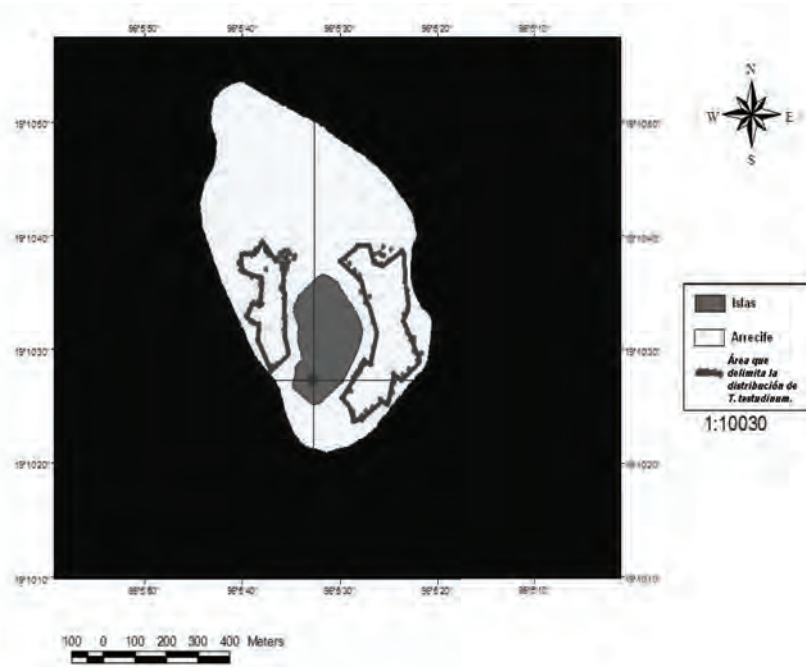


Figura 1. Mapa de distribución de *T. testudinum*.

vegetativo, la planta posiblemente busque zonas que sean más “permeables” para así poder desplazarse y dar un nuevo brote. En los dos sitios (barlovento y sotavento) se observó que el pasto mantuvo una delimitada distribución. A pesar de que *T. testudinum* “parece preferir” arena gruesa para su propagación donde las Mz se mantuvieron entre 0.01 a 1 (Tabla 2), conforme se acerca la pendiente o talud arrecifal, la extensión de dicho pasto se detiene debido a que se encuentran cabezos de coral vivo y muerto que impiden su propagación y brote.

#### ABUNDANCIA Y BIOMASA

La abundancia de las fanerógamas marinas, en específico de *T. testudinum* está dada por la estimación de la densidad de haces foliares. Zieman (1975), se encontró que la menor densidad fue a sotavento en los meses de diciembre a marzo, encontrando el valor más alto de densidad entre marzo y mayo. También observó que el número de haces foliares se ve determinado por las fluctuaciones estacionales, principalmente la salinidad y la temperatura, de tal forma que si éstas

Tabla 2. Distribución granulométrica de acuerdo al criterio de Folk (1969).

Dist. Gran.	Nortes						Secas						Lluvias					
	Barlovento			Sotavento			Barlovento			Sotavento			Barlovento			Sotavento		
	10m	30m	60m	10m	30m	60m	10m	30m	60m	10m	30m	60m	10m	30m	60m	10m	30m	60m
Mz	0.65	0.75	1.37	0.96	0.98	1.05	1.34	-0.33	0.70	1.02	0.90	1.19	2.35	0.62	0.79	1.62	0.83	1.69
σ1	0.83	0.95	0.92	1.18	0.81	0.69	0.85	0.70	10.1	0.89	0.92	0.93	-0.52	-1.19	-1.15	-1.01	-1.27	-1.07
SKI	0.07	0.10	-0.19	-0.04	0.14	0.17	-0.06	0.53	-0.01	-0.14	-0.07	-0.38	0.74	-0.30	-0.09	-0.07	-0.01	1.19
KG	0.85	0.54	0.54	0.81	1.35	1.33	1.50	42.9	0.90	1.04	0.71	0.88	0.87	0.85	0.73	1.10	0.84	0.48

llegan a un estado extremo crean un ambiente de estrés para la planta. Si estas condiciones no se salen de los parámetros normales se considera que *T. testudinum* responde a un patrón normal de actividad ya sea en temporadas calurosas o frías.

Las correlaciones entre densidad y temperatura a barlovento muestran: a) una tendencia negativa con una  $r^2 = -0.0011$ . A sotavento: b) la tendencia es de igual forma negativa con una  $r^2 = -0.0039$ . Durante las tres temporadas las temperaturas de la laguna arrecifal se mantuvieron en un promedio de 30-35 °C, coincidiendo con lo reportado por Zieman (1975) como propicio para el desarrollo de *T. testudinum*. Las tendencias dentro de las correlaciones muestran que no existe una variación significativa dado que la densidad foliar de ambos sitios no se ven severamente afectados por los cambios de temperaturas en la masa de agua, las cuales están determinadas por las temporadas del año (nortes-secas-lluvias).

La salinidad óptima para el desarrollo de dicha especie es de 30-36 g L<sup>-1</sup> (Barber, 1985), por lo tanto, se considera que la salinidad de la laguna arrecifal es la ideal para estos pastos ya que esta se mantuvo entre los 30-35 g L<sup>-1</sup>, siendo la más alta en temporada de secas y la más baja en temporada de lluvias. Las correlaciones entre densidad y salinidad mostraron valores bajos lo que sugiere que el rango de salinidad es el adecuado para el desarrollo del pasto marino de acuerdo con Barber (1985).

A barlovento el valor más alto de densidad foliar se observó en la temporada de secas, durante los meses de marzo a junio, con 1,182 brotes m<sup>-2</sup> (Tabla 3). A sotavento el valor más alto de densidad foliar se observó en la temporada de “nortes” durante los meses de noviembre a febrero con 896 brotes m<sup>-2</sup>. De manera general se observó que, en promedio, el valor más alto de la abundancia de individuos es a barlovento.

La disminución de la densidad foliar a barlovento en temporada de “nortes” se debió a que no se encontró *T. testudinum* en los primeros 20 m del transecto (cuadrante I y II) ya que en esta zona se formó un hueco producto de la forma de crecimiento en parches de esta especie.

**Tabla 3.** Densidad de *T. testudinum* de acuerdo al área formada por la pradera.

Sitio	Área de Pradera m <sup>2</sup>	Densidad (individuos)
Barlovento	45,514	8,820,613.20
Sotavento	23,627	2,997,084.95

De acuerdo a Lot Helgueras (1971), la profundidad es otro factor que además de intervenir en la distribución lo hace en la densidad foliar de los pastos marinos, debido a que la luz depende directamente de la profundidad y del grado de turbiedad del agua. En la temporada de “nortes” se obtuvo una correlación negativa entre densidad y profundidad con una  $r^2 = -0.87$ . De igual forma a sotavento se obtuvo una correlación negativa con una  $r^2 = -0.44$ . La densidad foliar de *T. testudinum* se mantiene en un rango de profundidad de entre 30 y 80 cm tanto a barlovento como a sotavento. En las correlaciones las tendencias son negativas en su mayoría a barlovento.

Zieman *et al.* (1989) observaron que en la bahía de Florida la profundidad del agua afecta a la densidad foliar de *T. testudinum* después de los 2 m. En la laguna arrecifal se observa que el decremento de densidad foliar comienza después de los 80 cm y 100 cm de profundidad.

Tomasko (1999) encontró que el crecimiento y producción de hojas en Florida se ve determinado por la profundidad del sedimento. En las áreas donde la profundidad del sedimento fue de 10 cm, el crecimiento y producción de hojas fue bajo en comparación de aquellos lugares donde el sedimento fue de 50 cm.

Como ya se mencionó anteriormente, *T. testudinum* tiende a atrapar sedimentos que sean acarreados hasta la pradera, por lo tanto existe una relación directa entre el tiempo de permanencia del pasto en el sitio y la cantidad de sedimento y tamaño del grano.

De acuerdo a la ANOVA (Tabla 4) se acepta Ho para el factor A, es decir, el promedio de individuos en un m<sup>2</sup> durante las tres temporadas son iguales entre si, de igual forma se acepta Ho para el factor B, es decir, el promedio de individuos en un m<sup>2</sup> en ambos sitios de muestreo son iguales

**Tabla 4.** Resultados de los análisis de la laguna arrecifal de isla Sacrificios, Ver. , usando el modelo ANOVA con muestreos en temporadas de “nortes” (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y lluvias (julio-octubre), mostrando la dependencia entre la densidad foliar de *Thalassia testudinum* con las temporadas y los sitios.

Densidad						
Factor de variación	SS	DF	MS	F cal	Fcrit	Conclusión
Total	206833.2	35	5909.52			
Celdas	98863.2	5	19772.6			
Factor A (temporadas)	18692.53	2	9346.26	2.5	3.32	Se acepta Ho
Factor B (sitios)	13378.75	1	133783.7	3.7	4.17	Se acepta Ho
A*B	66791.92	2	33395.96	9.2	3.32	Se rechaza Ho
Error	107970	30	3599			p>0.95

entre sí; sin embargo, para el factor A\*B se rechaza Ho, es decir, la diferencia entre los promedios obtenidos en un m<sup>2</sup> de las tres temporadas son dependientes de los sitios de muestreo.

Esto indica que no hay variación significativa en cuanto a densidad foliar debido a las temporadas del año por lo que se puede decir que de septiembre del 2002 a septiembre del 2003 las variaciones que acompañan a estas fechas como el cambio de temperatura, salinidad y oxígeno principalmente, no fueron las determinantes en los cambios de área foliar que pudieran darse durante los transectos.

Se muestra de forma general que en ambos sitios de muestreo tanto a barlovento como a sotavento no existe una variación significativa quedando como independiente los sitios de las temporadas, es importante recalcar que los muestreos entre temporadas no se realizaron siempre en el sitio donde se tiraron los transectos anteriores sino paralelamente, por tanto las condiciones cambiaron en cuanto a la profundidad de la laguna (dada por el ciclo de mareas) y por los huecos dejados por el crecimiento en parche de *T. testudinum*.

La biomasa foliar de fanerógamas se estima mediante el peso seco en un área determinada, generalmente en un metro cuadrado. Varios estudios demuestran que las condiciones físico-químicas del agua determinan la distribución, densidad y biomasa de las fanerógamas marinas. Den Hartog (1970) indicó que *T. testudinum* se establece favorablemente en temperaturas dentro

de un rango de 20-30 °C. Zieman (1975) registró los valores más altos de temperatura y salinidad para el sureste de bahía Biscaina, en agosto (31.5-35.5°C y 38-40 gr L<sup>-1</sup>, respectivamente) y la menor temperatura y salinidad en diciembre y enero (19-22 °C y 15-20 gr L<sup>-1</sup>). La correlación entre la biomasa y temperatura, y la biomasa y salinidad tanto en sotavento como en barlovento presentaron valores significativamente bajos.

Barber (1985) indica que la variación estacional no exhibe interacciones estadísticas considerables mientras este parámetro (temperatura) no incremente o decrezca en exceso. Esto se observa en los gráficos ya que los coeficientes de correlación fueron muy bajos, de tal forma que las condiciones del agua no fueron las determinantes en la variación de biomasa durante las tres temporadas del año. De manera general, se puede observar que los parámetros físico-químicos se mantuvieron dentro de un rango normal y propicio para el desarrollo de *T. testudinum*, principalmente a barlovento; sin embargo, a sotavento las correlaciones fueron en su mayoría con tendencia negativa.

Sotavento, durante la temporada de “Nortes”, resultó ser una zona con mayor movimiento debido a su exposición a las corrientes, y al impacto que recibe del continente como son: descargas pluviales y la acción de las propelas de lanchas con turistas que acuden a isla Sacrificios. Estas variables podrían ser las responsables de las diferencias de tendencia en cuanto a las rectas. Se

observó al momento de llevar a cabo el muestreo que el patrón de circulación es sensible al viento dominante.

Caballero Rosas (1990), encontró que la presencia de arrecifes a los costados de isla Sacrificios modifica las corrientes que provienen del norte, noroeste y oeste, es decir, el choque de las corrientes contra los arrecifes genera una modificación de dirección de dichas corrientes hacia norte y sur del puerto. Es por esto que el valor más alto de biomasa foliar se observó a barlovento, en temporada de secas, durante los meses de marzo a junio, con 1,928 g peso seco m<sup>-2</sup>.

A sotavento el valor más alto de biomasa se observó en la temporada de “nortes” durante los meses de noviembre a febrero con 990.17 g peso seco m<sup>-2</sup>. En promedio, el valor más alto de biomasa foliar, comparando los dos sitios, se localizó a barlovento durante los meses de marzo y junio. En los cuadrantes I y II a barlovento y cuadrante III a sotavento de las temporadas “nortes” y lluvias respectivamente, no se encontró *T. testudinum* debido a que el trazo del transecto coincidió con agujeros formados por el tipo de crecimiento en parches y clonal de la fanerógama, de tal manera que esto varió los resultados.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 5) para el factor A se acepta Ho, es decir, los promedios de biomasa en 1 m<sup>2</sup> durante las tres temporadas son iguales o entre sí; sin embargo, para el factor B, se rechaza la hipótesis nula de tal forma que la biomasa entre sitios es significativamente diferente.

Al probar la interacción de ambos factores, se concluyó que las diferencias significativas entre los promedios obtenidos en 1 m<sup>2</sup> durante las tres temporadas, son independientes de los sitios de muestreo. Con esto se demuestra que estadísticamente existe variación en cuanto a biomasa dependiendo de la temporada, principalmente en “nortes” por remoción de haces foliares y que dicha variación también está dada en cada sitio por el crecimiento y expansión de tipo vegetativo y bifurcal de las raíces y rizomas verticales y horizontales creando los “parches de *Thalassia*” pero no por el propio sitio (barlovento-sotavento).

En los cuadrantes VI de cada transecto, la densidad y biomasa foliar es menor a los 60 m de distancia de la costa debido a que hacia esta zona se localizan los cabezos de coral muerto. Lot Helgueras (1971) observó que existe una asociación entre *Thalassia* con otros organismos. Entre ellos encontramos: *Thalassia-Porites* y *Thalassia-Diploria*. Esta asociación se localiza hacia los 50 m. y 60 m. del transecto (cuadrante V y VI respectivamente), lo que limita la extensión y disminuye la densidad y biomasa foliar de *T. testudinum*.

### ALOMETRÍA

En los gráficos (Fig. 2) se observa que existe una tendencia positiva de crecimiento a barlovento con una r<sup>2</sup>=0.23 y a sotavento la tendencia fue también positiva con una r<sup>2</sup>=0.11. La tasa de crecimiento y cambio de área con respecto a biomasa es la misma. Hemminga y Duarte (2000)

**Tabla 5.** Resultados de los análisis de la laguna arrecifal de isla Sacrificios, Ver. , usando el modelo ANOVA con muestreos en temporadas de “nortes” (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y lluvias (julio-octubre), mostrando la dependencia entre la biomasa de *Thalassia testudinum* con las temporadas y los sitios.

Factor de variación	SS	DF	MS	F cal	Fcrit	Conclusión
Total	503197.37	35	14377.06			
Celdas	236033.01	5	47206.6			
Factor A (temporadas)	19856.31	2	9928.15	1.11	3.32	Se acepta Ho
Factor B (sitios)	72125.38	1	72125.38	8.09	4.17	Se rechaza Ho
A*B	144051.32	2	72025.66	8.08	3.32	Se rechaza Ho
Error	267164.36	30	8905.47			p>0.95

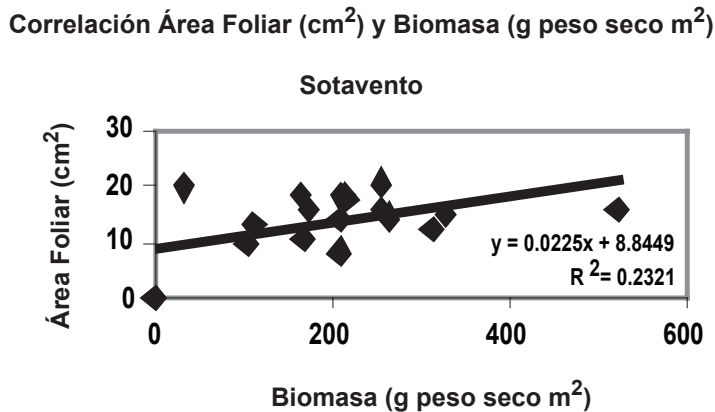
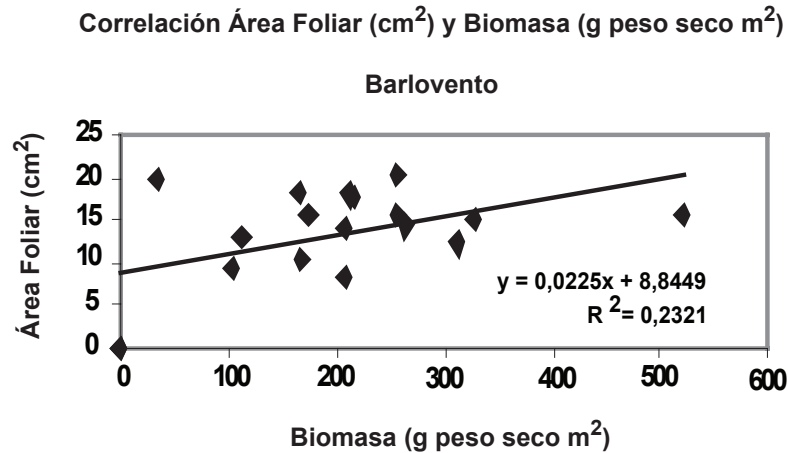


Figura 2. Correlación entre área foliar y biomasa a barlovento y sotavento durante las tres temporadas del año (nortes-secas-lluvias).

señala que el crecimiento isométrico se define si las dimensiones de X y Y incrementan proporcionalmente, es decir, el área del haz foliar aumenta conforme aumenta la biomasa; por lo tanto, se puede decir que *T. testudinum* presenta un crecimiento isométrico.

Duarte (1989) encontró que el periodo de mayor biomasa fue entre julio y agosto; señala que existe una relación estrecha entre producción y biomasa lo cual depende principalmente de las condiciones de luz, además de la exposición a un disturbio causante de estrés. Zieman (1975) observó que durante los nortes se pierden los haces foliares de mayor longitud y de mayor edad, como efecto de las corrientes ocasionada por di-

cha temporada, de tal forma que comienza una competencia entre fanerógamas y macroalgas por luz y espacio; sin embargo, esta competencia aumenta un 90% bajo la influencia del viento debido a que cuando el oleaje arranca los rizomas de la fanerógama, el alga ocupa inmediatamente esta zona (Ibarra Obando y Ríos, 1993).

Aunque no se midió la dirección de corrientes durante las tres temporadas, al momento de la colecta, el efecto de la corriente proveniente del norte fue significativo a sotavento de tal forma que dificultó la colecta durante esta temporada. Dado que esta corriente arranca los haces foliares de *T. testudinum* se puede suponer que la variación de biomasa en ambos sitios estaría dada por

esta razón. Como ya se mencionó, a sotavento se encontró la menor densidad y biomasa foliar, al parecer es una zona expuesta a mayor estrés.

Van Tussenbrock (1995) señaló que uno de los factores que determinan la variación en cuanto a biomasa, principalmente en el Caribe mexicano es la exposición al oleaje y a la acumulación de detritus provenientes del continente. Observó que el grado de protección en una laguna arrecifal es mayor que en la costa encontrando el valor más alto de biomasa en el primer sitio mencionado. La circulación costera está influenciada por las puntas, salientes y arrecifes, como es el caso de isla Sacrificios.

Por su parte, Caballero Rosas (1990) encontró que en las inmediaciones del puerto de Veracruz, el patrón de circulación es sensible al viento dominante; sin embargo, la presencia de arrecifes modifica esta generalidad de tal forma que los vientos provenientes del norte, noroeste y oeste

generan corrientes hacia el sur que al chocar con el arrecife ramifican la corriente hacia el norte y sur del puerto y los vientos del este generan corrientes hacia el norte. Asimismo, encontró que la zona más afectada o más impactada en temporada de “nortes” en los meses de noviembre a febrero es sotavento disminuyendo tanto la densidad como la biomasa foliar.

De acuerdo a Lot Helgueras (1971) el grado de protección del área es un punto que se considera importante en el desarrollo de la comunidad, principalmente en vegetales y animales sésiles por lo que de acuerdo a su escala, isla Sacrificios se considera un área poco protegida (por un costado). Esta protección se localiza a barlovento por la barrera de rocas y por arrecife Pájaros que desvían las corrientes, principalmente las provenientes del norte, hacia sotavento. Las corrientes provenientes del este se desvían al norte creando un estado de quietud en la laguna arrecifal.

## CONSIDERACIONES FINALES

La distribución de *Thalassia testudinum* se ve condicionada por el crecimiento clonal horizontal y vertical de la fanerógama mostrando preferencia para ello por el sedimento grueso. Su distribución está correlacionada con la profundidad debido al grado de radiación superficial que ésta requiere para una óptima fotosíntesis.

El valor más alto de abundancia se localizó a barlovento con 9,048.18 individuos en un área de 45,514 m<sup>2</sup> a comparación de sotavento con 2,997.08 individuos en un área de 23,627 m<sup>2</sup>; mientras que los valores más altos de biomasa y densidad se encontraron en los meses de marzo a junio durante la temporada de secas.

Las condiciones de salinidad y temperatura no fueron determinantes en las variaciones de bio-

masa y densidad foliar en los sitios muestreados (barlovento y sotavento) debido a que se mantuvieron dentro de un rango óptimo para el desarrollo de *T. testudinum*.

El hecho de que barlovento se encuentre en una zona protegida de las corrientes, principalmente las provenientes del norte y noroeste influyen en que los valores más altos de densidad se localizaran en este sitio; por tanto, los valores más bajos de biomasa y densidad foliar se encontraron a sotavento en la temporada de “nortes” debido a la remoción de haces foliares por las fuertes corrientes propias de dicha temporada. Por último, *T. testudinum* presenta un crecimiento isométrico; es decir, a valores más elevados de área foliar, valores más altos de biomasa.

## AGRADECIMIENTOS

Al Acuario de Veracruz por su colaboración con el traslado de personal y material al sitio de estudio. A Pedro Ramírez García Armora, Ale-

jandro Granados Barba, Juan Manuel Vargas Hernández, Manuel Francisco Ramírez Fernández, Margarito Páez Rodríguez, Roberto Blanco,

Miguel Ángel Lozano y Armando Ortiz. Parte de este trabajo fue financiado por el programa SIGOLFO-CONACyT proyecto número 00-06-010v.

### LITERATURA CITADA

- Barber, J.B., y P.J. Behrens, 1985. Effects of elevated temperature on seasonal in situ leaf productivity of *Thalassia testudinum* Banks ex König and *Syringodium filiforme* Kützinger. *Aquatic Botany*, 22: 61-69.
- Bell, A.D., y P.B. Tomlinson, 1980. Adaptive architecture in rhizomatous plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 80:125-160.
- Caballero Rosas, A.E., 1990. Modelación hidrodinámica de la circulación por viento en la zona costera del puerto de Veracruz y sus proximidades. Tesis Maestría Instituto de Ingeniería Universidad Veracruzana. Veracruz. México. 62 p.
- Den Hartog, C., 1970. The seagrasses of the world. North Holland Publ., Amsterdam. 275 p.
- Duarte, C., 1989. Temporal biomass variability and production/biomass relationships of seagrass marine communities. *Marine Ecology Progress Series*, 51:269-276.
- Fong, P., y A. Harwell, 1994. Modeling seagrass communities in tropical and subtropical bays and estuaries: a mathematical model synthesis of current hypotheses. *Bulletin of Marine Science*, 54(3):757-781.
- Folk, R.L., 1969. Petrología de las rocas sedimentarias. *Inst. Geol. UNAM*: 42-152.
- Frankovich, T.A., y J.C. Zieman, 1994. Total epiphyte and epiphytic carbonate production on *Thalassia testudinum* across Florida Bay. *Bull. Mar. Sci.*, 54(3): 679-695.
- Hemminga, M.A., y C.M. Duarte, 2000. Seagrass ecology. Cambridge University Press.
- Holme, N.A., y A.D. McIntyre, 1971. Methods for the study of marine benthos. Ed. International Biological. 334 p.
- Ibarra Obando, S. y R. Ríos, 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas. In: S. Salazar Vallejo, y N. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO CIQRO. México.
- Lot Helgueras, A., 1971. Estudio sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *An Inst. Biol. Botánica*, (1):1-48.
- Phillips McRoy, 1990. Seagrass Research Methods. UNESCO. Paris, France. 210 p.
- Servicio Meteorológico Nacional. <http://smn.cna.gob.mx>. 2000.
- Stoddart, D.R., 1978. Mechanical analysis of reef sediments. p. 53-66. In: D.R. Stoddart, and R.E. Johannes (Eds.) Coral Reefs: Research Methods. UNESCO. U.K. 581 p.
- Tomasko, D.A., y M.O. Hall, 1999. Productivity and biomass of the seagrass *Thalassia testudinum* along a gradient of freshwater influence in Charlotte Harbor, Florida. *Estuaries*, 22(3):592-602.
- Van Tussenbroek, B.I., 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.*, 122:3-40.
- Vargas Hernández, J. M., 1991. Software estadístico para el análisis granulométrico.
- Zar, J.H., 1984. Bioestadistical Analysis. Second edition. Ed. Prentice-Hall.
- Zieman, J., 1975. Seasonal variations of turtle grass *Thalassia testudinum* König, with reference to temperature and salinity effects. *Aquatic Botany*, 1:107-123.
- Zieman, J., J. Fourqurean, y R. Iverson, 1989. Distribution, abundance and productivity of seagrasses and macroalgae in Florida Bay. *Bull. Mar. Sci.*, 44(1):292-311.

Ramírez García, P., J. Terrados M., O. Hernández Martínez, K. Pedraza, y A. Quiroz, 2007. La vegetación de *Thalassia testudinum* en los arrecifes de Hornos, Sacrificios y Enmedio: Biomasa, productividad y dinámica de crecimiento, p. 173-184. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

11



# La Vegetación de *Thalassia testudinum* en los Arrecifes de Hornos, Sacrificios y Enmedio: Biomasa, Productividad y Dinámica de Crecimiento

VEGETATION OF *THALASSIA TESTUDINUM* ON THE REEFS OF HORNOS,  
SACRIFICIOS AND ENMEDIO: BIOMASS, PRODUCTIVITY AND GROWTH DYNAMICS

P. Ramírez García <sup>1\*</sup>, J. Terrados <sup>2</sup>,  
O. Hernández Martínez <sup>1</sup>, K. Pedraza <sup>1</sup> V. y A. Quiroz <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Vegetación Acuática, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM.

<sup>2</sup>Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados IMEDEA (CSIC-UIB), Mallorca, Islas Baleares, España

## RESUMEN

El presente trabajo integra la mayor información publicada sobre los pastos marinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), comparando, contrastando y actualizando la obtenida entre 2003 y 2005 sobre la abundancia, biomasa, productividad y crecimiento de las praderas de *Thalassia testudinum*. Acerca de la abundancia de estas praderas sólo se ha publicado hasta la fecha un trabajo, no obstante, se contaron 12 de tesis de licenciatura que incluyen estudios de fauna asociada, hidrología, sedimentos y contaminación. Se decidió incluir tesis de licenciatura con el fin de que se conozcan los temas desarrollados y se tenga un marco de referencia para futuros trabajos e investigaciones sobre esta comunidad en el PNSAV. Desde el primer trabajo publicado sobre pastos marinos en el SAV, hace 31 años, no existían publicaciones formales de índole científica con información sobre estas praderas. La intención de establecer una comparación entre los estudios realizados en esta área es la de obtener algún patrón que permita evaluar el estado actual de estas praderas; sin embargo, a pesar de que las comparaciones no siempre fueron entre los mismos arrecifes, en la mayoría de los casos se hizo dentro del grupo que conforman, sea frente al puerto de Veracruz o frente a punta Antón Lizardo.



## ABSTRACT

We present the information published about seagrass in the Veracruz Reef System (VRS) dealing with abundance, biomass, productivity and growth dynamics of the *Thalassia testudinum* meadows. Only one work on abundance has been published up to now, but there are more than 12 bachelor theses that include studies on associated fauna, hydrology, silts and contamination. We decided to include these theses in order to divulge the developed topics and also to have a reference framework for future works. The first work on this topic was published 31 years ago. The purpose of comparing this information was to establish a pattern that allows to evaluate the current state of these meadows; nevertheless, the comparisons did not always include the same reefs, but in the majority of the cases the comparisons were made within the group they conform, either both in front of the Port of Veracruz or in front of Punta Antón Lizardo.

## INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de su localización entre el continente y el mar, la zona costera y sus ambientes (arrecifes, lagunas arrecifales, lagunas costeras, bahías, esteros, etc.) reciben grandes cantidades de contaminantes, nutrientes orgánicos y minerales derivados de descargas de aguas urbanas, complejos hoteleros, agricultura, industrias y embarcaciones de diferente calado (Moberg y Folke, 1999; Lapointe *et al.*, 2004).

Los pastos marinos que crecen en algunos de estos sitios figuran entre los ecosistemas más productivos del mundo (Short y Duarte, 2001); sin embargo, éstos se han ido deteriorando, en ocasiones de forma irreversible, siendo la eutrofización (enriquecimiento con formas disueltas de nitrógeno y fósforo) y la contaminación del agua (vertimiento de aguas urbanas e industriales no tratadas) algunos de los procesos responsables de ello (Ryther y Dunstan, 1971; Linton y Warner, 2003).

Las fanerógamas marinas son uno de los elementos estructurales de la comunidad arrecifal, forman densas praderas que representan un papel importante en el reciclamiento de los nutrientes en los ecosistemas costeros (Short y Duarte, 2001; Hemminga y Duarte 2000), presentan resistencia a las corrientes y estabilizan los sedimentos, favoreciendo la transparencia de las aguas (Ward *et al.*, 1984). Son productores primarios altamente eficientes que constituyen una fuente de alimentación para numerosos organismos (Kikuchi y Pèrés, 1977), un hábitat para las epífitas y para gran número de especies que los utilizan como áreas de crianza y reproducción

(Oshima *et al.*, 1999), de tal manera que cambios en su abundancia y grado de desarrollo repercutirá en modificaciones sobre la composición específica, abundancia y diversidad del resto de la biota asociada (Hemminga y Duarte, 2000).

Se han observado diversas respuestas de las poblaciones de pastos marinos a la eutrofización como son disminución de la biomasa (Cambridge y McComb, 1984; Larkum y West, 1990), aumento del crecimiento de los haces y disminución en la densidad de los mismos, así como de la esperanza de vida conforme aumenta la concentración de nutrientes en el medio (Pérez *et al.*, 1994). Las poblaciones de pastos marinos por ser sésiles, responden de forma acumulada a la continua eutrofización, por lo que pueden ser usadas como indicadores, en el largo plazo, de la calidad del ambiente (Linton y Warner, 2003).

La vegetación acuática herbácea, a la que corresponden los pastos marinos o angiospermas marinas (plantas con flores: fanerógamas) en México, pertenece a tres familias de monocotiledóneas: Cymodoceaceae con dos géneros y tres especies (*Halodule beaudettei*, *H. wrightii* y *Syringodium filiforme*), Hydrocharitaceae con dos géneros y tres especies (*Halophila decipiens*, *H. engelmani* y *Thalassia testudinum*), y la familia Zosteraceae, también con dos géneros y tres especies (*Phyllospadix scouleri*, *P. torreyi* y *Zostera marina*). Sólo las dos familias Cymodoceaceae (*H. wrightii* y *S. filiforme*) e Hydrocharitaceae (*H. decipiens*, *H. engelmani* y *T. testudinum*) se distribuyen en el Golfo de México (Lot-Helgueras, 1971; Ibarra-Obando y Ríos, 1993).

## ANTECEDENTES

La vegetación marina de los arrecifes del PNSAV está formada por distintas especies de macroalgas, así como por praderas de pastos marinos pertenecientes a cinco especies de fanerógamas marinas: *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens*, *Halophila engelmanni* y *Thalassia testudinum*, siendo esta última la especie dominante en las lagunas interiores de todos los arrecifes (Lot Helgueras, 1971; Ibarra Obando y Ríos, 1993).

Los primeros trabajos sobre pastos marinos en el PNSAV fueron realizados por Lot Helgueras (1968 y 1971), como parte del estudio flora de Veracruz, desarrollado por el Departamento de Botánica del Instituto de Biología (UNAM). Lot Helgueras (1968 y 1971) observó que *T. testudinum* es la especie dominante en los diferentes arrecifes estudiados, que para el caso de isla Verde tuvo una densidad de 179.8 haces m<sup>-2</sup>, una biomasa foliar de 359.5 g PS m<sup>-2</sup> y una biomasa total (hojas+rizomas+raíces) de 834.2 g PS m<sup>-2</sup>, mientras que *Halodule wrightii*, para el arrecife Hornos tuvo 79.7 haces m<sup>-2</sup> y una biomasa foliar de 12.9 g PS m<sup>-2</sup> (Tabla 1). Otro trabajo pionero, aunque fuera del SAV, que incluyó el estudio detallado de la comunidad bentónica para el arrecife Lobos, frente a la laguna de Tamiahua, Veracruz, fue realizado por Chávez *et al.* (1970), donde describe las “comunidades” *Thalassia-Halimeda*, *Thalassia-Porites* y *Thalassia-Diploria clivosa*, la primera de éstas como una de las más extendidas en el arrecife.

Posteriormente, Hornelas (1975), hizo un estudio comparativo de la densidad, biomasa y morfología foliar de *T. testudinum* entre las praderas de bahía Redfish (Texas), isla Verde (Veracruz) y laguna de Términos (Campeche). Para isla Verde observó una densidad de  $415.4 \pm 126.1$  haces m<sup>-2</sup> y una biomasa foliar de  $74.8 \pm 8.7$  g PS m<sup>-2</sup> (Tabla 1). Gallegos (1976), estudió la regeneración de la pradera de *T. testudinum* en isla de Enmedio observando un promedio de 514.5 haces m<sup>-2</sup>  $\pm$  62.1, antes del desarrollo experimental, con un descenso pronunciado de la densidad en las áreas adyacentes que llegó hasta un 33 %. En otro estudio que se realizó en isla de Enmedio (Novelo, 1976), se observó un promedio de  $199.8 \pm 56.9$

haces m<sup>-2</sup>, un crecimiento promedio del rizoma horizontal de 0.21 cm d<sup>-1</sup>, tasa de elongación del rizoma horizontal de 76.7 cm año<sup>-1</sup> y una producción anual de 12.9 haces año<sup>-1</sup>.

En Veracruz las praderas de pastos marinos también han sido uno de los sustratos orgánicos más importantes para el establecimiento de una gran diversidad de organismos epibióticos (protozoarios), tan sólo 28 especies pertenecientes a ciliados (Ciliophora) fueron observadas a diferentes alturas sobre la lámina foliar de *T. testudinum* (Aladro Lubel y Martínez Murillo, 1999a), y hasta ahora dos especies nuevas para las mismas praderas, *Metacystis truncata* y *M. borrori* (Aladro Lubel y Martínez Murillo, 1999b; 2003).

Recientemente, se realizaron varias tesis de licenciatura que de forma comparativa estudiaron la floración de *T. testudinum* en isla Verde e isla de Enmedio (Paredes, 2000), producción de biomasa (Camalich, 2001) y crecimiento del rizoma vertical (Bravo, 2001). Además se realizó una tesis de licenciatura de la Universidad Veracruzana (Ibarra, 2005) sobre la densidad y biomasa de *Thalassia testudinum* en el arrecife de la isla Sacrificios, observándose la mayor densidad promedio de haces ( $180.8 \pm 27$  haces m<sup>-2</sup>) en la praderas de pastos marinos situadas a barlovento de la isla (este) y la menor densidad promedio ( $123.9 \pm 17.6$  haces m<sup>-2</sup>) hacia sotavento de la misma, en las praderas que quedan frente al puerto de Veracruz (oeste). En cuanto a la biomasa el patrón fue muy similar con el mayor valor de  $223.0 \pm 17.5$  g PS m<sup>-2</sup>, en barlovento y  $140.5 \pm 26.1$  g PS m<sup>-2</sup> en sotavento de la isla. La mayor densidad y biomasa se observó durante la época de estiaje en los meses de marzo a junio, y los menores valores durante la temporada de “nortes” (Ibarra, 2005).

Con base en lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación es hacer una integración de los estudios que se han realizado sobre la vegetación de pastos marinos del PNSAV, y comparar los resultados previamente reportados sobre crecimiento, morfología y producción con los obtenidos en este estudio. En lo particular, este estudio busca estimar y comparar la densidad, biomasa y

**Tabla 1.** Comparación de algunos parámetros de las praderas de pastos marinos de los arrecifes frente al puerto de Veracruz y a la población de Antón Lizardo.

	Densidad Haces m <sup>-2</sup>	Biomasa Foliar g PS m <sup>-2</sup>	Biomasa Rizomas + Raíces g PS m <sup>-2</sup>	Biomasa Total g PS m <sup>-2</sup>	Fuente
<b>Arrecife Pájaros</b>					
<i>T. testudinum</i>	193.8	346.6	111.9	458.5	Lot-Helgueras (1968; 1971)
<i>S. filiforme</i>	108.2	76.4	49.5	125.9	
<b>Arrecife Hornos</b>					
<i>H. wrightii</i>	79.7	12.9	8.6	21.5	Lot-Helgueras (1968; 1971)
<i>T. testudinum</i>	513.3 ± [21.0]	151.1 ± [13.2]	265.8±[18.5] + 53.0±[11.8]	469.9 ± [54.1]	Este estudio
<b>Isla Verde</b>					
<i>T. testudinum</i>	151- 179.8	359.5	474.7	834.2	Lot-Helgueras (1968; 1971)
<i>T. testudinum</i>	415 ± (126.1)	74.8 ± 8.7	----	192.8 ± (51.4)	Hornelas (1975)
<i>T. testudinum</i>	1389.7 ± (16.5)	----	----	----	Paredes (2000)
	786.7 ± (11.9)	*	*	628.4 (5.6) <sup>1</sup>	Camalich (2001) <sup>1</sup> y Bravo (2001)
<b>Isla Sacrificios</b>					
<i>T. testudinum</i>	556.3 ± [18.5]	161.6 ± [32.0]	325.6±[45.3] + 110.0±[56.3]	597.2 ±[210]	Este estudio
<b>Isla de Enmedio</b>					
<i>T. testudinum</i>	514.5 ± (62.1)	----	----	----	Gallegos (1976)
<i>T. testudinum</i>	199.8 ± (56.9)	----	----	----	Novelo (1976)
<i>T. testudinum</i>	1195.1-1408.9 ±(9.1-11.2)	----	----	----	Paredes (2000)
<i>T. testudinum</i>	842.2 ± (7.8)	*	*	670.2 (8.9) <sup>1</sup>	Camalich (2001) <sup>1</sup> y Bravo (2001)
<i>T. testudinum</i>	755.3 ± [30.9]	163.6 ± [11.0]	481.1 ± [26.5] +116.5 ±[12.4]	761.2±[74.5]	Este estudio
[ ] = Error estándar; ( ) = Desviación estándar; * Dato no comparable; ---- = Dato no estimado					

producción primaria de las praderas de *Tbalassia testudinum* en los arrecifes Hornos, isla Sacrificios

y isla de Enmedio del Sistema Arrecifal Veracruzano.

### ÁREA DE TRABAJO

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano está delimitado entre las coordenadas geográficas 96°12" y 95°47" de longitud oeste y 19°02" y 19°16" de latitud norte, frente al puerto de Veracruz y a la población de Antón Lizardo (DOF, 1992; Vargas Hernández *et al.*, 1993). El arrecife Hornos es bordeante y tiene un área aproximada de 0.37 km<sup>2</sup>; sigue la línea de costa a partir del rompeolas sur que protege y limita la entrada al puerto. Debido a su cercanía con la costa ha sido alcanzado por el crecimiento urbano e históricamente ha estado sujeto a una constante presión antropogénica.

Por su parte, Sacrificios es un arrecife con un área aproximada de 0.43 km<sup>2</sup>, con una forma alargada elipsoidal, orientada N-S; se encuentra frente al puerto de Veracruz y está flanqueado al noreste por el arrecife Pájaros (Fig. 1).

La isla de Sacrificios representa un punto muy importante a estudiar en el (PNSAV) por ser un sitio turístico de fácil acceso con atracciones naturales y arqueológicas (Vargas *et al.*, 1993). El acceso a la misma sigue restringido al público desde hace más de dos décadas debido al deterioro ambiental provocado por las actividades turísticas y recreativas. En la actualidad, se pretende reabrir al público.

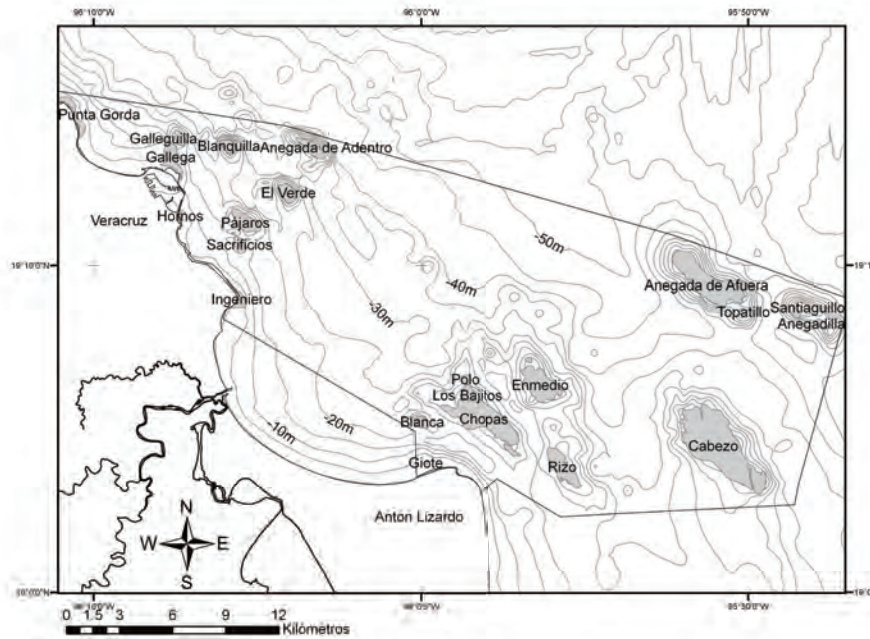


Figura 1. Ubicación del área del PNSAV y de los arrecife e islas estudiadas. Tomado de Ortiz *et al.*, 2007.

El arrecife de Enmedio, frente a punta Antón Lizardo, tiene un área aproximada de 2.48 km<sup>2</sup> y se encuentra cercano a dos bajos arrecifales, hacia el suroeste el arrecife Chopas y al sur el ar-

recife Rizo (Fig. 1). Aunque con acceso restringido sin permiso de las autoridades del PNSAV, isla de Enmedio es visitada regularmente por turistas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron durante el mes de junio del 2004 y, febrero y junio del 2005, utilizando equipo de buceo básico y SCUBA para recolectar las muestras dentro de la laguna arrecifal, entre 1 y 1.5 m de profundidad, seleccionando por cada arrecife dos parcelas de 25x25 m separadas a una distancia de 50 a 100, orientados hacia el norte, y ubicando los parches de pradera más grandes de *Thalassia testudinum* dentro de cada una de estas parcelas.

**Densidad.** Los haces o vástagos foliares que comprenden el grupo de hojas, por lo regular de 3 a 5, se desarrollan a partir del ápice de un rizoma vertical también llamado haz corto. La abundancia de las praderas de pastos marinos se estimó contando todos los haces contenidos en un cuadro de 25x25 cm (626 cm<sup>2</sup>), y

los resultados se expresaron interpolando a metro cuadrado (m<sup>2</sup>). Se hicieron hasta 20 conteos por parcela para cada uno de los sitios estudiados.

**Biomasa.** La biomasa representa la cantidad de masa o peso seco de hojas, rizomas y raíces cosechadas en un área de tamaño conocido y expresada por metro cuadrado (g PS m<sup>-2</sup>). Para realizar la cosecha se utilizó un núcleo de acero de 25 cm de diámetro por 30 cm de alto, con un área de 490.9 cm<sup>2</sup>. Los núcleos extraídos fueron lavados con agua de mar en el sitio utilizando una criba con abertura de 0.5 cm de diámetro. La biomasa de *T. testudinum* recolectada en cada muestra fue separada en distintas fracciones; las hojas más la vaina en su inserción con el ápice del rizoma verti-

cal; los rizomas verticales en la unión con el rizoma horizontal; los rizomas horizontales y las raíces. En el laboratorio las hojas de los haces fueron lavadas y raspadas con una navaja de rasurar para eliminar los epifitos adheridos a la lámina foliar. Los haces foliares, rizomas y raíces fueron secados en una estufa a 60°C durante 48 h para posteriormente ser pesados por separado y el promedio del peso seco por hoja o foliar por haz, para cada muestra fue multiplicado por el promedio del número de haces contenidos en 1 m<sup>2</sup> para calcular la biomasa por unidad de superficie

$$\text{Biomasa Foliar (g PS m}^{-2}\text{)} = (\text{g PS / haz}) \times (\#\text{haces / m}^{-2}\text{)}$$

**Producción primaria.** La estimación de la producción primaria o foliar se basa en el método del marcaje por perforación de la base de las láminas foliares del grupo de hojas con una aguja hipodérmica a la altura de la unión con la vaina de la hoja, y que se diferencia a simple vista por la pigmentación verde, que en el caso de estas últimas presentan una disminución o desaparición total de los pigmentos clorofílicos. Este método de marcaje propuesto por West y Larkum (1979) es una modificación de los métodos de Patriquin (1973) y Zieman (1974). La mayoría de las veces la unión entre la vaina y la lámina se ubica a nivel del sedimento, si no se ha presentado algún evento que lo haya removido y por lo cual la unión no se presenta a ese nivel. Para la evaluación de la producción foliar se colocaron cuatro cuadros de PVC de 25x25 cm en cada uno de los sitios de estudio, donde se marcaron de 20 a 30 de los haces contenidos en cada uno de los cuadros.

Al cabo de 12 días los haces foliares marcados fueron recuperados cuidadosamente, procurando extraerlos del sedimento de tal forma que se mantuvieran unidos al rizoma horizontal. Una vez extraídos, los haces fueron lavados *in situ* y colocados en bolsas de plástico para trasladarlos

al laboratorio. En el laboratorio las hojas de los haces fueron raspadas con una navaja de rasurar para eliminar las concreciones calcáreas y los epifitos adheridos a ellas. Después, se localizó la punción de la aguja en cada una de las hojas y/o vainas que constituyen el haz, la vaina más vieja adherida al haz marca la punción original sobre el mismo. De las hojas que forma cada haz, fue separado el crecimiento nuevo, o sea la sección de lámina foliar entre la punción original en la vaina, o en la unión con la lámina foliar y la punción en cada una de las hojas, o la hoja nueva completa, para ser secadas por separado, por un lado crecimiento nuevo y por el otro el resto de láminas foliares a 60°C por 48 h, para obtener su biomasa en peso seco.

El material seco del crecimiento nuevo se expresó como gramos de peso seco por haz dividido en el lapso de tiempo transcurrido entre el marcado y la recogida de los haces foliares (12 días), y fue interpolado al multiplicar este valor por el número promedio de haces por metro cuadrado por muestra, para obtener el valor de producción foliar en gramos de peso seco por metro cuadrado al día (g PS m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>):

$$\text{Producción foliar (g PS m}^{-2}\text{ d}^{-1}\text{)} = (\text{g PS hoja / haz / día}) \times (\#\text{haces / m}^{-2}\text{)}$$

Además con el método de punción foliar se puede estimar el PI foliar, llamado intervalo plastocrono (PI). Las hojas que no presentaron punción se consideraron como hojas nuevas producidas en ese periodo de tiempo (12 días). El PI foliar (días), representa el tiempo en días que tarda en producirse una nueva hoja y se puede calcular de acuerdo a la siguiente fórmula (Brouns, 1985):

$$PI = \frac{\text{No. de haces marcados (recuperados)} \times \text{No. de días transcurridos desde el marcaje}}{\text{No. de hojas nuevas producidas durante periodo de tiempo de marcaje}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DENSIDAD

La densidad de haces foliares de *Thalassia testudinum* en isla de Enmedio ( $755.3 \pm 30.9$  haces  $m^{-2}$ , Media  $\pm$  EE) fue mayor (ANOVA,  $F_{2,143} = 27.5$ ,  $p < 0.001$ ) que en los otros dos arrecifes ( $513.3 \pm 21.0$  y  $556.3 \pm 18.5$  haces  $m^{-2}$  en Hornos e isla Sacrificios, respectivamente, Tabla 1; Fig. 2). La densidad de *T. testudinum* del arrecife Hornos observada en este trabajo fue cerca de 1.2 a 2.9 veces mayor que la reportada por Hornelas (1975) y por Lot Helgueras (1968 y 1971) en isla Verde, y 2.6 veces mayor que en arrecife Pájaros. Asimismo, la densidad de *T. testudinum* observada en el arrecife de isla Sacrificios fue 2.9 veces mayor que la reportada en el arrecife Pájaros (Lot Helgueras, 1968 y 1971) y 1.3 veces mayor que en el arrecife Verde (Gallegos, 1976). Para isla de Enmedio también nuestras observaciones de densidad resultaron mayores entre 1.5 y 3.8 veces al compararlos con los datos obtenidos por Novelo (1976) y Gallegos (1976), respectivamente. Sin embargo para este arrecife la densidad de haces observada resultó substancialmente menor entre 1.8 y 1.9 veces que la reportada por Paredes (2000), Camalich (2001) y Bravo (2001) (ver Tabla 1).

Anteriormente el parámetro poblacional que se usaba para cuantificar la densidad de las praderas de *T. testudinum* era el número de hojas por unidad de área, que podía ser un metro cuadrado ( $m^2$ ), pero ahora se ha unificado el criterio de cuantificar la densidad o abundancia de *T. testudinum* considerando como individuo al haz foliar, o sea el grupo de hojas que por lo general son tres a cuatro (rara vez menos de dos o más de

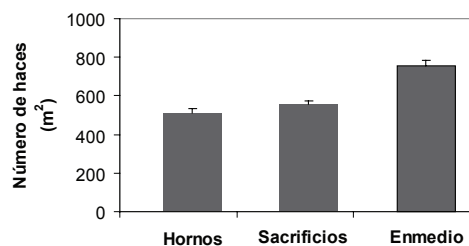


Figura 2. Densidad de haces foliares de *Thalassia testudinum* en cada una de las zonas de estudio ( $\pm$  Error estándar).

cinco) y que se desarrollan del ápice o meristemo apical del vástago o haz corto que viene siendo un rizoma con crecimiento vertical. Los valores de densidad estuvieron por debajo de los valores reportados para áreas eutrofizadas ( $917$  haces  $m^{-2}$ ) reportadas por Green y Webber (2003) para la costa sureste de Jamaica, y ( $1751$  a  $1804$  haces  $m^{-2}$ ) reportadas por Tussenbroek (1996) para la laguna Nichupte en Cancún (Q. Roo), sin embargo estuvieron dentro de los valores reportados para la laguna arrecifal de Puerto Morelos (Quintana Roo) ( $510$  a  $661$  haces  $m^{-2}$ ) reportados por Gallegos *et al.* (1993) y Tussenbroek (1995).

### BIOMASA

La biomasa foliar de *Thalassia testudinum* en isla de Enmedio ( $163.6 \pm 11.8$  g PS  $m^{-2}$ ) fue ligeramente mayor que en los otros dos arrecifes ( $151.1 \pm 13.1$  y  $161.6 \pm 18.5$  g PS  $m^{-2}$  en Hornos e isla Sacrificios, respectivamente), sin observarse diferencias significativas (ANOVA,  $F_{2,15} = 0.21$ ,  $p < 0.81$ ) entre sí; sin embargo, sí se observaron en cuanto a la biomasa de rizomas (ANOVA,  $F_{2,15} = 5.9$ ,  $p < 0.01$ ), siendo mayor en isla de Enmedio ( $481.1 \pm 56.3$  g PS  $m^{-2}$ ) que en los otros dos arrecifes (Tabla 1). También se observaron diferencias significativas en cuanto a la biomasa de rizomas (ANOVA,  $F_{2,15} = 3.8$ ,  $p < 0.05$ ), nuevamente observándose los valores más altos en isla de Enmedio (Tabla 1).

En la figura 3 se puede observar en forma proporcional la relación de la biomasa de las diferentes estructuras de *T. testudinum* (hojas + vainas, rizomas verticales + rizomas horizontales y raíces), apreciándose que los rizomas mantienen la mayor proporción de biomasa seguido de las raíces y luego de las hojas. En Hornos se observa la menor proporción de biomasa en cuanto a hojas con respecto a los otros arrecifes, y la mayor en cuanto a raíces, mientras que la mayor proporción de biomasa de rizomas se observó en isla de Enmedio.

Existen algunas diferencias al comparar los valores de biomasa observados con los reportados por otros autores. En cuanto a la biomasa

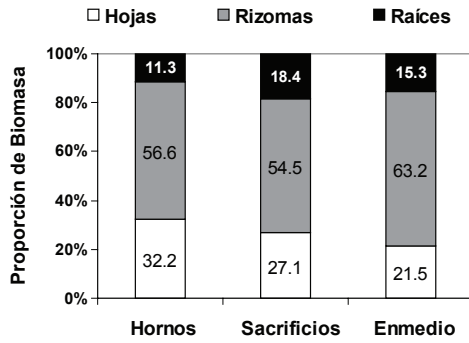


Figura 3. Proporción de biomasa en cada una de las diferentes estructuras vegetativas de *Thalassia testudinum*.

foliar, los valores reportados de isla Verde (Lot Helgueras, 1968 y 1971) resultan ser 2.2 a 2.4 veces mayores que los observados en Hornos y Sacrificios, pero de 2 a 2.2 veces mayor que los obtenidos por Hornelas (1975). Para la biomasa total las diferencias fueron menores siendo 1.4 a 1.8 veces mayor el valor reportado de isla Verde (Lot Helgueras, 1968; 1971 y Camalich, 2001) con respecto a isla Sacrificios y arrecife Hornos, respectivamente, y prácticamente igual al del Arrecife Pájaros (Lot Helgueras, 1968 y 1971). De igual forma la biomasa total de *T. testudinum* en el arrecife de isla de Enmedio fue similar a la reportada por Camalich (2001) (Tabla 1).

Las mayores diferencias observadas, en cuanto a la biomasa foliar, con respecto a las reportadas por otros autores pueden tener su origen en la composición estructural de la hoja. Algunos autores consideraron la biomasa foliar formada por la biomasa de la lámina, la vaina e incluso el vástago o rizoma vertical por lo que los datos no pudieron compararse, ya que en nuestro caso la biomasa foliar sólo estuvo constituida por el peso de la lámina + el peso de la vaina. De igual forma en algunos casos no se pudo comparar la biomasa de rizomas ya que algunos autores la reportaron sumada al peso de las raíces. No obstante, sí se hizo una comparación más particular con la biomasa total de *T. testudinum*, ya que este parámetro estructural de la pradera tuvo una connotación más clara en su definición al pesarse o al reportarse como la suma de sus partes (hojas, rizomas y raíces).

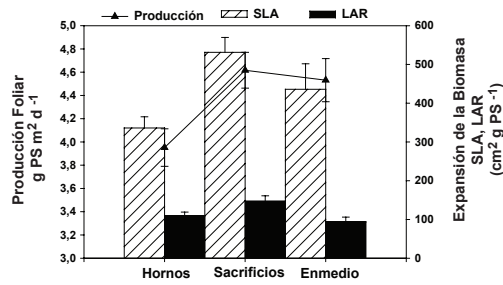
Se observa una tendencia de incremento de los valores promedio de biomasa total de *T. testudinum* en la praderas que se encuentran prácticamente dentro del puerto de Veracruz hacia las praderas de isla de Enmedio, fuera del puerto (Tabla 1), con una marcada diferencia significativa entre ellas (ANOVA,  $F_{2,15} = 4.0$ ,  $p < 0.04$ ), tendencia que también se observó al considerar solo la biomasa por debajo del sedimento (Rizomas + Raíces) con valores promedio de  $318.8 \pm 41.6$  g PS  $m^{-2}$  en el arrecife Hornos a  $597.5 \pm 67.4$  g PS  $m^{-2}$  en el arrecife de isla de Enmedio.

Alguna de las diferencias también pueden tener su origen en los diferentes métodos de muestreo ya que por ejemplo las vainas viejas que permanecen adheridas al rizoma vertical no son retiradas en su totalidad al ser pesadas ya sea para la biomasa foliar como para la biomasa total, cuando en realidad estas vainas viejas son tejidos muertos que no se deben de considerar en la biomasa presente o actual (viva).

#### PRODUCCIÓN PRIMARIA

La producción primaria de *T. testudinum* calculada para el mes de julio del 2004 resultó ser más alta en las praderas del arrecife de isla Sacrificios ( $4.62 \pm 0.15$  g PS  $m^{-2} d^{-1}$ ), significativamente diferente (ANOVA,  $F_{2,143} = 4.12$ ;  $p < 0.02$ ), que las observadas para el arrecife Hornos y Enmedio ( $3.95 \pm 0.16$  y  $4.53 \pm 0.19$  g PS  $m^{-2} d^{-1}$ , respectivamente). Hasta la fecha no existen datos publicados sobre producción foliar de pastos marinos en el PNSAV; sin embargo, los valores observados están dentro de los promedios reportados por otros autores ( $1.46$  a  $6.38$  g PS  $m^{-2} d^{-1}$ ), Gallegos *et al.* (1993), Tussenbroek (1995) y Duarte y Chiscano (1999), para el Mar Caribe mexicano.

En la figura 4 se ilustra la relación que existe entre la producción primaria y la expansión de la biomasa foliar, expresada como la proporción de área foliar LAR, por sus siglas en inglés (Leaf Area Ratio) y el área foliar específica SLA, por sus siglas en inglés (Specific Leaf Area). Aplicado al estudio de los pastos marinos LAR representa el tamaño de la superficie fotosintética en relación a toda la biomasa respiratoria de la planta (Enríquez y Pantoja Reyes, 2005), mientras que



**Figura 4.** Producción primaria de *Thalassia testudinum* y su relación con expansión de la biomasa (SLA, LAR).

SLA representa el tamaño de la superficie fotosintética en relación a la biomasa foliar o empaquetamiento de la masa foliar por área (Enríquez y Sand Jensen, 2003).

Se puede observar un ligero patrón de variación similar de la producción foliar con la expansión de la biomasa, donde en isla Sacrificios se presentan los mayores valores, significativamente diferentes de los que se observan para las praderas del arrecife Hornos (LAR, ANOVA,  $F_{2,15} = 6.5$ ;  $p < 0.01$ ; SLA, ANOVA,  $F_{2,15} = 5.2$   $p < 0.02$ ), no obstante que la densidad de haces fue mayor en las praderas estudiadas de isla de Enmedio.

Se observó que la mayor proporción de biomasa foliar contribuye a incrementar la producción con base en una mayor expansión de la biomasa y por lo tanto del área foliar o superficie fotosintética como ocurre en las praderas del arrecife de isla Sacrificios.

## CONSIDERACIONES FINALES

Al término del presente trabajo consideramos que se tiene un escaso conocimiento de las praderas de pastos marinos en el PNSAV, en parte porque el mayor esfuerzo de trabajo solo se ha concentrado en cuatro de los más de 15 arrecifes del área de estudio, no se cuenta con un censo publicado completo de la flora para todos los arrecifes y mucho menos de las características estructurales de la comunidad de pastos marinos (densidad, abundancia, cobertura, etc.).

Las diferencias observadas entre los valores de densidad obtenidos por diferentes autores, en un gran lapso de años que van de 5 a 35 años, consideramos que puede deberse a los diferentes métodos de muestreo y conteo de haces pero no hay un cambio de desarrollo de las praderas de estos arrecifes. Prácticamente la misma consideración se puede hacer con respecto a la biomasa total, como una expresión integrada de la estructura de la pradera, pero considerando que en nuestro estudio sí observamos una marcada disminución

(significativa) de este parámetro estructural en el arrecife Hornos con respecto al de isla Sacrificios y al de isla de Enmedio, posiblemente debido a que en Hornos existe una mayor influencia antrópica (paso de lanchas, dragado, basura, contaminación y salidas de drenaje del puerto).

Comparando el número de estudios publicados en el PNSAV con otros sitios, como bahías o lagunas arrecifales donde crecen los pastos marinos, falta mucho por conocer y describir en el PNSAV. Se considera que el estricto control que se tiene por parte de la Armada de México y del mismo PNSAV ha favorecido la conservación de las praderas de pastos marinos y nos brinda una oportunidad para continuar estudiándolas; no obstante, se sabe que efectos combinados tales como los antrópicos (descargas de agua contaminada, derrames petroleros) y naturales (huracanes, “nortes”) podrían poner en riesgo la viabilidad de este ecosistema.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo para la realización de este estudio al Instituto de Biología de la UNAM, y en particular al Dr. Antonio Lot H. quien confió en nosotros para llevar a buen término el mismo. Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM y en particular a la Dra. Vivianne Solís por el apoyo brindado. A la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquería de la Universidad Veracruzana y en, particular al Dr. Alejandro Granados y Juan Manuel Vargas por su apoyo y orientación para la realización del trabajo de campo en esta investigación. A Isabel

Hernández por su apoyo en el trabajo de campo. También deseamos agradecer el apoyo logístico del Acuario de Veracruz, A.C., y de su personal, y en particular al Ing. Manuel Rodríguez y al Biól. Miguel Ángel Román; asimismo, se agradece el apoyo de las autoridades del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y de la Tercera Zona Naval Militar y en lo particular a la Biól. Elvira Carvajal y al Cap. Jorge Juárez, respectivamente, por todas sus consideraciones para la realización de las estancias de investigación.

## LITERATURA CITADA

- Aladro Lubel, M.A., y M.E. Martínez Murillo, 1999a. Epibiotic Protozoo (Ciliophora) on a community of *Thalassia testudinum* Banks ex König in a coral reef in Veracruz, Mexico. *Aquat. Bot.*, 65:239-254.
- Aladro Lubel, M.A., y M.E. Martínez Murillo, 1999b. First description of the Lorica of *Metacystis truncata* and its occurrence on *Thalassia testudinum*. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 46:311-317.
- Aladro Lubel, M.A., y M.E. Martínez Murillo, 2003. *Metacystis borrori* n. sp. (Ciliophora: Metacystidae) on the seagrass *Thalassia testudinum*. *J. Eukaryot Microbiol.*, 50:204-209.
- Bravo, A.J., 2001. Comparación de la tasa de crecimiento vertical de *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König en Veracruz, Campeche y Yucatán. Tesis Profesional Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México.
- Brouns J., 1985. The plastochorone interval method for the study of the productivity of seagrass: possibilities and limitations. *Aquat. Bot.*, 21:71-88.
- Camalich, J.M., 2001. Comparación de la producción de *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König en Veracruz, Campeche y Yucatán. Tesis Profesional Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México.
- Cambridge, M.L., y A.J. McComb, 1984. The loss of seagrasses in Cockburn Sound, Western Australia. I. The time course and magnitude of seagrass decline in relation to industrial development. *Aquat. Bot.*, 20:229-243.
- Chávez, E.A., E. Hidalgo y M.L. Sevilla, 1970. Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife de Lobos, Veracruz. *Rev. Soc. Mexicana de Historia Natural*, 21:211-280.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 1992. . Decretó como parque marino nacional por el Sistema Arrecifal Veracruzano. México D.F. 24 de agosto de 1992
- Duarte, C.M., y C.L. Chiscano, 1999. Chiscano seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot.*, 65: 159-174.
- Enríquez, S., y K. Sand Jensen, 2003. Variation in light absorption properties of *Mentha aquatica* L. as a function of leaf form: implications for plant growth. *Int. J. Plant Sci.*, 164:125-136.
- Enríquez, S., y N.I. Pantoja Reyes, 2005. Form-function analysis of the effect of canopy morphology on leaf self-shading in the seagrass *Thalassia testudinum*. *Oecologia*, 145:235-243.

- Gallegos M., M.E., 1976. Primeras etapas de la regeneración del Ceibadal de *Thalassia testudinum* (Fanerógama marina) en Isla de Enmedio Veracruz. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 58 p.
- Gallegos, M.E., M. Merino, N. Marbá, y C.M. Duarte, 1993. Biomass and dynamics of *Thalassia testudinum* in the Mexican Caribbean: elucidating rhizome growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 95: 185-192.
- Hemminga, M., y C.M. Duarte, 2000. Seagrass Ecology. Cambridge Univ. Press, UK. 298 p.
- Hornelas Orozco, Y., 1975. Comparación de la biomasa, densidad y de algunos aspectos morfológicos de la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, König, 1805, entre diferentes áreas geográficas del Golfo de México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Ibarra M.N., 2005. Distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König: Hydrocharitaceae (1805) en la laguna arrecifal de Isla Sacrificios, Veracruz. Tesis Profesional Universidad Veracruzana, Xalapa. México.
- Ibarra Obando, S.E., y R.Ríos, 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas, p. 54-65. In: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.), Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México, 865 p.
- Kikuchi, T., y J.M. Pèrés, 1977. Consumer ecology of seagrass beds. p. 147-193. In: McRoy C. P. and C. Helfferich (eds.). Seagrass ecosystem: A scientific perspective. Marcel Dekker, N.Y., USA. 313 p.
- Lapointe, B.E., P.J. Barile, y W.R. Matzie, 2004. Anthropogenic nutrient enrichment of seagrass and coral reef communities in the Lower Florida Keys: discrimination of local versus regional nitrogen sources. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 308:23- 58.
- Larkum A.W.D., y R.J. West, 1990. Long-term changes of seagrass meadows in Botany Bay, Australia. *Aquat. Bot.*, 37:55-70.
- Linton, M.D., y G.F. Warner, 2003. Biological indicators in the Caribbean coastal zone and their role in integrated coastal management. *Ocean and Coastal Management*, 46:261-276.
- Lot Helgueras, A., 1968. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 66 p.
- Lot Helgueras, A., 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *An. Inst. Biol. UNAM Ser. Bot.*, 42:1-48.
- Moberg, F., y C. Folke, 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, 29:215-233.
- Novelo R, L.A., 1976. Observaciones ecológicas de las poblaciones de *Thalassia testudinum* König, (Hydrocharitaceae) en una zona arrecifal de Veracruz. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 38 p.
- Ortiz Lozano L., A. Granados Barba y I. Espejel, 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las implicaciones para su manejo, p. 275-286. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p
- Oshima, Y., M.J. Kishi, y T. Sugimoto, 1999. Evaluation of the nutrient budget in a seagrass bed. *Ecol. Mod.*, 115:19-33.
- Paredes V., E., 2000. Comparación de la floración de las poblaciones de *Thalassia testudinum* Banks ex König en arrecifes de la Isla Verde e Isla de en medio de las costas de Veracruz. Tesis Profesional Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. México.
- Patriquin, D.G., 1973. Estimation of growth rate, production and age on the marine angiosperm *Thalassia testudinum* König. *Carib. J. Sci.*, 13:111-123.
- Pérez, M., C.M. Duarte, J. Romero, K. Sand Jensen, y T. Alcoverro, 1994. Growth plasticity in *Cymodocea nodosa* stands; the importance of nutrient supply. *Aquat. Bot.* 47:249-264.
- Ryther J.H., y W.M. Dunstan, 1971. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in the coastal marine environment. *Science*, 171:1008-1013.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Short, F.T., y M.C. Duarte, 2001. Methods for the measurement of seagrass growth and production. p. 155-182. *In*: F.T. Short, R.G. Coles (Eds.), Global Seagrasses Research Methods. Elsevier Science B. V. Amsterdam. 473 p.
- Van Tussenbroek, B.I., 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.*, 122:33-40.
- Van Tussenbroek B.I., K. Hermes, y T. Tahey, 1996. Biomass and growth of the turtle grass *Thalassia testudinum* (Banks ex König) in a shallow tropical lagoon system, in relation to tourist development. *Carib. J. Sci.*, 32:357-364.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez, y L.F. . Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. p. 559-575. *In*: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.), Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO y CIQRO, México, 865 p.
- Ward, L.G., W.M. Kemp, y W.R. Boynton, 1984. The influence of waves and Seagrass communities on suspended particulates in an estuarine embayment. *Marine Geology*, 59:85-103.

Pérez España, H., 2007. Modelo ecotrófico preliminar de la laguna del arrecife Sacrificios, p. 185-196. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

12



# Modelo Ecotrófico Preliminar de la Laguna del Arrecife Sacrificios

PRELIMINARY ECOTROPHIC MODEL OF THE SACRIFICIOS REEF LAGOON

*H. Pérez España\**

Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Se construyó un modelo trófico del sistema de la laguna del arrecife Sacrificios utilizando el programa Ecopath with Ecosim. El modelo contiene 19 grupos funcionales. La biomasa total estimada fue de 391 t km<sup>-2</sup>, con un flujo total anual de materia de 38,141 t km<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>. Los depredadores tope del sistema fueron las barracudas y los productores primarios principales fueron el fitoplancton y los pastos marinos. Se analizaron los impactos que cada grupo tiene sobre el resto de los componentes del sistema y se observó que los grupos que pueden provocar más cambios en la estructura son las barracudas y los poliquetos. Se realizaron simulaciones de impactos afectando a cada grupo con una mortalidad que ocasionara una disminución de su biomasa en un 10% y midiendo los impactos que esta mortalidad tiene sobre el resto de los componentes del ecosistema. Se observó que los grupos más susceptibles a cambios dentro del sistema son los pastos marinos y los corales. Aunque este es un modelo preliminar brinda información valiosa sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema de la laguna del arrecife Sacrificios.

## ABSTRACT

A trophic model of the Sacrificios reef lagoon was created by using an Ecopath with Ecosim software. The model is composed of 19 functional groups. The total biomass was estimated in 391 t km<sup>-2</sup>, with an annual flow of matter of 38141 t km<sup>-2</sup>-year<sup>-1</sup>. Barracudas were the top predators in the system, whereas the main primary producers were phytoplankton and seagrass. The impacts of each group on the remaining groups of the system were analyzed and we found that barracudas and polychaetes were the groups producing more changes to the system. Simulations of impacts on each group causing mortality with a decrease of 10% in their biomass were made, and the impacts of the simulations were analyzed. We observed that the more susceptible groups were seagrass and corals. Even when this is a preliminary model, it brings valuable information about the structure and functioning of the ecosystem of the Sacrificios reef lagoon.

\* e-mail: hperez@uv.mx

## INTRODUCCIÓN

Las acciones del hombre en el mar han producido cambios en las comunidades y ecosistemas, alterando hábitats, reduciendo la biodiversidad, alterando las tramas tróficas y reduciendo la productividad (Jennings y Kaiser, 1998; May, 1999). Ante tal panorama han surgido, principalmente entre los biólogos pesqueros y manejadores, un consenso de que los estudios deben dejar de ser monoespecíficos para tener un enfoque de ecosistema, basado en las interacciones tróficas y los flujos de energía y biomasa entre los componentes de la comunidad (*e. g.* Christensen y Walters, 2004).

Los modelos permiten hacer un manejo más adecuado ya que sin necesidad de alterar el medio se pueden hacer estimaciones sobre los posibles escenarios ante distintos impactos; por ejemplo, ante el aumento de la pesca o el incremento de la deforestación en las zonas aledañas. En función de los resultados de las simulaciones se pueden tomar medidas que eviten un deterioro del ecosistema. Ahora que el desarrollo sustentable se ha vuelto una bandera no solo ecológica sino económica y política (Leff, 1998), los modelos han adquirido mayor relevancia ya que permiten conocer los efectos de las actividades humanas y los cambios ambientales.

Esto tiene especial relevancia en el caso del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) debido a que las actividades del puerto de la zona conurbana Veracruz-Boca del Río, la ciudad costera más grande de México (INEGI, 2005) y por el que atraviesan los barcos del puerto más grande del país, tiene un tráfico de entre 1505 y 1809 buques anuales (APIVER 2005). En específico, la isla de Sacrificios es especialmente vulnerable pues es la isla más cercana a la zona conurbana y además existen algunos intentos por

abrirla al público (*e.g.* Municipio de Boca del Río, 2005).

La isla de Sacrificios es un ecosistema de arrecife coralino y se sabe que los sistemas arrecifales se caracterizan no solo por su alta biodiversidad (*e.g.* Veron, 2000), sino también por su fragilidad ante cambios ambientales (Glynn, 1991); ejemplo de ello son los blanqueamientos que se presentaron a nivel mundial durante el efecto del niño de 1997-1998 (Lough, 2000). Para algunos investigadores la salud de los arrecifes se verá afectada cada vez en mayor medida debido a los cambios climáticos globales (Glynn, 1991; Lough, 2000). El que se vea afectado en mayor o menor medida dependerá de la estabilidad del ecosistema, la cual está determinada por factores abióticos, la plasticidad fenotípica de los organismos que conforman el ecosistema y por la estructura del ecosistema (DeAngelis y White, 1994), es decir, por la manera en que los organismos se relacionan entre sí. Todos estos factores, unidos al hecho de que los arrecifes son de los ecosistemas más complejos, hacen interesante e importante tener un mejor conocimiento de sus interacciones y de los factores que los afectan.

Este es un ejercicio preliminar de lo que se espera sea un modelo global del PNSAV, con una mayor cantidad de trabajo de campo y la inclusión de algunas variables ambientales clave de la dinámica del ecosistema de la zona. Se ha elegido trabajar con la metodología desarrollada por Polovina (1984) en su modelo ECOPATH, misma que ha sido retomada por Christensen y Pauly (1992) y Walters *et al.* (1997), quienes han diseñado un software líder dentro de la línea de modelación de ecosistemas y con el cual se han elaborado más de 150 modelos alrededor del mundo (Christensen y Walters, 2004).

## ANTECEDENTES

En los arrecifes de la isla se han realizado diversos estudios sobre la biología de las especies presentes, entre las cuales se encuentran los trabajos de Domínguez (1976) sobre hidroideos de la

isla, Fuentes (1981) sobre taxonomía de esponjas, PEMEX (1987) sobre corales escleractinios, González González (1989) sobre la ficoflora, Beltrán Torres y Carricart Ganivet (1997) sobre

corales pétreos, Morales García *et al.* (1998) sobre macroalgas, Gallardo del Ángel *et al.* (2000) sobre aves y Arenas Fuentes y Vargas Hernández (2004) sobre los usos y manejo de la isla.

Con relación a los modelos, hasta la fecha no se ha realizado ningún intento por llevar a cabo un estudio de ecosistema en el PNSAV, solo algunos específicos sobre evaluación de recursos y su pesquerías (*e.g.* Hernández Tabares *et al.*, 1993, Oviedo Pérez *et al.*, 2000). Existen en México varios modelos Ecopath (*e.g.* Christensen y Pauly, 1993) y específicamente para el estado de Veracruz están los modelos de Abarca Arenas y Valero Pacheco, (1993), De la Cruz-Agüero (1993), Rosado Solórzano y Guzmán del Proo (1998) quienes construyeron modelos para las lagu-

nas de Tamiahua, Mandinga y Tampamachoco, respectivamente. Existen algunos modelos de arrecifes coralinos en el mundo (Polovina, 1984; Arias González, 1997) y existe uno de ecosistemas de pastos marinos en el Golfo de México en Goose Greek Bay, al noroeste de Florida (Christian y Luczkovich, 1999). Como puede verse, la información existente es limitada.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo de establecer cuales son las especies más importantes en el ecosistema de la laguna del arrecife Sacrificios en términos de su biomasa y control que ejercen, determinando la estabilidad o fragilidad del sistema en función de su estructura.

## ÁREA DE TRABAJO

El PNSAV es un área natural protegida cuyo decreto fue realizado el 24 de agosto de 1992 (DOF, 1992). El PNSAV se encuentra situado entre las coordenadas 19°00'00" - 19°16'00"N y 95°45'00" - 96°12'00"O, comprende 23 arrecifes de los cuales solo seis de ellos poseen una isla; una de las más grandes es isla de Sacrificios.

La isla se localiza a los 19°10'26" N y 96°05'32"O a 2.4 km de la playa turística de Costa Verde, presenta una forma alargada elipsoidal, su eje mayor mide 750 m y está orientado en dirección NO-SE, su parte mas ancha mide 450 m; con un área de 397.630 m<sup>2</sup> y un perímetro de 2,745 m, representa el 6.11% del área arrecifal de la parte norte del parque (Arenas-Fuentes y Vargas Hernández, 2002).

Alrededor de la isla se presenta una laguna arrecifal con una profundidad máxima de 1.5 m bordeada de una cresta arrecifal que la convierte en un cuerpo semicerrado, con movimientos de agua lentos y caracterizada por la presencia de

praderas de pastos marinos. Dentro de la laguna se encuentran pequeñas cabezas de corales pétreos así como erizos, los cuales se concentran hacia la cresta arrecifal. Dentro de la laguna existen peces pequeños y juveniles de algunas especies mayores y ocasionalmente se encuentran peces de mayor tamaño que ingresan a la laguna para alimentarse.

En la zona se distinguen dos temporadas: "nortes" y lluvias. La temporada de "nortes" se extiende de septiembre a abril y se caracteriza por una escasa precipitación, temperaturas ambientales bajas y frecuente aparición de vientos del norte (de ahí en nombre de nortes), que alcanzan hasta los 110 Km h<sup>-1</sup>. La temporada de lluvias se extiende de mayo a agosto y se caracteriza por temperaturas ambientales elevadas, vientos débiles predominantemente del este y una alta precipitación pluvial, que alcanza sus valores máximos en los meses de junio a agosto (Gutiérrez de Velasco y Winant, 1996; INEGI, 2001).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para construir el modelo se utilizó el Programa Ecopath with Ecosim (Christensen *et al.*, 2004),

que es un programa para la construcción, parametrización y análisis de modelos tróficos. La

suposición básica del modelo es que el balance de cada especie dentro del ecosistema puede representarse mediante la ecuación:

$$P_i = Y_i + B_i * M2_i + E_i + BA_i + M0_i \quad (1)$$

Donde:  $P_i$  es la tasa de producción total de  $i$ ,  $Y_i$  es la tasa de captura total por pesca de la especie  $i$ ,  $M2_i$  es la tasa de depredación total sobre la especie  $i$ ,  $B_i$  es la biomasa total de  $i$ ,  $E_i$  es la tasa neta de migración de  $i$  (emigración-inmigración),  $BA_i$  es la tasa de acumulación de biomasa de la especie  $i$ ,  $M0_i$  es la mortalidad por otras causas (es igual a  $1-EE_i$ , donde  $EE_i$  es la eficiencia ecotrófica o eficiencia de utilización de la especie  $i$  dentro del ecosistema expresada como una proporción).

El modelo asume que las conexiones entre los individuos del ecosistema se dan a través del flujo trófico, es decir, a través de la depredación. La ecuación 1 se reescribe entonces en términos de la biomasa de cada grupo y se incluyen la relaciones depredador-presa:

$$B_i * (P/B)_i - \sum B_j * (Q/B)_j * DC_{ji} - (P/B)_i * B_i * (1 - EE_i) - Y_i - E_i - BA_i = 0 \quad (2)$$

donde:  $P/B_i$  es la relación producción/biomasa de  $i$ ,  $Q/B_j$  es la relación consumo/biomasa de  $j$  y  $DC_{ji}$  es la fracción de la presa  $i$  en la dieta del depredador  $j$ .

Dado que esta ecuación representa solo a una especie, se tendrán tantas ecuaciones como especies existan dentro del sistema. Para cada ecuación se requieren cuatro variables, la biomasa, la producción, el consumo y la eficiencia ecotrófica. Dado el sistema matricial para la resolución de las ecuaciones, puede desconocerse una de estas variables y el programa la calculará.

Para determinar las especies presentes así como su abundancia, consumo y producción se realizó una búsqueda bibliográfica sobre los estudios realizados en la zona, tanto en isla de Sacrificios

como en el PNSAV. Esta información fue complementada con salidas al campo en donde se realizaron transectos para determinar la presencia de especies y su abundancia.

Para el caso de los organismos bentónicos se utilizaron cuadrantes de  $1 \text{ m}^2$  construidos con tubos de PVC en los cuales se determinó la abundancia de especies. Cada cuadrante tuvo una réplica. En el caso de los productores primarios bentónicos, se construyeron subcuadrantes de  $20 \times 20 \text{ cm}$  con cuerdas dentro de cada cuadrante y se cortó, identificó y pesó el contenido de cada subcuadrante. Los cuadrantes se realizaron a lo largo de transectos perpendiculares a la isla, tanto en barlovento como en sotavento. A continuación se describe la manera de estimar cada grupo:

**Pastos marinos y macroalgas.** Se identificó y pesó el contenido de 164 cuadrantes. La información de pastos fue complementada con el trabajo de Ibarra Morales (2005).

**Equinodermos.** Se identificaron erizos (Clase Equinoidea), estrellas de mar (Clase Asteroidea) y pepinos de mar (Clase Holothuroidea), sin embargo las estrellas de mar y pepinos tuvieron una abundancia muy baja por lo que no fueron considerados dentro del modelo. Se analizaron 150 cuadrantes. Para estimar la biomasa de los erizos se pesaron algunos ejemplares de diferentes tallas y se calculó la relación entre peso y talla; para el resto de los erizos solo se estimó la talla y el peso se obtuvo por extrapolación.

**Moluscos.** En los transectos solo fue posible identificar vaquitas marinas (Subclase Opisthobranchia), caracoles (Subclase Prosobranchia) y almejas (Clase Bivalvia), sin embargo se sabe que también existen pulpos (Clase Cephalopoda) que no fueron vistos durante los transectos, seguramente por su movilidad y su capacidad críptica. Se realizaron 80 cuadrantes. Esta información fue complementada con la de Hernández Álvarez (en preparación). Los organismos fueron pesados.

**Esponjas y corales.** Las esponjas y corales fueron contabilizados en los mismos transectos. Dada la imposibilidad de estimar su

biomasa, se estimó solamente su área. Para ello, los cuadrantes fueron divididos en subcuadrantes de 10 cm<sup>2</sup>, se estimó el área al sobreponer el cuadrante sobre las colonias, anotando el porcentaje que ocupaban dentro de cada subcuadrante y conociendo el área de estos subcuadrantes se estimó su área en el laboratorio. Se realizaron 80 cuadrantes. No se pudo estimar la biomasa por lo que este valor se dejó en blanco permitiendo que el programa la estimara.

**Crustáceos y poliquetos.** Estas abundancias fueron estimadas con los datos de Hernández Álvarez (en preparación), quien analizó la macrofauna de isla Sacrificios de manera paralela a nuestros estudios. Para ello, utilizó un nucleador de 33.5 cm de diámetro, y mediante un succionador filtró el sedimento utilizando un tamiz con abertura de 0.5 mm. Los organismos retenidos fueron separados en grandes grupos (poliquetos, crustáceos, moluscos) y pesados.

**Peces.** Se realizaron censos visuales dentro de la laguna arrecifal. En estos censos se estimó la talla de los organismos. Su biomasa se estimó utilizando los valores de a y b de la ecuación que relaciona peso (W) y talla (L) ( $W = a \cdot L^b$ ). Los valores de a y b fueron obtenidos para cada especie de la base de datos FishBase (Froese y Pauly, 2005). Una vez obtenido el peso individual se estimó la biomasa total al multiplicar por el número de organismos.

Los valores de producción fueron estimados a partir de la literatura, utilizando los valores de mortalidad como indicadores de la producción (ver Allen, 1971; Christensen *et al.*, 2004) así como el de modelos de ecosistemas similares. El consumo fue estimado a partir de modelos similares (Abarca Arenas y Valero Pacheco, 1993;

Arreguín Sánchez *et al.*, 1993; Arias González, 1997; Christian y Luczkovich, 1999).

Debido a que no existen datos de plancton y dada la importancia de este grupo en el ambiente marino, se incluyó un grupo de fitoplancton y otro de zooplancton, tomando sus valores de producción y consumo (solo para el caso del zooplancton) de modelos similares, y se permitió que el modelo estimara la biomasa necesaria para soportar el sistema. Los valores de dieta fueron obtenidos de la bibliografía en la mayoría de los casos, solo se incluyeron algunos datos de la dieta de los peces.

Con esta información se alimentó al modelo, se realizó el balanceo del mismo y se realizaron simulaciones de mortalidad extra equivalente al 10% de la biomasa de cada grupo. Para esto, se incrementó gradualmente la mortalidad hasta alcanzar una mortalidad del 10% en el grupo objetivo; este incremento tuvo una duración de 10 años, después de lo cual se eliminó esta mortalidad extra y se regresó a las condiciones normales.

El proceso se repitió para cada uno de los grupos. Se observó el efecto que cada impacto tuvo sobre el resto del ecosistema durante los siguientes 50 años. Se midieron valores de estabilidad en cada caso para determinar que grupo tuvo un mayor efecto sobre el resto del ecosistema.

Los valores de estabilidad utilizados fueron: la persistencia, medido como el tiempo que el sistema tarda en verse afectado en un valor de 0.1 de su biomasa inicial; la magnitud del cambio producido medida como la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de biomasa de cada grupo como resultado de los cambios; la resiliencia, medida como la proporción de la magnitud entre el tiempo de recuperación (Pérez España y Arreguín Sánchez, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de biomasa, consumo y producción obtenidos se muestran en la Tabla 1. La dieta de cada depredador se indican en la Tabla 2. La biomasa total estimada fue de 391 t km<sup>-2</sup>, con un

flujo total anual de materia de 38,141 t km<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>. Los pastos marinos son los productores primarios más importantes dentro de la laguna (Tabla 1).



**Tabla 1.** Grupos funcionales y sus valores de biomasa, producción y consumo obtenidos una vez realizado el modelo. Los valores estimados por el programa se muestran en **negritas**.

Nombre del grupo	Biomasa (t/Km <sup>2</sup> )	Producción (t/Km <sup>2</sup> /año)	Consumo (t/Km <sup>2</sup> /año)
Barracudas	0.40	0.23	2.36
Pargos	1.00	0.50	4.60
Cabrillas	0.47	0.25	2.02
Lábridos	0.40	0.68	3.02
<i>Abudefduf saxatilis</i>	0.31	0.19	16.96
Escáridos y acantúridos	0.22	0.12	6.02
Quetodóntidos	0.47	1.14	8.84
<i>Stegastes spp.</i>	0.84	2.09	45.67
Gerréidos	0.87	<b>1.59</b>	13.31
Esponjas	<b>25.00</b>	20.00	225.00
Moluscos	25.50	<b>23.74</b>	209.10
Crustáceos	20.00	140.20	400.00
Erizos	50.00	375.50	1250.00
Poliquetos	16.50	<b>29.12</b>	346.50
Corales	<b>55.00</b>	1192.40	2475.00
Zooplancton	<b>46.67</b>	1866.84	4667.10
Fitoplancton	<b>43.79</b>	1992.49	
Macroalgas	19.06	266.89	
Pastos	84.50	14280.50	

Es importante señalar que la producción del fitoplancton puede estar subestimada ya que como se menciona en la metodología, se permitió que el programa estimara la biomasa en función de los consumos dentro del sistema; sin embargo, puede ser que en realidad existan excedentes que puedan estar siendo exportados del sistema.

En la figura 1 se muestra el diagrama del modelo ordenado de acuerdo al nivel trófico de los grupos y señalando los flujos de materia entre los componentes del mismo. El tamaño de la caja es proporcional a su biomasa. De acuerdo con el modelo, los depredadores tope del sistema son las barracudas que entran a la laguna a alimentarse; en tanto la base del sistema está sustentada por los pastos, fitoplancton, macroalgas y detritus.

Cabe señalar que la biomasa del detritus es estimada por el programa a partir de la materia no consumida dentro del sistema por lo que es

probable que esté sobrevaluado pues no se señaló ninguna exportación del mismo fuera del sistema.

Este tipo de modelos nos permite determinar efectos indirectos dentro del sistema, por ejemplo, si se tienen tres especies, A, B y C en las cuales B se alimenta de A y a su vez C se alimenta de B, puede ser que aparentemente A y C no tengan ninguna relación pero cuando C se alimenta de B favorece indirectamente a A pues disminuye la biomasa de su depredador.

Este tipo de relaciones pueden verse con el modelo en la figura 2, donde se representa mediante barras el efecto, positivo o negativo que cada especie tiene sobre el resto de las especies del ecosistema. Una barra hacia arriba representa un efecto positivo, es decir, que permite incrementar su biomasa, en tanto una barra

hacia abajo es un efecto negativo, es decir, que disminuye su biomasa. Una barra más grande en cualquier sentido indica un efecto mayor.

Como resultado de las simulaciones de mortalidad extra sobre cada uno de los grupos del sistema se obtuvieron las figuras 3 y 4. En ellas se representa la respuesta de cada una de las especies del sistema, medida tanto en el efecto que tienen sobre la biomasa como en el tiempo que cada especie demora en recuperarse y volver a su estado inicial.

En la figura 3 se observa que los pastos y los corales son los que resienten los cambios en una mayor proporción pues pueden casi duplicar su biomasa; sin embargo, los corales muestran un mayor rango de respuestas, tanto positivas como negativas. Los peces son los que en general, muestran menores cambios en su biomasa.

En la figura 4 puede verse que los pastos es el grupo que tarda más en recuperarse después de un efecto. Esto sin duda se debe a que es el gru-

Tabla 2. Matriz depredador-presa, donde se señala la proporción de presas de las cuales cada depredador se alimenta. Como importaciones se incluye toda la materia orgánica que proviene de fuera de la laguna.

Depredador Presa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Barracudas																	
2. Pargos	0.010																
3. Cabrillas	0.010	0.050															
4. Lábridos	0.070	0.050	0.050														
5. <i>Abudefduf saxatilis</i>	0.010																
6. Escáridos y acantúridos	0.030																
7. Quetodóntidos	0.070																
8. <i>Stegastes spp.</i>	0.070	0.050															
9. Gerréidos	0.050	0.150	0.350														
10. Esponjas				0.040	0.040		0.040									0.040	
11. Moluscos		0.100	0.200	0.50		0.100		0.050	0.100							0.050	
12. Crustáceos		0.400	0.200	0.250	0.100	0.100	0.200	0.050	0.600							0.050	
13. Erizos			0.100	0.100	0.100	0.050											
14. Poliquetos		0.100	0.100	0.100	0.050	0.150		0.050	0.200			0.050					
15. Corales				0.110	0.060	0.500	0.360				0.050				0.060		
16. Zooplancton				0.200	0.600		0.300	0.050		0.650	0.150	0.100			0.200	0.500	0.050
17. Fitoplancton				0.050	0.050					0.350	0.150	0.300			0.200	0.250	
18. Macroalgas				0.100		0.060	0.050	0.750			0.350	0.050	0.100				
19. Pastos						0.040		0.050			0.200	0.100	0.800				
20. Detritus										0.100		0.100	0.400	0.100	0.600	0.200	0.600
21. Importaciones	0.680	0.100	0.050				0.050									0.100	0.100

po que ve más afectada su biomasa. Nuevamente los peces son los que muestran una recuperación más rápida, lo cual sin duda también se debe a

que son el grupo que sufrió menores cambios en su biomasa.

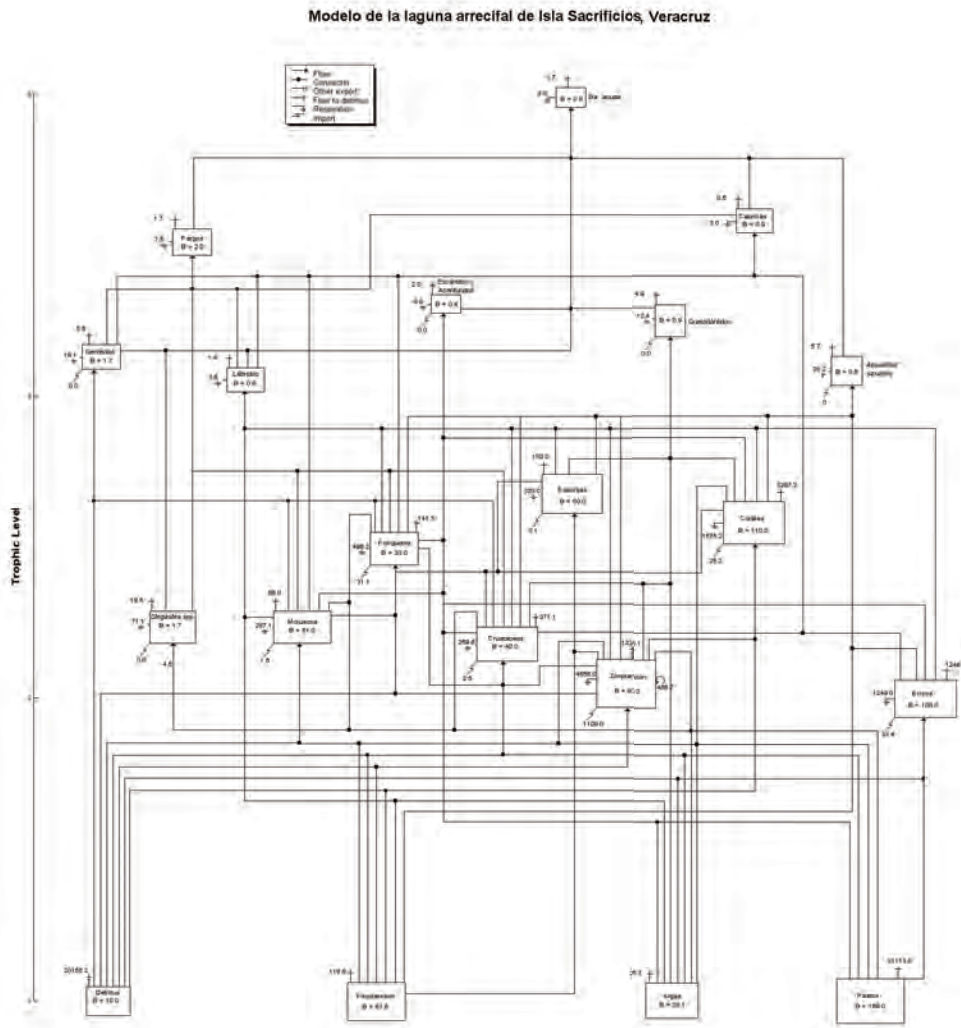
## CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con los resultados puede identificarse a los corales y pastos como los grupos más susceptibles de cambios dentro de la laguna, en tanto las barracudas, los pargos y los poliquetos son los que pueden producir los mayores cambios dentro del sistema.

En general, la estructura del sistema lagunar del arrecife Sacrificios es bastante estable y de acuerdo con las simulaciones el sistema podría recuperarse en un plazo máximo de 13 años ante algún cambio; sin embargo, cabe señalar que este tiempo está estimado en función del efecto de

un solo grupo funcional, siempre y cuando las condiciones ambientales permanezcan estables. Seguramente un efecto distinto será observado si se ven afectados más de dos grupos de manera simultánea, si el cambio producido es mayor al 10% de su biomasa (como se simuló aquí) y si las condiciones ambientales cambian.

Herramientas como los modelos Ecopath pueden ser muy valiosos para entender el funcionamiento de los sistemas y tomar medidas de manejo; sin embargo, los resultados dependerán de la precisión de los datos con que se construya y



**Figura 1.** Modelo del ecosistema de la laguna del arrecife Sacrificios. El tamaño de cada caja es proporcional a su biomasa. La escala vertical representa el nivel trófico empezando por los productores primarios en la base. Las líneas indican el destino de la materia, es decir, van de las presas a los depredadores.

en cualquier caso, los resultados de una modelación no deben verse como valores definitivos

sino como pautas o tendencias que permitan tomar decisiones.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la información proporcionada de trabajos sin publicar de las siguientes personas: Nonantzin Ibarra Morales, Alejandro Granados Barba y Juan Manuel Vargas Hernández. Asimismo, quiero agradecer a los alumnos del curso de “Temas selectos de probabilidad y estadística” de

2003 quienes colaboraron con las estimaciones de biomasa. Este trabajo se realizó en el marco del proyecto Evaluación de la Estabilidad del Sistema Arrecifal Veracruzano (apoyo al Fomento a la Generación y/o Aplicación del Conocimiento PROMEP-UV-PTC/38).

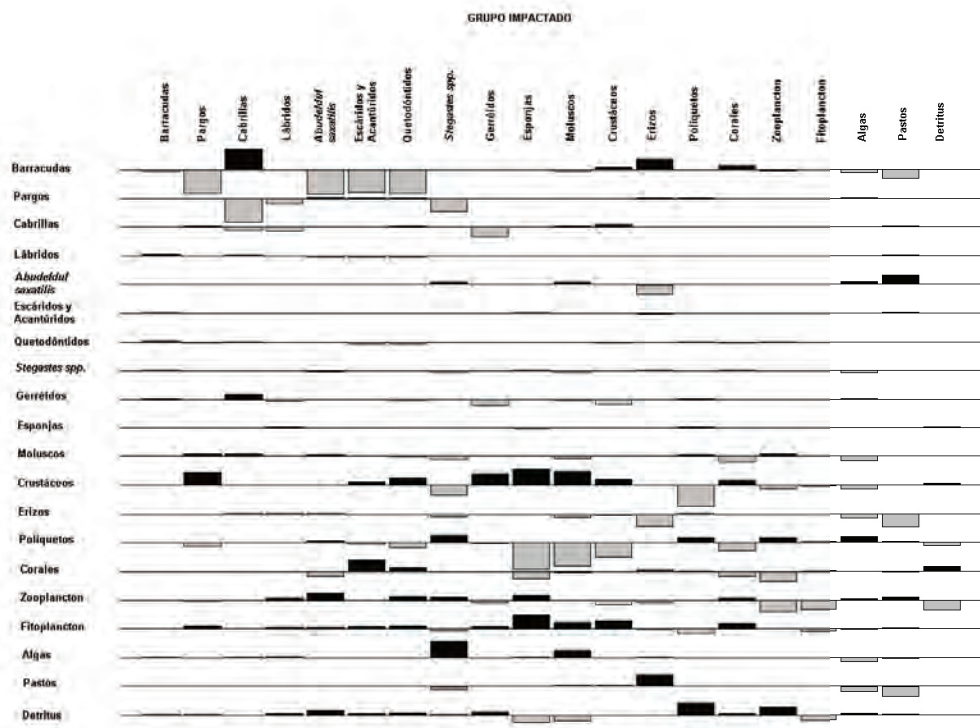


Figura 2. Tendencias de los impactos de cada grupo sobre los distintos componentes del sistema. Barras negras sobre la horizontal representan impactos positivos. Barras grises, impactos negativos. Tamaño de la barra proporcional al impacto sobre el grupo.

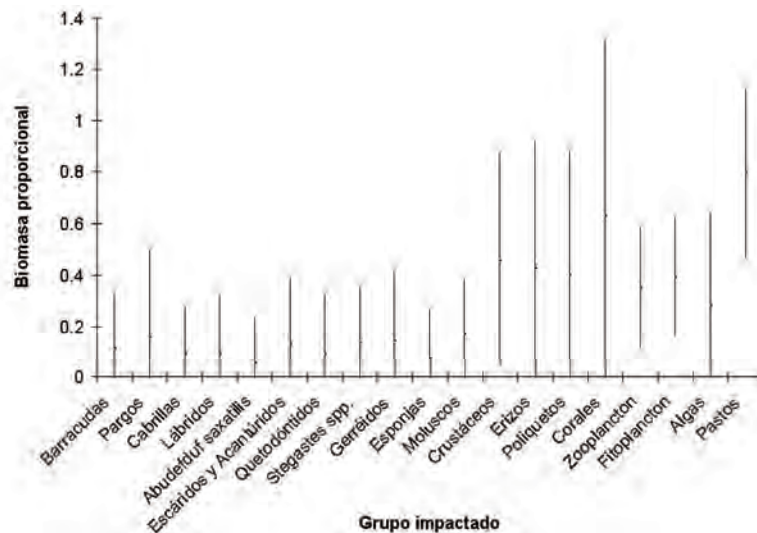
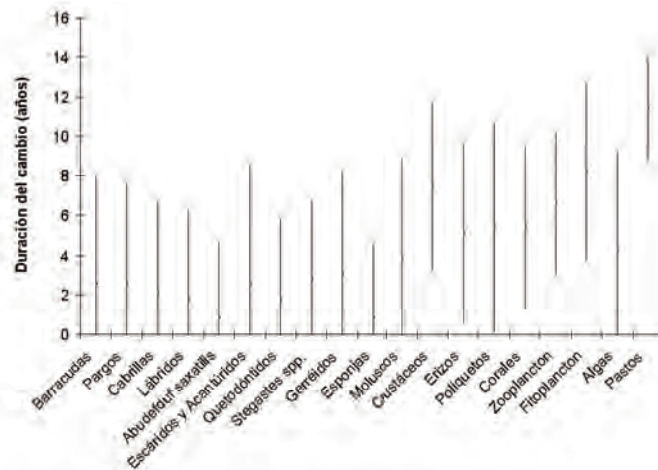


Figura 3. Magnitud de los cambios producidos al impactar cada uno de los grupos que representan el ecosistema de isla Sacrificios. El impacto producido fue equivalente a producir la mortalidad del 10% de la biomasa de cada grupo. El punto representa el valor promedio y los extremos de las líneas equivalen a una desviación estándar a partir del promedio.



**Figura 4.** Tiempo que el grupo impactado produce cambios mayores al 10% de la biomasa original de cada uno de los grupos del ecosistema. El impacto producido fue equivalente a producir la mortalidad del 10% de la biomasa de cada grupo. El punto representa el valor promedio y los extremos de las líneas equivalen a una desviación estándar a partir del promedio.

#### LITERATURA CITADA

- Abarca Arenas, L.G., y E. Valero Pacheco, 1993. Toward a trophic model of Tamiahua, a coastal lagoon in Mexico. *In*: V. Christensen and D. Pauly (Eds). 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM-DANIDA, Manila, 181-185 pp.
- Allen, R.R., 1971. Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Board Can.*, 28:1573-1581.
- APIVER, 2005. Resumen de movimientos de buques y carga. Administración Portuaria Integral de Veracruz. <http://148.223.221.118/apiwww/op-movimiento2.htm>.
- Arenas Fuentes, V., y J.M. Vargas Hernández, 2002. Programa de Manejo. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. SEMARNAT-UV. 164 p.
- Arenas Fuentes, V., y J.M. Vargas Hernández, 2004. Caracterización macrobéntica arrecifal. Reporte de investigación, Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana. Boca del Río, Veracruz. 308 p.
- Arias González, J.E., B. Delesalle, B. Salvat, y R. Galzin, 1997. Trophic functioning of the Tiahura reef sector, Moorea Islan, French Polynesia. *Coral Reefs*, 16(4):231-246.
- Arreguín Sánchez, F., E. Valero Pacheco, y E.A. Chávez, 1993. A trophic box model of the coastal fish communities of the southwestern Gulf of Mexico, p. 197-205. *In*: V. Christensen and D. Pauly (Eds). Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM-DANIDA, Manila.
- Beltrán Torres, A., y Carricart Ganivet, J.P., 1997. Lista revisada y clave de determinación de los corales pétreos zooxantelados (Hidrozoa: Milleporina; Anthozoa: Scleractinia) del atlántico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 47(4):813-829.
- Christensen, V., C.J. Walters, y D. Pauly, 2004. Ecopath with Ecosim: a User's Guide. Fisheries Centre Research Reports, Vol. 12, No. 4, University of British Columbia, Vancouver. 154 p. (Disponible en [www.ecopath.org](http://www.ecopath.org))
- Christensen, V., y C. Walters, 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecol. Mod.*, (172):109-139.
- Christensen, V., y D. Pauly, 1992. Ecopath II—a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61:169-185.

- Christensen V., y D. Pauly (Eds), 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM-DANIDA, Manila, 390 p.
- Christian R.R., y J.J. Luczkovich, 1999. Organizing and understanding a winter's seagrass food web network through effective trophic levels. *Ecol. Mod.*, 117:99-124.
- DeAngelis, D.L., 1980. Energy flow, nutrient cycling, and ecosystem resilience. *Ecology*, 61(4):764-771.
- De la Cruz Agüero, G., 1993. A preliminary model of Mandinga Lagoon, Veracruz, México, p. 193-196. *In*: V. Christensen and D. Pauly (Eds). 1993. Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM-DANIDA, Manila.
- D.O.F., 1992. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDLXVII. No. 17. México, D.F., Martes 25 de Agosto de 1992. 4-13.
- Domínguez, M., 1976. Descripción de algunos hidroideos de isla Verde y Sacrificios, Ver. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 89 p.
- Froese, R., y D. Pauly (Eds), 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (10/2005).
- Fuentes, V.L., 1981. Estudio taxonómico de las esponjas marinas del área de Veracruz, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México. 140 p.
- Gallardo del Ángel, J.C., P. Rodríguez Torres, y F. Mata Labrada, 2000. Reporte Preliminar de las Aves de la isla de Sacrificios en el Sistema Arrecifal Veracruzano. 1er. Congreso Nacional de Arrecifes de Coral, UV-Acuario de Veracruz. Veracruz, México. 90 p.
- Glynn, P.W., 1991. Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. *Trends Ecol. Evol.*, 6:175-179.
- González González, J.A., 1989. Ecología de la ficroflora estacional de los arrecifes coralinos de las islas La Blanquilla (Peyote), Verde y Sacrificios, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana. Xalapa. México. 63 p.
- Gutiérrez de Velasco, G., y C.D. Winant, 1996. Seasonal patterns of wind stress and wind stress curl over the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 101, C8, 18127-18140.
- Hernández Álvarez, S., en prep.. Estructura y composición de la macrofauna bentónica asociada a praderas de pastos marinos en la isla Sacrificios, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Univ. Veracruzana. Xalapa. México.
- Hernández Tabares, I., P.R. Bravo Gamboa y J.L. Oviedo-Pérez, 1993. Estudio biológico-pesquero del recurso pulpo (*Octopus spp.*) en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Informe Técnico. CRIP Alvarado. Secretaría de Pesca. 11 p.
- Ibarra Morales, N., 2005. Distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* en la laguna arrecifal de isla Sacrificios, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. México. 52 p.
- INEGI, 2001. Cuaderno Estadístico Municipal. Veracruz-Llave. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 3-4.
- INEGI, 2005. Censo General de Población y Vivienda 2000. [http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab\\_po04b&c=708&e=30](http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab_po04b&c=708&e=30)
- Jennings, S., y M.J. Kaiser, 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advanc. Marine Biology*, 34:203-314.
- Leff, E., 1998. Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Siglo XXI Editores. México D.F. 285 p.
- Lough, J.M., 2000. 1997-98: Unprecedented thermal stress to coral reefs? *Geophysical Research Letters*, 27(23):3901-3904.
- May, S.J., 1999. The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Blackwell Science, Oxford. 274 p.
- Morales García, A., M. Román Magaña, y L. Martínez Cárdenas, 1998. Algas del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Oceanol.*, 5(3):25-34.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Municipio de Boca del Río, 2005. Propuesta conceptual para el equipamiento cultural, ecoturístico y arquitectónico de isla Sacrificios. Proyecto Isla de Sacrificios y Manglar. <http://www.municipiobocadelrio.gob.mx/isla.php>
- Oviedo Pérez, J.L., R. Morales Hernández, E. Vargas Molinar, J.A. Hernández Valencia, J. Estrada García, L. González Ocaranza, y F.A. Escudero González, 2000. Eficiencia de captura del palangre tiburero utilizado por la flota de Antón Lizardo, Municipio de Alvarado, Veracruz. Informe de Investigación. CRIP Veracruz. SAGARPA. 18 p.
- PEMEX, 1987. Evaluación de los corales escleractinios del sistema arrecifal del puerto de Veracruz. PEMEX y SEMAR, México. GPTA-E-01/87.
- Pérez España, H., y F. Arreguín Sánchez, 1999. Complexity related to behavior of stability in modeled ecosystems. *Aquatic Ecosystems Health Restoration*, 2(2):129-135.
- Polovina J., 1984. Model of a coral reef ecosystems. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs*, 3:1-11.
- Rosado Solórzano, R., y S. Guzmán del Proo, 1998. Preliminary trophic structure model for Tampamachoco Lagoon, Veracruz, Mexico. *Ecological Modelling*, 109(2):141-145.
- Veron, J., 2000. Corals of the World. Australian Institute of Marine Science, Melbourne, Australia. 463 p.
- Walters, C., V. Christensen, y D. Pauly, 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Rev. Fish Biol. Fish.* 7:139-172.

Abarca Arenas, L.G., y E. Valero Pacheco, 2007. Ecología trófica de la comunidad íctica de las lagunas arrecifales de Sacrificios y Enmedio, p. 197-208. *In*: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

13



# Ecología Trófica de la Comunidad Íctica de las Lagunas Arrecifales de Sacrificios y Enmedio

TROPHIC ECOLOGY OF THE ICHTHYC COMMUNITY  
OF SACRIFICIOS AND ENMEDIO REEF LAGOONS

L. G. Abarca Arenas <sup>1\*</sup> y E. Valero Pacheco <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Posgrado Neuroetología, Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Los sistemas coralinos presentan una alta diversidad biótica y por consiguiente una marcada complejidad entre sus componentes. El análisis de los componentes de manera particular, y de las interacciones entre éstos, ayuda a entender, de manera global, la estructura y funcionamiento del ecosistema. Las lagunas de los arrecifes de Sacrificios y de Enmedio han sido poco estudiadas y el conocimiento de sus especies es escaso. El presente trabajo contribuye con aspectos poblacionales de las especies de la comunidad de peces así como esboza una red trófica que representa la interacción de los componentes del ecosistema. Usando un chinchorro playero de 50 m en total se colectaron 1,946 individuos, 1,002 para Sacrificios y 944 para Enmedio, identificándose 30 especies, 22 para Sacrificios, 20 para Enmedio y 12 especies que son comunes para ambas zonas. Las tres especies más abundantes considerando ambos sitios fueron: *Eucinostomus argenteus*, *Halichoeres pictus* y *Anchoa hepsetus*. Los valores de diversidad para Sacrificios y Enmedio fueron 2.1 y 2.4 bits ind<sup>-1</sup>, respectivamente con valores de equidad relativamente bajos, cercanos a 0.4. La fauna bentónica, representó un volumen importante en cuanto a la diversidad de alimento. En general, la zona de la laguna arrecifal representa un papel de refugio y alimento a estadios juveniles de ciertas especies de peces, similar al que proporcionan la zona de mangle y las lagunas costeras.

## ABSTRACT

Coral systems present a high diversity and hence a remarkable complexity among their components. An analysis of their components and their interactions helps us to holistically understand the structure



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

and functioning of the ecosystem. The Sacrificios and Enmedio reef lagoons have been poorly studied and knowledge of the species living in there is limited or null. The purpose of the present work was to contribute with population aspects of the fish species community as well as to present a food web representing the interactions of the ecosystem's components. A total of 1,946 fishes were collected, of which 1,002 were from Sacrificios and 944 from Enmedio. Of these, 30 species were identified, 22 for Sacrificios, 20 for Enmedio, and 12 species were shared by both reefs. The most abundant species were *Eucinostomus argenteus*, *Halichoeres pictus* and *Anchoa hepsetus*. The diversity values calculated for Sacrificios and Enmedio were 2.1 and 2.4 bits ind<sup>-1</sup>, respectively. The evenness values for both islands were relatively low, close to 0.4. The benthic fauna was also an important source of food for most of the fish species. In general, the reef lagoon plays a role similar to that of the mangrove areas of coastal lagoons, serving as a feeding and refuge area for juvenile fish species.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de ecosistemas implica un análisis no solo de cada una de sus partes sino del conjunto de éstas. De esta forma, y considerando que uno de los aspectos más importantes que se suscitan dentro de un ecosistema es la interacción entre especies, el estudio y entendimiento de las redes tróficas es un aspecto de suma importancia. El análisis cualitativo y cuantitativo de las redes tróficas implica el conocimiento de la biología de cada una de las especies participantes, así como su entorno ambiental y el tipo de explotación al que están sujetas.

El estudio de las interacciones específicas representa, en principio y de manera sencilla, la relación depredador–presa. Un análisis dinámico (*i.e.* a lo largo del tiempo) de éste tipo puede estar limitado a solo un número pequeño de especies debido a la complejidad que implica el desarrollo y solución de ecuaciones diferenciales múltiples. Sin embargo, utilizando metodologías de las ciencias económicas y sociales, es posible estudiar las interacciones interespecíficas a través de las redes tróficas. Ésta metodología representa de manera estática (en un tiempo determinado) las relaciones tróficas que existen dentro del ecosistema involucrando a la mayor cantidad de especies posible.

El análisis de las tramas tróficas, es una herramienta de la ecología para lograr el entendimiento de las interacciones del ecosistema. Sobre la aplicación del análisis de redes tróficas existen varios trabajos que consideran distintos niveles de apli-

cación. El libro publicado por Polis y Winemiller (1996) es un excelente ejemplo acerca del número de trabajos que sobre el tema existen, tanto desde el punto de vista netamente teórico, como de aplicación a problemas concretos de manejo de recursos. Otra referencia importante es el libro publicado por Christensen y Pauly (1993) en el que se tocan temas sobre redes tróficas de ecosistemas acuáticos muchos de ellos referentes a México.

En la zona de Veracruz se han realizados diversos estudios en los arrecifes; sin embargo, estos han sido puntuales en cuanto a su duración y al número de especies que involucran y, en su gran mayoría son trabajos no publicados, tales como resúmenes de congresos y tesis (*e.g.* Chávez *et al.*, 1970; Resendez, 1971; Fuentes, 1981; Roberts, 1981; Aladro Lubel, 1984; Rodarte Orozco, 1985; Bravo y Camacho 1989, González González, 1989; Aceves Jiménez, 1992; García Salgado, 1992; Bernández de la Granja, 1993; Carricart Ganivet, 1994; Beaver *et al.*, 1996; Lara y González, 1998).

Considerando la escasez de datos para la zona de estudio, respecto a la ecología y biología de peces, el objetivo del presente trabajo fue el de analizar los hábitos alimenticios para las especies más abundantes. Asimismo, y a manera de ensayo, se desarrolló un modelo de la red trófica de la zona de pastizal de las lagunas arrecifales de Sacrificios y Enmedio.

## METODOLOGÍA

En las lagunas de los arrecifes Sacrificios y Enmedio se situaron cuatro puntos de muestreo. En cada punto se utilizó un chinchorro playero con un área de barrido de 157 m<sup>2</sup>. Los organismos capturados se depositaron en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas y puestas en hielo para su transporte al laboratorio.

En el laboratorio, los organismos se separaron en frascos de plástico y se fijaron en formol al 10%. Posteriormente se identificaron a nivel de especie con la ayuda de claves para la zona. Todos los organismos fueron pesados y medidos para obtener la talla patrón y total. Asimismo, las características merísticas de cada especie fueron anotadas para posteriores referencias y comparación con otras claves. El análisis estomacal se llevó a cabo utilizando microscopios estereoscópico y óptico para poder determinar el origen del contenido estomacal. Sin embargo, debido a los procesos de digestión fue imposible identificar algunos de los tipos alimenticios. Todos los datos merísticos, morfométricos, de análisis estomacal y de sinonimia se vaciaron a una base de datos desarrollada para este fin en Microsoft ACCE-SS.

### ANÁLISIS DE DATOS

Se aplicó el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) a cada una de las lagunas arrecifales de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \log p_i, \quad (1)$$

Donde  $p_i$  es la proporción de la abundancia para cada especie. Para conocer como se reparten las abundancias entre las especies se calculó la diversidad máxima y el índice de equidad ( $J'$ ) de Pielou (1975) de acuerdo a las siguientes formulas:

$$H'_{max} = \log S \quad (2)$$

$$J' = H' / H'_{max}, \quad (3)$$

Donde  $S$  es el total de especies encontradas en la muestra, en este caso en cada laguna arrecifal. El índice de equidad presenta valores de cero cuando hay alta dominancia en la comunidad y un valor de uno, cuando hay baja dominancia.

Considerando que la cantidad de datos no era suficiente para poder plantear una red trófica cuantitativa, se elaboró una red de tipo cualitativa; esto es, considerar únicamente quien se alimenta de quien sin incorporar datos cuantitativos sobre el flujo de materia entre las especies o grupos tróficos. Asimismo, se tomaron varios datos publicados, principalmente de la comunidad bentónica y planctónica, para poder completar los faltantes

## RESULTADOS

### ABUNDANCIAS

En total se capturaron 1,946 individuos en las dos lagunas arrecifales, correspondiendo 1,002 a Sacrificios y 944 ejemplares para Enmedio. Estos individuos correspondieron a 30 especies distintas, 22 de las cuales se encontraron en Sacrificios y 20 en Enmedio (Tabla 1). El número de especies compartidas por ambas lagunas arrecifales fue de 12.

Considerando el total de individuos colectados en ambas zonas, la especie con mayor abundancia

fue *Eucinostomus argenteus* con 561 individuos, seguido por *Halichoeres pictus* con 486 y *Anchoa hepsetus* con 436 individuos. Las especies con menos abundancia, *Chaetodon ocellatus*, *Citharichthys arenaceus*, *C. spilopterus*, *Lactophrys triqueter* y *Trachinocephalus myops* presentaron un individuo en total. En cuanto a la diversidad, no se presentaron diferencias significativas entre ambas lagunas con valores de 2.1 y 2.4 bits ind.<sup>-1</sup>, para Sacrificios y Enmedio, respectivamente. Los valores de equidad fueron muy semejantes de 0.5 y 0.4 para Enmedio y Sacrificios, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 1.** Especies de peces (y sus abundancias) capturadas en las lagunas de los arrecifes de Sacrificios y de Enmedio.

Especies	Sacrificios	Enmedio	Total
<i>Acanthurus chirurgus</i>	4	2	6
<i>Alosa sapidissima</i>	3	5	8
<i>Anchoa hepsetus</i>	318	118	436
<i>Caranx latus</i>		5	5
<i>Chaetodon ocellatus</i>	1		1
<i>Citbarichthys arenaceus</i>		1	1
<i>Citbarichthys spilopterus</i>	1		1
<i>Diplodus holbrookii</i>	2	1	3
<i>Eleotris pisonis</i>	13		13
<i>Eucinostomus argenteus</i>	478	83	561
<i>Eucinostomus melanopterus</i>		16	16
<i>Haemulon flavolineatum</i>		30	30
<i>Haemulon plumieri</i>		4	4
<i>Halichoeres pictus</i>	85	401	486
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	24	227	251
<i>Lactophrys triqueter</i>		1	1
<i>Lutjanus analis</i>	13		13
<i>Lutjanus apodus</i>	13		13
<i>Lutjanus griseus</i>	10		10
<i>Lutjanus synagris</i>	7		7
<i>Ocyurus chrysurus</i>	1	20	21
<i>Scarus iseri</i>		3	3
<i>Scarus taeniopterus</i>		4	4
<i>Scorpaena plumieri plumieri</i>	4	3	7
<i>Sphyraena barracuda</i>	11	10	21
<i>Stegastes leucosticus</i>	4	9	13
<i>Trachinocephalus myops</i>	1		1
<i>Trachinotus falcatus</i>	3		3
<i>Trachinotus goodei</i>	2		2
<i>Tylosurus crocodilus</i>	4	1	5
Total	1002	944	1946

## ALIMENTACIÓN

En total se disectaron 1,892 individuos para conocer sus preferencias alimenticias, estos individuos representan a todas las especies exceptuando aquellas que presentaron solo un individuo. El total de tipos alimenticios encontrados fue de 48 entre los que se encontraron algas, organismos bentónicos, planctónicos y restos de peces. Debido a los procesos digestivos uno de los tipos alimenticios se clasificó como materia orgánica animal. Este tipo alimenticio fue repartido de manera proporcional entre los otros tipos alimenticios de origen animal, de tal forma que no representara un peso en el análisis. Dentro de los tractos digestivos de la mayoría de las especies se encontraron restos de piedras o arena, ésta no está considerada como un tipo alimenticio y se clasificó como otro en la representación gráfica. Lo mismo sucedió para el detritus.

El tipo alimenticio encontrado en la gran mayoría de las especies fueron los organismos bentónicos como anfípodos, tanaidáceos e isópodos. Los organismos planctónicos como copépodos también jugaron un papel importante en la dieta de los peces así como las algas. Desgraciadamente no se logró identificar el tipo de algas; por ello no es posible decir si se trata de algas epifitas o planctónicas.

Los resultados de tres especies compartidas por las dos lagunas arrecifales (*Anchoa hepsetus*, *Jenkinsia lamprotaenia* y *Halichoeres pictus*) (Tabla 3) no mostraron diferencias en cuanto al tipo de los grupos de los cuales se alimentan, sin embargo los porcentajes ingeridos de estos si son diferentes. Aun cuando no se presentan aquí las gráficas, el resto de las especies compartidas por ambas lagunas tampoco presentaron diferencias entre si.

**Tabla 2.** Número de especie, diversidad de Shannon (H), diversidad máxima (Hmax), Equidad (E) y total de organismos para la comunidad de peces de las lagunas arrecifales de Sacrificio y Enmedio.

Sitios/ Parámetros	S	H'	H'mas	J'	N
Enmedio	20	2.4720	4.3219	0.5720	944
Sacrificios	22	2.1506	4.4594	0.4823	1002

**Tabla 3.** Porcentaje de alimentación de seis especies representativas de las lagunas arrecifales de Sacrificios y de Enmedio.

Alimento	<i>J. lamprotaenia</i>	<i>A. hepsetus</i>	<i>H. pictus</i>	<i>C. latus</i>	<i>L. synagris</i>	<i>S. plumieri</i>
Algas	4.90	7.50	2.52			
Algas filamentosas	1.40	2.63				
Algas verde-azules	0.40					
Diatomeas	3.20	2.63	0.13			
Fibras vegetales		0.39	0.36			
<i>Thalassia</i> *,*						
Anélidos*,*						
Anfípodos	13.98	7.92	5.20	4.17	15.00	
Bivalvos	8.42	16.37		12.50		
Camarones			0.21	38.89	19.00	25.00
Cangrejos			4.69	8.33	21.00	33.33
Copépodos	45.46	38.61	12.76			
Crustáceos		6.18	20.00			
Decápodos	0.70		6.33			
Escamas*,*						
Gamáridos			0.10			
Gasterópodos	2.46		5.68			
Huevos de pez	1.11		5.28			
Isópodos	2.33	2.19	8.63			
Moluscos	0.62	0.66	1.05			
Ostrácodos		1.18	0.21			
Peces			0.21			41.67
Poliquetos			1.20			
Resto de cangrejo			1.05			
Restos de peces			1.10	30.55	45.00	
Tanaidáceos	9.41	0.26	0.89			
Zoea de cangrejo	1.62	1.32	0.13			
Lábrido				5.56		
Materia orgánica			0.74			
Detritus		5.00	6.53			
Piedras		1.87				

Debido a esto, se decidió agregar los resultados de los hábitos alimenticios de ambas lagunas.

Se encontraron especies netamente carnívoras como *Caranx latus*, *Lutjanus synagris* y *Scorpaena plumieri plumieri* (Tabla 3). Estas especies se alimentan exclusivamente de animales, ya sean cangrejos, peces o anfípodos. Estos resultados concuerdan con otros trabajos publicados de especies del mismo género (e.g. Abarca Arenas y Valero Pacheco, 1993; Chávez *et al.*, 1993). Por

otro lado, *Stegastes leucostictus* presentó un alto porcentaje de materia vegetal y casi el 20 por ciento de camarones. Considerando estos valores ésta especie podría clasificarse como consumidora de primer orden. El resto de las especies se alimenta tanto de materia animal como vegetal, predominando en volumen el primer tipo. Esto significa que la mayoría de las especies son consumidoras de segundo orden y que el alimento de origen vegetal pudiera ser ingerido accidentalmente du-

rante el proceso de captura de los organismos bentónicos o planctónicos.

(*e.g.* anfípodos, isópodos, poliquetos y tanaidáceos), el número de especies y arcos fue mayor, 28 nodos y 122 arcos.

### RED TRÓFICA

La matriz a través de la cual se conformó la red trófica se presenta en el Anexo 1. Esta matriz, también conocida como matriz de adyacencia, representa a todos los integrantes del ecosistema, ya sea como depredadores (columnas) o presas (renglones); de ésta forma, un número uno indica la presa capturada por un depredador.

Esta matriz surge a partir de los tipos alimenticios encontrados en los peces analizados, por lo cual debe considerarse como preliminar ya que no todas las especies de peces que habitan en el área fueron muestreadas, por razones de tiempo y logística, y no se tomaron muestras de las comunidades bentónicas y planctónicas. Sin embargo, es la primera vez que se hace algo de este tipo en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Los datos de alimentación de los invertebrados fueron obtenidos de trabajos publicados en Christensen y Pauly (1993).

Para representar de manera gráfica las relaciones tróficas entre las especies del sistema, se utilizó el programa PAJEK (2005) al que se incorporan los datos de la matriz de adyacencia y el programa ajusta la gráfica. El Anexo 2 representa a todos los integrantes de la matriz de interacciones. La dirección de la flecha indica la dirección de la presa a su depredador. Esta red representa a 32 especies tróficas y en total 144 arcos o conexiones entre sí.

Para poder visualizar de mejor forma y además entender las relaciones interespecíficas, se procedió a dividir la red en subredes. La primera subred (Anexo 3) representa a todas aquellas especies relacionadas con las algas de manera directa, es decir sirven de alimento a alguna especie, o de manera indirecta, su depredador sirve de alimento a alguna otra especie. Esta subred presentó 22 especies y 88 arcos. Esto quiere decir que más del 50% de los arcos de la red completa están relacionados directa o indirectamente con las algas. Para el caso de la siguiente subred (Anexo 4) que consideró a las especies tróficas del bentos:

### ANÁLISIS

El número de especies encontradas en ambas lagunas arrecifales fue relativamente bajo considerando que el área de muestreo es aledaña a un arrecife coralino. Sin embargo, atendiendo las características ecológicas del área de *Thalassia*, es comprensible esta situación. Esta área presenta: *Thalassia*, una profundidad baja y una alta densidad de organismos bentónicos. Estos elementos sirven para que organismos jóvenes o adultos de especies de pequeño tamaño utilicen los recursos bióticos que ahí predominan y empleen la *Thalassia* como refugio de sus depredadores. Básicamente, es similar en cuanto a su uso por peces a las lagunas costeras o estuarios. Lo cual es confirmado por los peces capturados que presentaron tallas pequeñas.

Por otro lado, las similitudes entre los dos sitios muestreados (en cuanto a la *Thalassia*), ayudo a que los tipos alimenticios encontrados para las especies compartidas fueran muy similares. Asimismo, la plasticidad alimenticia de muchas especies de peces permite que éstas se alimenten de una gran cantidad de tipos, básicamente de aquellos cuya disponibilidad sea la más segura. De acuerdo con lo anterior, es difícil sugerir que las pequeñas diferencias alimenticias entre sitios se deban a alguna perturbación o diferencia en las condiciones medioambientales del lugar.

Un aspecto interesante fue el de encontrar solo 12 especies compartidas entre ambas lagunas arrecifales. Considerando el tipo de muestreo y la frecuencia con que se efectuó, es probable que las diferencias entre las especies encontradas en las lagunas se deba a factores no relacionados con el medio ambiente, es decir, aquellas especies que aparecen en una u otra de las lagunas arrecifales se debe meramente al azar.

Si consideramos el número de individuos de éstas especies, se observa que los valores de abundancias son muy pequeños, lo que conduce a pensar que son especies poco comunes en

la zona de pastizal. Estos valores de poca abundancia, se reflejan en los valores de diversidad, los cuales fueron muy semejantes para ambas lagunas, así como los de equidad. Si una o más de las especies particulares de una isla, tuviera cierto peso entonces los valores de diversidad y equidad hubieran sido menores. Por lo tanto, las especies exclusivas de las lagunas arrecifales representadas en este trabajo no necesariamente pueden implicar diferencias ecológicas o medioambientales de los sitios.

En cuanto a los tipos de alimento es notable el número de productores primarios utilizados por las especies. Aun cuando, no sea en algunos casos el alimento primario, la mayoría de las especies de peces se alimentan en cierta cantidad de algas, diatomeas o algas epifitas. Sin embargo, la base alimenticia de muchas de las especies de peces son los organismos bentónicos (como anfípodos) que son consumidos en cantidades considerables.

Asociando lo anterior y la red trófica propuesta, es claro el importante papel que juegan los organismos bentónicos para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del sistema estudiado.

Analizando la subred (Anexo 4) donde se muestran las relaciones directas e indirectas del bentos, la complejidad del sistema es clara. No solo especies bentónicas están implicadas, algunas

diatomeas también lo están de manera indirecta. Como es el caso de zonas costeras, se podría pensar en un proceso de control de la materia que fluye en el sistema de abajo hacia arriba.

La importancia de este análisis estriba en que los efectos secundarios pueden ser estudiados al eliminar una especie o en caso de que se tenga la información, al disminuir su biomasa. Este aspecto está ligado al de especie clave, definida como aquella especie cuya relación con otras especies es tan fuerte que al modificar su biomasa originaría un importante cambio cuantitativo de otras especies de la comunidad o ecosistema.

Un ejemplo de éste análisis sería el de los anfípodos. Al disminuir la biomasa de los anfípodos, por ejemplo, el efecto directo sobre las especies que se alimentan de ellos se vería reflejado inmediatamente. A su vez, la disminución de los depredadores directos de anfípodos ocasionaría una disminución de otras especies que se alimentan de ellas. Este efecto de cascada de abajo hacia arriba es importante conocerlo detalladamente, ya que es uno de los más comunes en sistemas acuáticos. Es necesario realizar estudios precisos y sistemáticos del bentos, de las algas epifitas y de la *Thalassia*, de tal forma que la dinámica y biología de ellas nos ayude a comprender, a través de las redes tróficas la estructura y funcionalidad del ecosistema de las lagunas arrecifales.

## CONCLUSIONES

El número de tipos de alimento identificados para las especies de peces más importantes fue alto, comparado al que se presenta en lagunas costeras y estuarios. Asimismo, el papel que representan los organismos bentónicos es también semejante en esos sistemas. Por lo anterior, las dos lagunas arrecifales estudiadas representan un papel similar en cuanto a la alimentación de peces juveniles al de sistemas de manglar situados en la línea de costa.

La complejidad de la red trófica es patente, se aprecia la importancia que la comunidad del bentos tiene sobre la estructura y, por lo tanto, en la funcionalidad del sistema. Aún cuando este es un trabajo preliminar sobre las relaciones tróficas existentes en estos sistemas, es clara la necesidad de realizar un mayor número de estudios en la zona bentónica para determinar la productividad primaria. Al adquirir un mayor número de datos, será posible precisar aquellas especies clave del ecosistema y poder disminuir la incertidumbre sobre las variaciones tróficas de las especies.

## AGRADECIMIENTOS

Parte de este trabajo fue financiado por el programa SIGOLFO-CONACyT proyecto número 00-06-010v. Agradecemos el apoyo logístico del

personal del Acuario de Veracruz, A.C. para la toma de muestras.

## LITERATURA CITADA

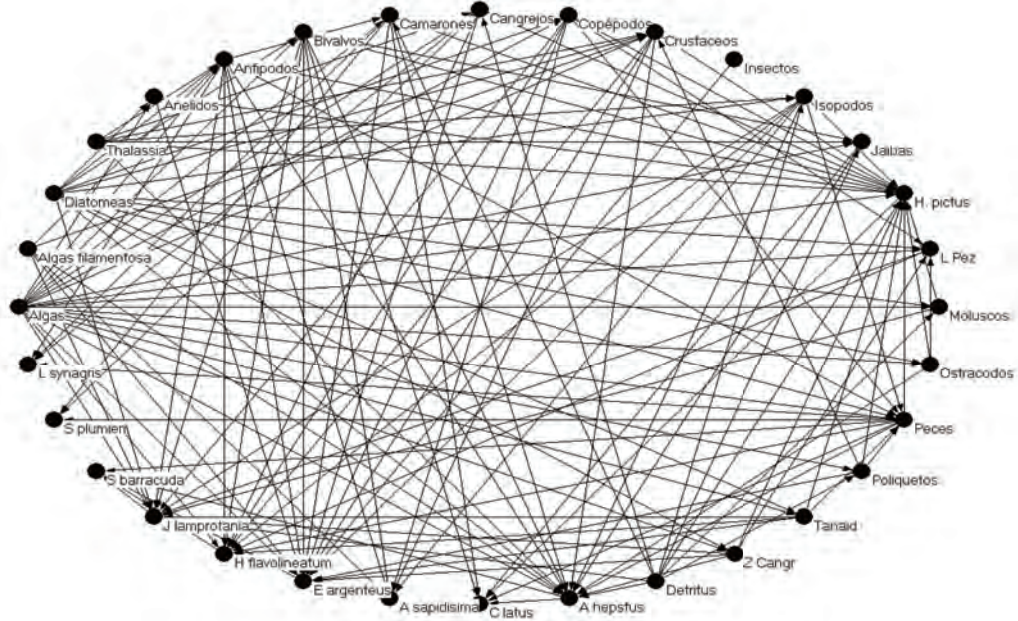
- Abarca Arenas, L.G., y E. Valero Pacheco, 1993. Toward a trophic model of Tamiahua, a coastal lagoon in Mexico. p. 181-185. *In: V. Christensen and D. Pauly, ICLARM Conference Proceedings, Manila (Philippines). Trophic Models of Aquatic Ecosystems* 390 p
- Aladro Lubel, M.A., 1984. Algunos ciliados intersticiales de Isla de Enmedio, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología*, 55:1-59.
- Beaver, C.R., K.J.P. Seslarzes, J.H. Hudson, y J.W. Tunnell Jr., 1996. Fluorescent banding in reef corals as evidence of increased (organic) runoff onto the Southern Veracruz coral reef complex. VIII International Coral Reef Symposium. Panama, Panama. 14 p.
- Bernárdez de la Granja, A., 1993. Estructura comunitaria de los corales escleractinios del arrecife Chopas, Antón Lizardo, Veracruz. Tesis Profesional Fac. Ciencias, UNAM. México. 144 p.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett, y L.C. Freeman, 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard: Analytic Technologies.
- Bravo, R.J., y R.J. Camacho, 1989. Contribución al conocimiento sobre la estructura de la comunidad de corales escleractinios en el arrecife "La Blanquilla", Veracruz. Tesis Profesional UNAM. México. 122 p.
- Carricart Ganivet, J.P., 1994. Distribución de zooxantelas y pigmentos clorofílicos en el coral hermatípico *Montastrea cavernosa* (Linneo, 1767) en relación con la profundidad y época del año en un arrecife veracruzano. Tesis Maestría Fac. Ciencias UNAM. México. 58 p.
- Chávez, E.A., E. Hidalgo, y M.L. Sevilla, 1970. Datos acerca de las comunidades bentónicas del Arrecife de Lobos, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 31:211-281.
- Chávez, E.A., M. Garduño, y F. Arreguín Sánchez, 1993. Trophic dynamic structure of Celestun Lagoon, southern Gulf of Mexico. p. 26:186-192. *In: V. Christensen and D. Pauly (Eds), ICLARM Conference Proceedings, Manila (Philippines). Trophic Models of Aquatic Ecosystems* 390 p.
- Connell, D.W., 1989. Biomagnification by aquatic organisms: a proposal. *Chemosphere*, 19:1573-1584.
- Christensen, V., y D. Pauly (Eds). 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conference Proceedings, Manila (Philippines). 390 p.
- Fuentes, V.L., 1981. Estudio taxonómico de las esponjas marinas del área de Veracruz, Veracruz, México. Tesis Profesional UNAM. México. 140 p.
- González González, J., 1989. Ecología de la ficoflora estacional de los arrecifes coralinos de las islas La Blanquilla (Peyote), Verde y Sacrificios, Veracruz, México. Tesis Profesional Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. México. 63 p.
- Gray, J.S., 2002. Biomagnification in marine systems: the perspectiva o fan ecologist. *Marine Pollution Bulletin*, 45:46-52.
- Grimm, V., E. Schmidt, y C. Wissel, 1992. On the application of stability concepts in ecology. *Ecological Modelling*, 63: 43-161.
- Jorgensen, S.E., 1994. Review and comparison of goal functions in systems ecology. *Vie Milieu*, 44(1):11-20.
- Lara, E.N., y E.A. González, 1998. The relationship between reef fish community structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean. *J. Fish Biol.*, 53:236-255.
- Odum, E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164:723-731.

- Pielou, E.C., 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, NY, USA. 165 pp.
- Polis, G.A., y K.O. Winemiller, 1996. *Food Webs*. Chapman & Hall, NY, USA. 472 pp.
- Resendez, A., 1971. Peces colectados en los arrecifes de La Blanquilla, Veracruz, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 1:7-30.
- Roberts, K.A., 1981. Polychaetes of Lobos Reef, Veracruz, México. Tesis de Maestría Corpus Christi State University. Texas, USA. 40 p.
- Rodarte Orozco, C.S., 1985. Determinación de la estructura del sistema fitoplanctónico en el arrecife Isla Verde, Veracruz. Tesis Profesional ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Ulanowicz, R., 1986. *Growth and development: ecosystem phenomenology*. Springer Verlag, New York, USA. 203 p.
- Ulanowicz, R., y L.G. Abarca Arenas, 1995. An informational synthesis of ecosystem structure and function. *Ecological Modelling*, 45:1-10.
- Ulanowicz, R., y R. Baird, 1998. Nutrients controls on ecosystem dynamics: the Chesapeake Bay mesohaline community. *Journal of Marine Science*, 19:159-172.

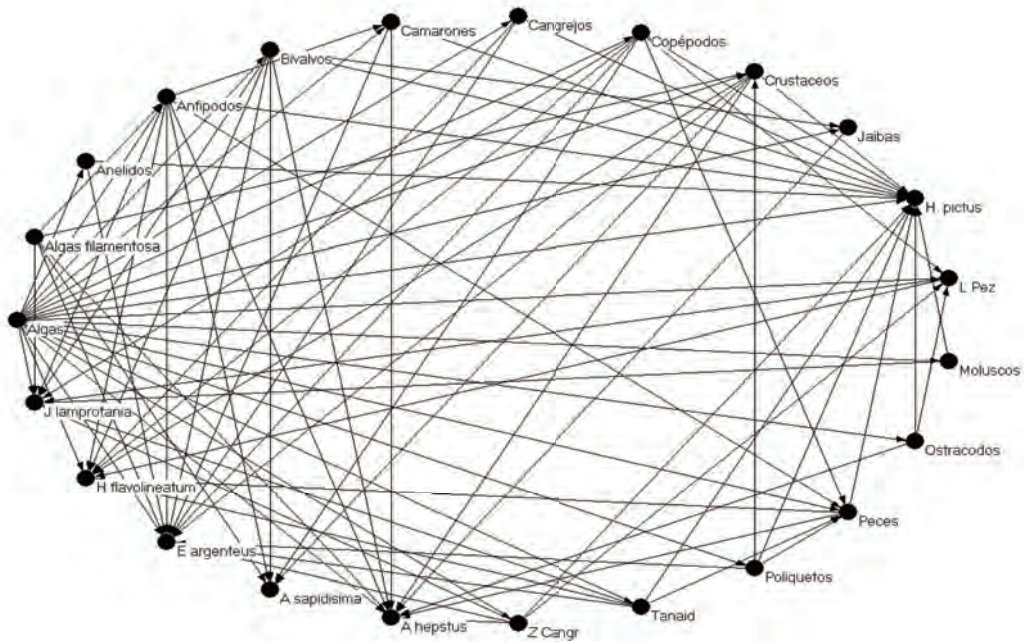




Anexo 2. Red trófica de las lagunas de los arrecifes de Sacrificios y de Enmedio. La dirección de las flechas corresponde a la dirección entre presa y depredador. Los datos para la gráfica representan ambas lagunas arrecifales y de acuerdo a la alimentación de los peces colectados en ambas zonas. La alimentación de las presas fue tomada de la literatura.

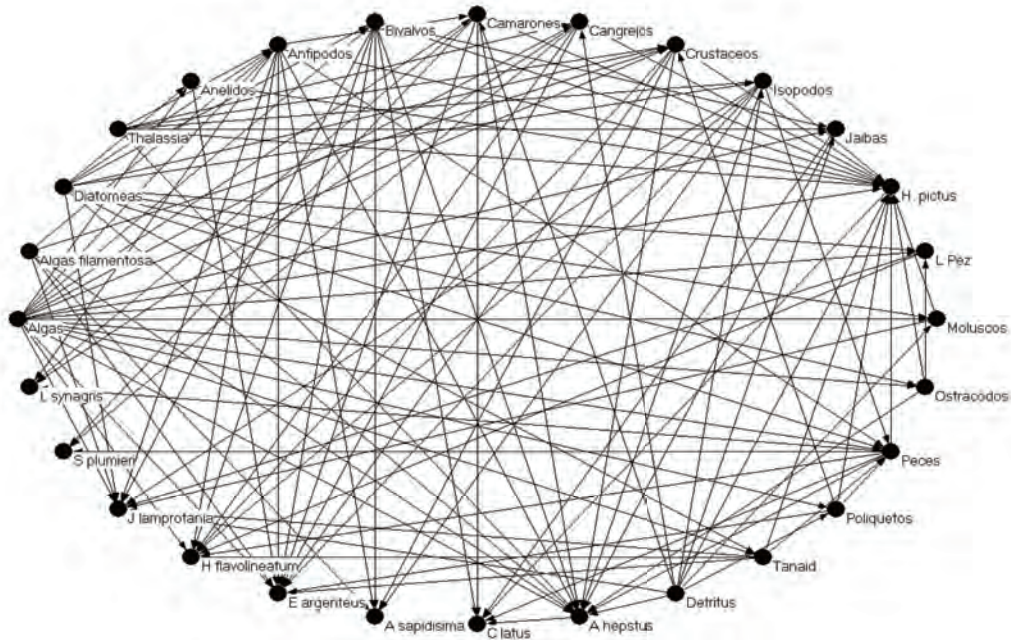


Anexo 3. Red trófica de las lagunas de los arrecifes de Sacrificio y Enmedio considerando únicamente aquellas especies que se alimentan de las algas.



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Anexo 4. Red trófica de las lagunas de los arrecifes de Sacrificio y Enmedio considerando únicamente aquellas especies que se alimentan de los organismos bentónicos y de los que éstos se alimentan.



Martínez Hernández J.A., y B. Camacho Olivares, 2007. Ictiofauna del arrecife artificial “Ex-Cañonero C-50, General Vicente Riva Palacio” en el Sistema Arrecifal Veracruzano, México, p. 209-220. *In*: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

14



# Ictiofauna del Arrecife Artificial “Ex - Cañonero C-50, General Vicente Riva Palacio” en el Sistema Arrecifal Veracruzano, México

ICHTHYOFAUNA OF THE ARTIFICIAL REEF “EX-CAÑONERO C-50,  
GENERAL VICENTE RIVA PALACIO” IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM, MEXICO

*J.A. Martínez Hernández*<sup>1\*</sup> y *B. Camacho Olivares*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acuario de Veracruz, A.C.

<sup>2</sup>Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

## RESUMEN

El 26 de julio de 2001 se llevó a cabo el hundimiento del barco C-50 “Riva Palacio”, entre los arrecifes Verde y Anegada de Adentro ubicados dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) en las coordenadas 19°12'38.5" latitud norte y 96°03'13.0" longitud oeste. Este hundimiento representa un atractivo turístico y contribuye a disminuir la presión generada por el buceo recreativo en los arrecifes naturales de la zona. De enero a diciembre de 2005 se realizaron diez censos ubicándose cinco estaciones principales de muestreo. Los censos fueron realizados por la parte externa del barco basándose en el protocolo denominado Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) siendo modificado mediante un transecto lineal de proa a popa con un recorrido de 82.20 m. Adicionalmente se realizó el mismo número de buceos errantes alrededor del barco entre los 40 y 80 pies de profundidad y 112.6 m de longitud. Se contaron un total de 5,396 individuos distribuidos en 27 familias, 49 géneros y 75 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Pomacentridae (10), Serranidae (7), Carangidae (7), Labridae (6) y Scaridae (6). Diez especies constituyen nuevos registros para el Sistema Arrecifal Veracruzano.

## ABSTRACT

On July 26th, 2001, the C-50 “Riva Palacio” Mexican navy military vessel was sunk between the Verde and Anegada de Adentro reefs in 19°12'38.5" N y 96°03'13.0" W. This event represents a tourist attraction and helps to reduce the scuba diving impact on the nearest natural reefs. From January to December 2005

\* e-mail: [caballitosdemar@acuariodeveracruz.com](mailto:caballitosdemar@acuariodeveracruz.com)

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

ten monthly visual counts were taken in five main external monitoring sites from bow to stern using a line transect based on the Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment protocol. Fish species were identified in a 82.20 m transect. Errant surveys at three levels around the ship between 40 and 80 ft deep and 112.6 m long were made, too. The study allowed us to identify 5,396 individuals which belong to 27 families, 49 genus and 75 species. The best represented families by number of species were Pomacentridae (10), Seranidae (7), Carangidae (7), Labridae (6) and Scaridae (6). Ten new records were found for the Veracruz Reef System.

## INTRODUCCIÓN

El 26 de julio de 2001 se llevó a cabo el hundimiento del barco Ex-Cañonero C-50 “Riva Palacio” de la Armada de México teniendo entre sus objetivos el crear un sitio atractivo de buceo, brindando la oportunidad de realizar dicha actividad a buceadores avanzados y especializados generando además, un lugar de referencia para la investigación científica del medio marino y permitiéndose registrar el cambio de las comunidades que se fijan en las estructuras del mismo. Los arrecifes artificiales han sido empleados en todo el mundo con distintos propósitos tales como fomentar actividades recreativas, mitigación por pérdida de hábitats, y producción de alimentos fomentando las pesquerías (Linberg y Relini, 2000); demostrando ser una herramienta potencial para incrementar la densidad de poblaciones de peces y mejoramiento de hábitats costeros (Pratt, 1994). Son estructuras ideales para estudiar las tasas de crecimiento de varios organismos marinos siempre y cuando estos sean monitoreados durante periodos de tiempo determinados (Alcala *et al.*, 1981).

Estudios recientes indican que los arrecifes artificiales proporcionan refugio y protección de los depredadores, los cuales se alimentan en los alrededores del sitio (Rubec, 1999). Existen también algunas evidencias de que favorecen el asentamiento de larvas pelágicas y atraen peces que se alimentan del bentos fijado (Bayle Sempere *et al.*, 2001). Su uso con fines de mitigación del deterioro en el entorno se ha desarrollado recientemente, siendo su aplicación principal, hasta hace poco tiempo, el incremento de las pesquerías (Pickering *et al.*, 1998). Hoetjes *et al.* (2002) se refieren a la importancia de los arrecifes artificiales como una alternativa para disminuir la presión

ejercida por los buzos en áreas naturales siendo colocados en sustratos arenosos. El conflicto entre las necesidades de conservación y los intereses económicos del turismo subacuático pueden ser mitigados por la formación de atracciones submarinas como sustitutos de arrecifes (Van Treec y Schuhmacher, 1998).

La colocación de arrecifes artificiales en algunas áreas naturales protegidas ha sido propuesto con el fin de proteger a los cardúmenes de peces reproductores y proporcionar áreas separadas de buceo, siendo necesaria la participación de la comunidad para la implementación del manejo de éste tipo de ecosistemas marinos (Rubec, 1999). En el ámbito internacional esta actividad es un componente importante del mercado turístico, altamente dependiente de las áreas naturales protegidas (Davis y Tisdell, 1995), con un incremento enorme durante las décadas pasadas debido al gran número de buzos entrenados y al aumento del interés en las áreas arrecifales (Davis y Tisdell, 1996).

La instalación de arrecifes artificiales se ha desarrollado recientemente en áreas tropicales donde se impulsa el turismo de zonas costeras con el fin de atraer buzos a las mismas (Seaman y Jensen, 2000). Los barcos como arrecifes artificiales cumplen el criterio más básico de diseño al proporcionar protección, refugio y sustrato rígido a los organismos que ahí habitan, además de ser sitios para llevar a cabo actividades recreativas principalmente en aguas claras de zonas impactadas (Seaman y Sprague, 1991). El buque C-50 “Riva Palacio” es uno de los sitios más atractivos para desarrollar el buceo recreativo dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

## ANTECEDENTES

Heilprin (1890) realizó los primeros estudios en la comunidad arrecifal del puerto de Veracruz a finales del siglo XIX, pero fue hasta los años cuarenta cuando se inició el interés por el conocimiento de las biocenosis marinas en los arrecifes coralinos de dicha zona; veinte años después la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) realizó estudios sobre parámetros hidrológicos, biológicos y ecológicos en el área (Secretaría de Marina, 2003).

Pérez Hernández (1989) realizó un trabajo sobre la composición, zoogeografía y presión ambiental de la ictiofauna del PNSAV incluyendo información correspondiente a las especies presentes en los arrecifes Verde y Anegada de Adentro. A finales de 1998 se inició el Programa Geomorfología y Escenarios Bióticos del Sistema Arrecifal Veracruzano (GEBSAV) a cargo de la Universidad Veracruzana y el Acuario de Veracruz A. C. generando información de diferentes grupos taxonómicos incluyendo la ictiofauna.

Vargas *et al.*, (2002) elaboraron un listado de la ictiofauna del PNSAV, mientras que Nava (2002) determinó patrones de distribución y abundancia de las comunidades de peces del arrecife Verde.

Con la finalidad de reforzar los programas de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales con los que cuenta nuestro país, la Secretaría de Marina en colaboración con otras dependencias, ha llevado a cabo hasta la fecha, el hundimiento de siete cascos de buques en desuso para la creación de arrecifes artificiales en distintos sitios de nuestro país (Camacho, 2005).

El Ex-Cañonero C-50 “Riva Palacio” es un buque dragaminas de 56.30 m de eslora perteneciente a la clase “admirable”, desarrollada por la Marina de los Estados Unidos a principios de la década de los años cuarenta. En su historial está el haber participado en dos guerras: la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea. En 1962, México recibió 20 unidades cedidas por el gobierno norteamericano siendo el Riva Palacio asignado al puerto de Tampico (Tamaulipas) y denominado inicialmente D-01 al estar en servicio como dragaminas (PNSAV, 2004).

Con base en lo antes expuesto, el presente trabajo plantea determinar la distribución y abundancia de la ictiofauna del arrecife artificial establecido con el Ex-Cañonero C-50 “Riva Palacio” en el PNSAV.

## ÁREA DE TRABAJO

Previo acondicionamiento, el Ex-Cañonero C-50 “Riva Palacio” (Fig. 1) fue hundido en las coordenadas 19°12'38.5"N y 96°03'13.0"O depositándose a una profundidad promedio de 90 pies orientado de este a oeste. Con el fin de señalar su ubicación, en la superficie se encuentran tres boyas sujetas a la proa, puente de mando y popa respectivamente, mismas que sirven como referencia del sitio de inmersión. Los arrecifes más cercanos son el Verde en las coordenadas 19°10'50"N y 96°05'43"O a 5.37 km de la costa más cercana y Anegada de Adentro localizado en 19°13'48"N y 96°03'46"O a 7.5 km de la costa (Carricart Ganivet y Horta Puga, 1993) (Fig. 2) mismos que al igual que el pecio, son sitios donde se practica el buceo recreativo.



Figura 1. Buque C-50 “Riva Palacio”.



Figura 2. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo diez visitas al barco durante 2005. En cada visita se realizaron cinco transectos lineales contiguos sobre la cubierta del barco. Los censos fueron realizados por la parte exterior del barco basándose en el protocolo AGRRA, modificado para adecuarlo al presente estudio mediante transectos lineales de proa a popa comprendiendo un recorrido de 82.20 m y dentro de un cubo imaginario de 3 x 3 m (Fig. 3).

La longitud de cada transecto fue determinada con base en la uniformidad de la cubierta. Se contaron todos los peces que se encontraban a una distancia de 3 m del buzo conforme iba avanzando. Además para completar la lista de especies presentes en el Ex-Cañonero C-50 se realizaron buceos errantes complementarios en 15 puntos en estribor y babor respectivamente (Fig. 4). Los buceos errantes se llevaron a cabo alrededor del barco en tres niveles tomando como referencia los cinco puntos establecidos para el transecto lineal dando por resultado 30 cuadrantes laterales situados a una profundidad entre 40 y 80 pies. Los conteos visuales llevados a cabo por buzos

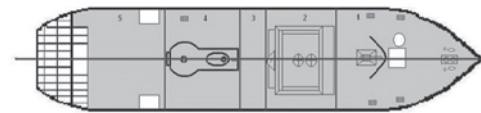


Figura 3. Transecto lineal de proa a popa.

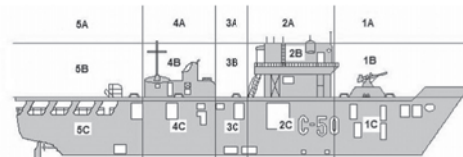


Figura 4. Puntos de muestreo en tres niveles de profundidad.

son la técnica predominante para enumerar la abundancia y composición de las agrupaciones de peces en los arrecifes de coral presentando muchas ventajas en comparación con otros métodos de muestreo al ser cuantitativa, rápida y no destructiva (Harvey *et al.*, 2002).

La identificación de la ictiofauna se realizó a una velocidad estandarizada durante un periodo de 30 minutos. A excepción de los meses de enero y noviembre cuando las condiciones climáticas impidieron la realización de las salidas de campo, el resto del año se pudo realizar el monitoreo (Figs. 5 y 6). Para registrar los recorridos se empleó equipo de video y fotografía digital sub-

marinos. La identificación de los peces se realizó conforme a los trabajos de Lieske y Myers (1998) así como de Humann y Deloach (2002).

Se compararon separadamente las cantidades ponderadas de especies registradas por sitio y las observadas por mes realizándose el análisis de las poblaciones por prueba de Tukey (SAS, 1990).

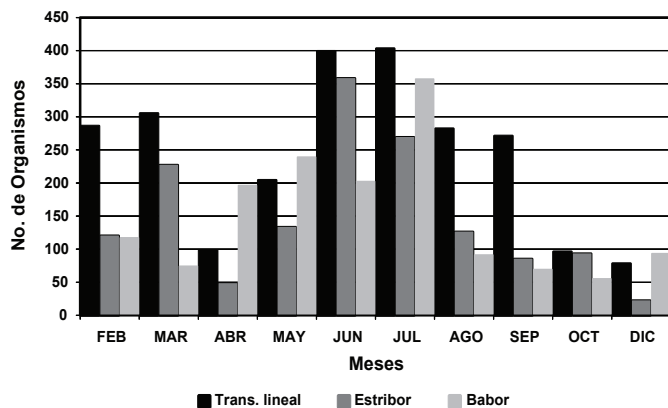


Figura 5. Número de organismos observados por mes.

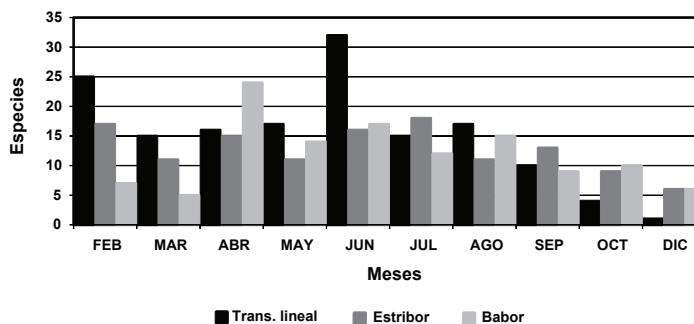


Figura 6. Número de especies observadas por mes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 5,396 individuos (2,422 correspondientes al transecto lineal y 2,974 al buceo errante) pertenecientes a 27 familias, 49 géneros y 75 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Pomacentridae (10), Serranidae (7), Carangidae (7), Labridae (6) y Scaridae (6) mientras que del resto 14 presentaron una especie. Después de haber ponderado las cantidades de especies encontradas en cada sitio

considerando su área correspondiente, se realizó la prueba estadística de Tukey encontrándose que todos los sitios son diferentes ( $p > 0.05$ ). El Sitio 3 presentó el mayor índice de relación entre especies y unidad de superficie con un valor de 0.60 correspondiente a 23 especies observándose principalmente algunos miembros de las familias Scaridae, Acanthuridae y Synodontidae alimentándose o reposando en cubierta así como



Carangidae transitando por las áreas libres de obstáculos.

El menor índice se registró en el Sitio 5 con 30 especies y un valor de 0.14 donde se observaron cardúmenes de depredadores de las familias Carangidae, Scombridae en los niveles medio y superior de la columna de agua las cuales conforman áreas abiertas que permiten el libre desplazamiento (Tabla 1).

Lo anterior se atribuye a que el Sitio 3 se encuentra ubicado entre dos estructuras complejas (el puente de mando y la chimenea) que le brindan mayor protección a los organismos mientras que el Sitio 5 es un área desprotegida correspondiente a la cubierta de maniobras. Nakamura (1985) y Okamoto *et al.* (1979) se refieren a la afinidad de los peces con respecto a objetos sumergidos comentando que estos se guían por sus instintos y que dicho grado de afinidad varía ampliamente dependiendo de las especies y de su estado de madurez.

El arrecife artificial Ex-Cañonero C-50 “Riva Palacio” proporciona áreas de refugio y alimentación a varias especies de peces, observándose la presencia de ejemplares en estado juvenil (Labridae, Pomacentridae y Pomacanthidae) así como adultos de importancia comercial (Carangidae, Lutjanidae y Serranidae). En cuanto a buceo errante los puntos “A”, que conforman el horizonte superior de babor y estribor, son los que presentaron el menor número de especies mientras que en los sitios B1C y B5B se registró el mayor número de especies. Al analizar por prueba de Tukey la cantidad de organismos y especies registrados en las zonas de cubierta, estribor y babor no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ).

En 1C de babor se observa una oquedad en el sustrato arenoso cercano a la quilla formada por las corrientes la cual sirve de refugio albergando individuos de Serranidae, Lutjanidae, Pomacanthidae, Blennidae y Acanthuridae mayormente; mientras que en el sitio 5B se encuentra el área adyacente al helipuerto formada por una rejilla colonizada por octocorales comunicada por sus aberturas a la cubierta inferior la cual resulta de fácil acceso para los peces que ahí transitan. Am-

**Tabla 1.** Relación de número de especies y organismos registrados.

Sitio	No. de Especies	No. de Organismos
1	39	719
2	35	658
3	23	199
4	24	348
5	30	496
E1A	0	0
B1A	1	30
E1B	14	86
B1B	9	143
E1C	13	155
B1C	16	264
E2A	2	260
B2A	3	114
E2B	14	131
B2B	7	156
E2C	13	88
B2C	12	111
E3A	2	21
B3A	0	0
E3B	11	90
B3B	7	100
E3C	11	131
B3C	12	101
E4A	0	0
B4A	1	20
E4B	14	107
B4B	10	61
E4C	10	58
B4C	9	112
E5A	0	0
B5A	0	0
E5B	10	166
B5B	18	123
E5C	10	188
B5C	12	156

bos sitios son áreas donde se aprecia la circulación de masas de agua. Las corrientes marinas son importantes para la ecología de los hábitats artificiales fomentando la cobertura de organismos bentónicos, la diversidad de especies, el reclutamiento de larvas y el incremento potencial de alimento (Baynes y Szmant, 1989, Bohnsack *et al.*, 1991).

En julio se registró el mayor número de organismos ( $n=403$  para transecto lineal y  $n=626$  para buceo errante) mientras que en diciembre se obtuvo la menor ( $n=78$  para transecto lineal y  $n=115$  para buceo errante) lo cual se atribuye a las condiciones climatológicas registrándose una visibilidad de 7 y 4 m respectivamente. De acuerdo con Polovina (1991), desde una perspectiva biológica, las funciones de un arrecife artificial pueden ser la de redistribuir la biomasa explotable, el incrementar la misma mediante agregación de biomasa previamente no explotada y la de mejorar aspectos de supervivencia y crecimiento. Vargas *et al.* (2002) elaboraron un listado de la ictiofauna del Sistema Arrecifal Veracruzano reportando 61 familias, 126 géneros y 248 especies, mientras que en el presente trabajo se reportan para el C-50 "Riva Palacio" 27 familias, 49 géneros y 75 especies donde 10 de éstas constituyen nuevos registros para el PNSAV (Anexo 1). Los Pomacentridae, Serranidae y Carangidae coinciden como las familias con mayor número de especies en ambos trabajos.

Al hacer comparaciones entre cantidades de especies registradas por mes utilizando la prueba estadística de Tukey, se encontró que el mes con mayor promedio, considerando las tres zonas al mismo tiempo, fue junio y el mes con menores observaciones fue diciembre ( $p < 0.05$ ), con 21.6 y 4.3 especies respectivamente. Los meses restantes compartieron igualdad estadística entre sí ( $p > 0.05$ ). Estudios comparativos han indicado que la abundancia y riqueza de especies ha sido mayor en estructuras artificiales verticales que en sitios naturales cercanos (Rilov y Benayahu, 2000).

Es necesario realizar comparaciones tomando como referencia los arrecifes naturales cercanos

al pecio con el fin de determinar lo mencionado por Rilov y Benayahu (2000). Guzmán *et al.* (1986) consideran que la construcción de arrecifes artificiales en zonas donde hay diversidad de especies de valor comercial aumentaría la sobrevivencia de etapas juveniles y por lo tanto ayudaría a la conservación de dichos recursos.

Durante los censos se registró la presencia de 12 especies solo en estado juvenil, 13 se observaron tanto en estado juvenil como en adulto y 50 especies solo en estado adulto. Campos y Gamboa (1989) mencionaron el registro de huevos de peces marinos tropicales en un arrecife artificial de Costa Rica, lo cual sugiere que los arrecifes artificiales además de cumplir la función de atracción de adultos contribuyen posiblemente a formar áreas de desove.

Son pocos los estudios realizados sobre monitoreo de fauna en pecios. La información científica generada por los estudios realizados en varios arrecifes artificiales no ha encontrado el lugar apropiado o recibido la atención necesaria en la literatura ecológica marina contemporánea (Svane y Petersen, 2001).

Por otro lado Rooker *et al.* (1997) mencionan que la riqueza de especies en un arrecife natural fue mayor que en uno artificial en el Santuario Flower Garden Banks, destacando la presencia de las familias Scaridae y Mullidae en el primero debido probablemente a la mayor presencia de algas que en la estructura artificial. Rilov y Benayahu (2000) y Svane y Petersen (2001) señalan que aun no está claro si los arrecifes artificiales simplemente redistribuyen los peces de áreas circundantes o si realmente incrementan la producción de peces.

Los artículos publicados se han enfocado a aspectos muy generales y no se refieren a describir los hábitats artificiales en el contexto de un ecosistema (Seaman, 1995). Por tal motivo se requiere un mayor esfuerzo para conocer más acerca de la biodiversidad de las especies que habitan este tipo de estructuras.

## CONSIDERACIONES FINALES

Consideramos que los objetivos establecidos para el hundimiento del buque (crear un sitio atractivo de buceo y un lugar de referencia para la investigación científica) han sido cumplidos hasta esta etapa del proyecto.

Dados los resultados preliminares, se recomienda incluir dentro del estudio la realización de censos en la parte interna de la embarcación,

así como realizar inmersiones nocturnas con el fin de complementar la información generada.

Actualmente, el PNSAV y el Acuario de Veracruz son las únicas instituciones que han realizado estudios sobre ictiofauna en el buque C-50 "Riva Palacio" contemplando ampliar el proyecto llevando a cabo monitoreos comparativos en los arrecifes naturales cercanos.

## LITERATURA CITADA

- Alcalá, A.C., L.C. Alcalá, E.D. Gómez, M.E. Cowan, y H.T. Yap, 1981. Growth of certain corals, mollusks and fish in artificial reefs in the Philippines. Proceedings of the Fourth International Coral Reefs Symposium. Manila, Filipinas. Vol. 2. 68 p.
- Bayle Sempere, J.T., A.A. Ramos Esplá, y J.A. Palazón, 2001. Análisis del efecto producción-atracción sobre la ictiofauna litoral de un arrecife artificial alveolar en la reserva marina de Tabarca (Alicante). *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 17(1-2):73-85.
- Baynes, T.W., y A.M. Szmant, 1989. Effect of current on the sessile benthic community structure of an artificial reef. *Bull. Mar. Sci.* 44:545-566.
- Bohnsack, J.A., D.L. Johnson, y R.F. Ambrose, 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. Artificial habitats for marine and freshwater fisheries. Academic Press. USA. 61-107.
- Camacho, B., 2007. Composición de la comunidad íctica en el arrecife artificial Ex-Cañonero C-50 Rivapalacio en el Sistema arrecifal veracruzano. Tesis profesional de Licenciatura en Biología Marina. ITBOCA. Boca del Río, Ver. México. 136 p.
- Campos, J.A. y Gamboa, C., 1989. An artificial tire-reef in a tropical marine system: a management tool. *Bull. Mar. Sci.* 44(2):757-766.
- Carricart Gavinet, J.P. y G. Horta Puga, 1993. Arrecifes de Coral de México. p. 80-90. *In: S. Salazar Vallejo, S. y N. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera en México. CONABIO-CIQRQ. México. 865 p.*
- Davis, D., y C. Tisdell, 1995. Recreational SCUBA-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 26, 19-40.
- Davis, D., y C. Tisdell, 1996. Economic management of recreational scuba diving and the environment. *Journal of Environmental Management*, 48, 229-248.
- Guzmán, H. M., J. Campos, C. Gamboa, y W. A. Bussing, 1986. Un arrecife artificial de llantas: su potencial para el manejo de pesquerías. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 15(1):249-254.
- Harvey, E., D. Fletcher, y M. Shortis, 2002. Estimation of reef fish length by divers and by stereo-video. A first comparison of the accuracy and precision in the field of living fish under operational conditions. *Fish. Res.*, 57:255-265.
- Heilprin, A., 1890. The corals and coral reefs of the Western waters of the Gulf of Mexico. Proceedings of the Academic of Natural Science of Philadelphia p. 303-318.
- Hoetjes, P.A., L. Kong, R. Juman, A. Miller, M. Miller, K. de Meyer, y A. Smith, 2002. Status of coral reefs in the Eastern Caribbean: The OECS, Trinidad and Tobago, Barbados and the Netherlands Antilles. p 325-342. *In: C. Wilkinson (Ed.) Status of Coral Reef of the World: 2002. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 378 p.*
- Humann, P., y N. Deloach, 2002. Reef fish identification. Florida, Caribbean and Bahamas. New World Publications, Inc. 3rd. Edition. U.S.A., 481 p.

- Lieske, E., y R. Myers, 1998. Guía de Identificación Peces de arrecifes coralinos del Indo-Pacífico y Caribe. Ediciones OMEGA. Barcelona, España. 400 p.
- Lindberg, W.L., y G. Relini, 2000. Integrating evaluation into reef project planning. p. 195-234. *In:* W. Seaman, (Ed.) Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats. CRC Press. USA. 246 p.
- Nakamura, M., 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bull. Mar. Sci.*, 37:271-278.
- Nava, G., 2002. Patrones de distribución y abundancia de la ictiofauna del arrecife Isla Verde. Tesis Profesional Facultad de Biología Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México. 66 p.
- Okamoto, M., T. Kuroki, y T. Murai., 1979. Preliminary studies on the ecology of fishes near artificial reefs. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45(6):709-713.
- PNSAV (Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano), 2004. Manual del seminario para la prevención de accidentes en pecios. 21 p.
- Pérez Hernández A., 1989. Composición, zoogeografía y presión ambiental de la ictiofauna del Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Profesional Facultad Biología Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 86 p.
- Pickering, H., D. Whitmarsh, y A. Jensen, 1998. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential. CEMARE. Res. Pap. No. 131. 17 p.
- Polovina, J.J., 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats. Artificial habitats for marine and freshwater fisheries. Academic Press. USA. 153-176.
- Pratt, J.R., 1994. Artificial habitats and ecosystem restoration: managing for the future. *Bull. Mar. Sci.*, 22:221-227.
- Rilov, G., y Y. Benayahu, 2000. Fish assemblage on natural versus artificial reefs. The rehabilitation perspective. *Mar. Biol.*, 136:931-942.
- Rooker, J.R., Q.R. Dokken, C.V. Pattengill, y G.J. Holt, 1997. Fish assemblages on artificial and natural reefs in the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary, USA. *Coral Reefs*, 16:83-93.
- Rubec, P.J., 1999. GIS as a tool for research, management and placement of artificial reef fisheries. p. 112-121. *In:* Florida Artificial Reef Summit '98, West Palm Beach, Florida.
- SAS Institute, Inc., 1990. SAS – User guide: Statistical Version 6. Cary, N.C. United States.
- Seaman, W., 1995. Artificial habitats for fish. p. 93-104. *In:* W.N. Nierenberg, (Ed.). Encyclopedia of Environmental Biology Vol. 3. Academic Press. San Diego. 2114 p.
- Seaman, W., y L.M. Sprague, 1991. Artificial habitat practices in aquatic systems. Artificial habitat for marine and freshwater fisheries. Academic press. USA. 1-30 p.
- Seaman, W., y A.C. Jensen, 2000. Purpose and practices of artificial reef evaluation. Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats. CRC Press. USA. 1-19.
- Secretaría de Marina, 2003. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Estudio que fundamenta su declaración e instrumentos legales emitidos por el ejecutivo federal relacionados con ésta Área Natural Protegida”. Reporte Interno. 152 p.
- Svane, I., y J.K. Petersen, 2001. On the problems of Epibioses, Fouling and Artificial Reefs, a Review. *Mar. Ecol.*, 22(3):169-188
- Van Treeck, P., y H. Schuhmacher, 1998. Mass diving tourism. A new dimension calls for new management approaches. *Mar. Pollut. Bull.*, 37(8-12):499-504.
- Vargas Hernández, J.M., G. Nava Martínez y M.A. Román Vives, 2002. Peces del Sistema Arrecifal Veracruzano. p. 17-29. *In:* P. Guzmán Amaya, C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva López (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. INP y Universidad Veracruzana. 431 p.

**Anexo 1.** Lista sistemática de peces identificados y su ubicación en el arrecife artificial C-50 “Riva Palacio”.  
(\*Nuevo Registro para el SAV)

**Familia SYNODONTIDAE**

*Synodus intermedius* (Spix y Agassiz, 1829)  
Cubierta: 1, 4, 5; Estribor: 3B, 4C; Babor: 5B.

**Familia AULOSTOMIDAE**

*Anlostomus maculatus* (Valenciennes, 1837)  
Cubierta: 3.

**Familia HOLOCENTRIDAE**

*Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765)  
Babor: 5B.

**Familia SPHYRAENIDAE**

*Sphyræna barracuda* (Edwards en Catesby, 1771)  
Cubierta: 2; Estribor: 4B.

**Familia SERRANIDAE**

*Epinephelus adscensionis* (Osbeck, 1765)  
Cubierta: 1, 2, 5; Estribor: 2C, 5B; Babor: 4B, 5B.

*Hypoplectrus puella* (Cuvier y Valenciennes, 1828)  
Cubierta: 5; Babor: 2B.

*Mycteroperca interstitialis* (Poey, 1860)  
Babor: 3B.

*Mycteroperca phenax* (Jordan y Swain, 1884)  
Cubierta: 1; Estribor: 4B; Babor: 1C, 4B.

*Paranthias furcifer* (Cuvier y Valenciennes, 1828)  
Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1C; Babor: 2B, 5B, 5C.

*Rypticus maculatus* (Holbrook, 1855)  
Cubierta: 1; Babor: 2B

\**Serranus subligarius* (Cope, 1870)  
Babor: 4B.

**Familia CARANGIDAE**

\**Carangoides bartholomaei* (Cuvier en Cuvier y Valenciennes, 1833) Estribor: 1C, 2B; Babor: 1B.

*Carangoides ruber* (Bloch, 1793)  
Cubierta: 3; Babor: 1C, 2C

*Caranx crysos* (Mitchill, 1815)  
Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Babor: 1C, 3C, 4C.

*Caranx latus* (Spix y Agassiz, 1831)  
Estribor: 2C.

\**Decapterus macarellus* (Cuvier en Cuvier y Valenciennes)  
Cubierta: 2, 5; Estribor: 1B, 5B.

*Decapterus punctatus* (Cuvier, 1829)  
Cubierta: 1, 3, 5; Estribor: 1C, 2A, 3C, 4B, 5B, C; Babor: 2A,C, 5C.

*Seriola rivoliana* (Valenciennes en Cuvier y Valenciennes, 1833) Cubierta: 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 3B; Babor: 1B,C, 3C, 5B.

**Familia SCOMBRIDAE**

\**Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810)  
Estribor: 2A ; Babor: 4A

**Familia LUTJANIDAE**

*Lutjanus analis* (Cuvier en Cuvier y Valenciennes, 1828)  
Babor: 4B

*Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758)  
Cubierta: 2, 3, 4; Estribor: 1C, 2C; Babor: 1C, 5B.

*Lutjanus mahogoni* (Cuvier y Valenciennes, 1828)  
Estribor: 1B; Babor: 2C.

*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)  
Cubierta: 4, 5; Estribor: 4B, 5C; Babor: 5B,C

*Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791)  
Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 3A,B,C; Babor: 1B, 1C.

**Familia HAEMULIDAE**

*Anisotremus surinamensis* (Bloch, 1791)  
Estribor: 2B, 3B.

*Anisotremus virginicus* (Linnaeus, 1758)  
Cubierta: 1, 3; Estribor: 1B, 2B,C, 3C, 4C; Babor: 1B,C, 2B, 3C, 4B,C, 5C.

*Haemulon aurolineatum* (Cuvier y Valenciennes, 1830)  
Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 2A,B,C, 3A,B,C, 4B; Babor: 1A,B,C, 2A,C, 3B,C, 5C.

*Haemulon carbonarium* (Poey, 1860) Cubierta: 5.

*Haemulon macrostomum* (Günther, 1859)  
Cubierta: 2.

**Familia SCIAENIDAE**

*Pareques acuminatus* (Bloch y Schneider, 1801)  
Babor: 2B

**Familia MULLIDAE**

*Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793)  
Babor: 4B

**Familia INERMIIDAE**

*Inermia vittata* (Poey, 1861)  
Cubierta: 2.

**Familia SCORPAENIDAE**

*Scorpaena plumieri* (Bloch, 1789)  
Cubierta: 1, 5; Estribor: 4B; Babor: 1B, 3C, 5B.

**Familia CHAETODONTIDAE**

*Chaetodon ocellatus* (Bloch, 1787)  
Cubierta: 1, 5; Estribor: 2C, 5B,C; Babor: 5C

*Chaetodon sedentarius* (Poey, 1860)  
Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 2B,C 3B,C, 4C, 5B,C; Babor: 1C, 2C, 3B,C, 4B,C, 5B,C.

**Familia POMACANTHIDAE**

*Holacanthus bermudensis* (Goode, 1876)  
Cubierta: 1, 2; Babor: 1C, 3C.

*Holacanthus ciliaris* (Linnaeus, 1758)  
Babor: 2B.

*Pomacanthus paru* (Bloch, 1787)  
Cubierta: 1; Babor: 2B.

**Familia POMACENTRIDAE***Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758)

Cubierta: 1, 2, 3, 4; Babor: 2.

*Chromis cyanea* (Poey, 1860)

Cubierta: 2; Estribor: 3B.

*Chromis insolata* (Cuvier y Valenciennes, 1830)

Cubierta: 1, 4, 5; Estribor: 2B, 4B; Babor: 1C.

*Chromis multilineata* (Guichenot, 1853)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 2B.

*Chromis scottii* (Emery, 1968)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1C, 2B,C, 3B,C, 4B, 5C;

Babor: 1C, 2C, 4B,C, 5C.

*Stegastes diencaeus* (Jordan y Rutter, 1897)

Cubierta: 1, 4, 5; Estribor: 2B, 4C; Babor: 2B, 5B.

*Stegastes leucostictus* (Müller y Troschel, 1848)

Cubierta: 2.

*Stegastes partitus* (Poey, 1868)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B, 4B, 5B; Babor: 3B, 4B, 5B.

*Stegastes planifrons* (Cuvier y Valenciennes, 1830)

Cubierta: 1, 2, 5; Babor: 5B.

*Stegastes variabilis* (Castelnau, 1855)

Cubierta: 2; Estribor: 3B; Babor: 5B.

**Familia LABRIDAE***Bodianus pulchellus* (Poey, 1860)

Cubierta: 1, 2; Estribor: 2B.

*Bodianus rufus* (Linnaeus, 1758)Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 2B,C, 3B,C, 4B,C, 5B,C;  
Babor: 1B,C, 2B,C, 4C, 5B,C.*Clepticus parrae* (Bloch y Schneider, 1801)

Cubierta: 2, 4.

*Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1791)

Cubierta: 1,5; Estribor: 1C, 2C; Babor: 3B.

\**Halichoeres socialis* (Randall and Lobel, 2003)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 2B,C, 3B,C, 4B,C; Babor: 2B,C, 3B,C, 4B,C, 5B,C.

*Thalassoma bifasciatum* (Bloch, 1791)

Cubierta: 1, 2, 3, 4; Estribor: 5B,C; Babor: 5B.

**Familia SCARIDAE**\**Nicholsina usta* (Valenciennes en Cuvier y Valenciennes, 1840) Cubierta: 3; Estribor: 3B.*Scarus iserti* (Bloch, 1789)

Babor: 5B

*Sparisoma aurofrenatum* (Cuvier y Valenciennes, 1840)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 3C, 4B; Babor: 1B, 3B, 4B.

*Sparisoma chrysopteryum* (Bloch y Schneider, 1801)

Babor: 2C

*Sparisoma rubripinne* (Cuvier y Valenciennes, 1840)

Cubierta: 4.

*Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788)

Cubierta: 2

**Familia BLENNIIDAE***Parablennius marmoratus* (Poey, 1876)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 2B; Babor: 1C, 2C, 3B,C, 4C.

**Familia GOBIIDAE***Coryphopterus glaucofraenum* (Gill, 1863)

Cubierta: 2.

*Coryphopterus personatus* (Jordan y Thompson, 1905)

Cubierta: 1

\**Coryphopterus punctipetophorus* (Springer, 1960)

Cubierta: 2.

\**Gnatholepis thompsoni* (Jordan, 1904)

Cubierta: 2; Estribor: 1B.

**Familia ACANTHURIDAE***Acanthurus bahianus* (Castelnau, 1855)

Cubierta: 1, 2, 3, 5; Estribor: 4C

*Acanthurus chirurgus* (Bloch, 1787)Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B,C, 2C, 3C, 4B,C, 5B,C;  
1C, 2C, 3C, 4C, 5B,C.*Acanthurus coeruleus* (Bloch y Schneider, 1801)

Cubierta: 2.

**Familia MONACANTHIDAE***Aluterus scriptum* (Osbeck, 1765)

Cubierta: 5

**Familia TETRAODONTIDAE***Canthigaster rostrata* (Bloch, 1786)

Cubierta: 1, 2, 3, 4, 5; Estribor: 1B, 4B, 4C; Babor: 1C, 3C, 5C.

*Sphoeroides spengleri* (Bloch, 1785)

Cubierta: 1, 4, 5; Estribor: 2B, 3B.

**Familia DIODONTIDAE***Diodon hystrix* (Linnaeus, 1758)

Cubierta: 1, 2,5; Estribor: 1B, 2C, 3C, 4B, 5C ; Babor: 1B, 2B,C, 3C.

**Familia ANTENNARIIDAE***Antennarius multiocellatus* (Valenciennes en Cuvier y Valenciennes, 1837)

Cubierta: 2.

**Familia CHAENOPSIDAE**\**Emblemaria pandionis* (Evermann y Marsh, 1900)

Babor: 2B.

**Familia LABRISOMIDAE**\**Malacoctenus triangulatus* (Springer, 1959)

Cubierta: 1, 2; Babor: 2C.

- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Jiménez Badillo M.L., y L.G. Castro Gaspar, 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México, p. 221-240. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

15



# Pesca Artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México

ARTISANAL FISHING IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM NATIONAL PARK, MEXICO

*M.L. Jiménez Badillo*<sup>1\*</sup> y *L.G. Castro Gaspar*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Se realizó una evaluación ecológica, económica y social de la actividad pesquera que se desarrolla en el Área Natural Protegida Sistema Arrecifal Veracruzano. Una evaluación preliminar es presentada. La composición y volúmenes de captura por arte de pesca, estimaciones de las capturas por unidad de esfuerzo y la ganancia por pescador por día para cada tipo de pesquería son reportados. Se presenta un listado de especies que están siendo extraídas a tallas por debajo de la primera madurez. La captura total media fue estimada en 1.9 ton diarias integrada en un 90% por 33 especies. El esfuerzo pesquero fluctuó entre 1 y 10 pescadores por embarcación invirtiendo entre 2 y 24 h por viaje de pesca. La ganancia diaria por pescador promedio \$ 150.00. La captura por unidad de esfuerzo por pesquería fluctuó entre 10 y 50 kg pescador<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. El valor diario de la captura se estimó en \$ 77,400.00. Un análisis de la percepción de los pescadores sobre su recurso, la relevancia de la pesca artesanal para la comunidad y su dependencia de múltiples factores confirman la dificultad para establecer estrategias de manejo. Se plantea la necesidad de una reorientación de la actividad pesquera a fin de promover su rentabilidad y se proponen algunas acciones que pueden conducir a un manejo adaptativo.

## ABSTRACT

An ecological, economic and social evaluation of the fish activity in the Veracruz Reef System National Park, Veracruz, Mexico, was made. A preliminary evaluation of the information is presented here. Catch volumes and compositions by fishing gear, and catch per unit of effort and daily profit per fisherman for each type of fishery are reported. A list of fish species that are caught before reaching the first mature size is showed. The total average of capture was 1.9 ton daily, which represented a 90% of 33 fish species. The fishing effort fluctuated between 1 and 10 fishermen per boat, spending between 2 and 24 h by fishing trip. The catch per unit of effort per fishery fluctuated between 10 and 50 kg per fisherman at day. The

\* e-mail: [ljimenez@uv.mx](mailto:ljimenez@uv.mx)



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

daily profit per fisherman was \$15 USD average. The total value of the catch was estimated in \$ 7,740 USD. The fishermen's perception about their resource, the relevance of the artisanal fishing for the community and the multiple factors from which the fishing activity depends on, makes it difficult to manage. A reorientation of the fish activity in the area is needed in order to improve the fishermen's profit. Some actions that may lead toward an adaptive management are proposed.

## INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), localizado frente al puerto de Veracruz, México, abarcando una extensión de 52 239 has, constituye un área de vital importancia por su alta biodiversidad, su potencial científico, económico, educativo, pesquero, turístico y cultural que representa. Fue declarada Área Natural Protegida en 1992 y recategorizada como Parque Nacional en 2000 (DOF, 2000). Desde entonces la Secretaría de Marina, la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, la Dirección del Parque y la Universidad Veracruzana, han unido esfuerzos para la integración de un Plan de Manejo que regule el aprovechamiento de los recursos ahí existentes. La amplia gama de actividades de tipo portuarias, turísticas, arqueológicas, educativas, pesqueras y de investigación que en el área se desarrollan dificulta la labor ya que, debe establecerse un adecuado balance en el uso de los recursos entre los diferentes usuarios.

Una de las actividades más relevantes por el número de personas que dependen económicamente de ella, es la actividad pesquera. Se ha estimado que en esta área la pesca artesanal es el sustento de alrededor de 500 familias de pescadores registrados y otro número similar de pescadores

libres, además de un gran número de dependientes indirectos entre intermediarios, fileteadores, empresas constructoras de embarcaciones, motores e implementos de pesca (Jiménez, 2006).

La pesca artesanal en esta zona se ha venido desarrollando desde hace cuatro generaciones aproximadamente y evidentemente la nueva situación de Área Natural Protegida genera conflictos entre las actividades de extracción y conservación de los recursos pesqueros. No obstante, existe disposición entre autoridades y usuarios para analizar y definir estrategias de manejo convenientes para todos los usuarios. Pese a que existen algunos estudios que evalúan algunos aspectos de la pesca artesanal en el Golfo de México (Hernández *et al.*, 2000; Lorán *et al.*, 2000; Gómez *et al.*, 2000; Fuentes *et al.*, 2000; Hernández 2002; Pech *et al.*, 2002) la información básica disponible para la toma de decisiones es aún insuficiente. Precisamente, la necesidad de contar con información ecológica, económica y social para la zona que permita establecer un equilibrio entre conservación y explotación de los recursos pesqueros llevó a la realización de la presente investigación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se encuentra localizado entre los 19°15' y 19° 02' latitud N y entre los 96°12' y 95°46' longitud O (DOF, 2000), abarcando los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz, en el Golfo de México. Para evaluar la actividad pesquera en el área se realizaron muestreos mensuales en las localidades de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo, durante el ciclo

anual 2001 a 2002, consistentes en cuantificar volúmenes de captura por especie, artes de pesca empleadas, costo de los insumos empleados por viaje de pesca, valor de venta de los productos pesqueros y ganancia económica obtenida de la comercialización del producto.

El esfuerzo pesquero fue cuantificado por arte de pesca, considerando el número de embar-

caciones, el número de pescadores y el tiempo invertido por viaje de pesca. Se obtuvo información diaria sobre los volúmenes de captura por especie durante los años 2000 a 2002, a partir de las notas de venta de 60 pescadores y de las libretas de los 6 compradores del producto de la zona. Otra fuente de información fueron las estadísticas pesqueras oficiales mensuales de 1990 a 2001, recabadas de la Oficina de Pesca en Veracruz, para los tres municipios.

Se aplicaron 396 encuestas a pescadores, espasas de pescadores, intermediarios en la venta de los productos pesqueros y habitantes de la comunidad de pescadores a fin de obtener su percepción sobre: el medio ambiente, la pesca como estilo de vida, la función de un área protegida, alternativas económicas y su perspectiva sobre el

futuro. A través de todo el proyecto se realizaron diversas reuniones con los pescadores y sus representantes a fin de definir objetivos, informar sobre avances y afinar la información recabada.

Para la integración, organización y manejo de la información recabada, se elaboró una base de datos en MS ACCESS. En el manejo de la información se emplearon criterios técnicos, ecológicos y económicos de acuerdo a Sparre y Venema (1995). Las primeras evaluaciones con base en criterios técnicos y económicos se presentan en este documento. La evaluación socioeconómica puede ser consultada en Jiménez (2007). La evaluación del impacto de la pesca sobre el PNSAV, con base en criterios ecológicos aún se encuentra en proceso de desarrollo.

## RESULTADOS

La actividad pesquera en el área de influencia del PNSAV, se centra en la localidad de Antón Lizardo en donde se extrae el 86 % de las capturas y en Veracruz donde se extrae el 13 %. Los pescadores del municipio de Boca del Río enfocan su atención a la pesca en lagunas y ríos predominando la captura de camarón y ostión. Su actividad dentro del área de influencia del PNSAV es mínima.

La captura total media fue estimada en 1.9 toneladas diarias. Las capturas están integradas por alrededor de 90 especies de peces óseos, cinco de tiburón, cuatro de rayas, una de langosta, dos de pulpo y una de caracol, cuyo listado se presenta en la Tabla 1. El nombre científico de las especies fue determinada y registrada en un catálogo de especies y artes de pesca empleadas en el PNSAV (Jiménez *et al.*, 2006).

Los aproximadamente 500 pescadores que realizan esta actividad en la zona, se encuentran agrupados en 13 sociedades cooperativas, emplean alrededor de 200 embarcaciones con motor fuera de borda y utilizan diferentes artes de pesca que involucran: redes, líneas, actividades de golpeo, buceo y colecta manual, cada una de las cuales captura una gran diversidad de especies (Tabla 2).

Se estima que existen alrededor de 500 pescadores más que no están registrados y operan dentro del área.

El 90 % del volumen de captura está representado tan solo por 33 especies (Fig. 1). Las especies restantes se presentan en escaso volumen.

La temporalidad de aparición de las diferentes especies fluctúa entre 2 y 12 meses (Anexo 1). El esfuerzo pesquero va de 1 a 10 pescadores por embarcación, que invierten de 2 a 24 h por viaje (Tabla 3). El costo de los insumos por viaje de pesca, que incluye: gasolina, aceite, hielo, almuerzo y en casos particulares la carga de oxígeno para bucear, va de \$270.00 a \$604.00 por viaje. El valor de las especies a pie de playa fluctúa entre \$4.00 y \$78.00 por kilogramo. La ganancia diaria por pescador varía entre \$26.00 y \$402.00, en promedio \$150.00 diarios (Tabla 4).

Las estimaciones de Captura por Unidad de Esfuerzo por arte de pesca (CPUE) fluctuaron entre 10 y 50 kg pescador<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, con picos en la temporada de Semana Santa (Fig. 2). Las condiciones climáticas en la zona (una larga temporada de nortes), provocan que la pesca se realice solo durante 230 días al año. Durante este tiempo los pescadores deben generar recursos económicos

Tabla 1. Especies que constituyen la pesca artesanal del PNSAV.

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre en Inglés
Abadejo	<i>Micropogonias undulatus</i>	Gag
Agustín Lara, Pez puerco, Cochino	<i>Aluterus scriptus</i>	Scrawled filefish
Alecrín, Tiburón azul	<i>Isurus paucus</i>	Atlantic mako
Arpón	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Doctor fish
Atún	<i>Thunnus atlanticus</i>	Blackfin tuna
Balaju, Malaju, Pajarito	<i>Hemirhamphus brasiliensis</i>	Ballyhoo
Bandera	<i>Bagre marinus</i>	
Basínico	<i>Lutjanus buccanella</i>	
Besugo	<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Vermilion snapper
Bonito	<i>Euthynnus alletteratus</i>	
Boquilla	<i>Haemulon plumieri</i>	White grunt, Grunt
Brotula, Rotula, Lengua	<i>Brotula barbata</i>	Bearded brotula
Bulcayo	<i>Centropristis ocyurus</i>	Bank sea bass
Burro	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Blackmargate
Caballera	<i>Lutjanus jocu</i>	
Caballo, Sabalate, Ojón	<i>Priacanthus arenatus</i>	Atlantic bigeye
Cabrilla	<i>Epinephelus spp</i>	
Candil	<i>Holocentrus spp.</i>	
Caña hueca	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Atlantic sharpnose shark
Cazón ley	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Black fin shark
Cherna aletas amarillas	<i>Epinephelus flavolimbatus</i>	Yellowedge grouper
Chivo	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	Yellow guoatfish
Chopa Blanca	<i>Kyphosus sectator</i>	Bermuda sea chup
Chopa Amarilla, Chopa Negra	<i>Kyphosus incisor</i>	Yellow sea chub
Cochino	<i>Balistes caprisicus</i>	Grey triggerfish
Cojinuda	<i>Caranx crysos</i>	Blue runner
Conejo, Tambor, Rascasio	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Smooth puffer
Cubera	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Cubera snapper
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish
Dragón	Familia Branchiostegidae	
Gallineta, Gallina	<i>Epinephelus guttatus</i>	
General	<i>Epinephelus cruentatus</i>	Graysby
Gobia	<i>Rachycentron canadum</i>	Cobia
Huachinango	<i>Lutjanus campechanus</i>	Northern red snapper
Jurel amarillo, Jurel vaca	<i>Caranx hippos</i>	Crevalle jack
Jurel blanco	<i>Caranx latus</i>	Horse eye jack
Lairón	<i>Anguila rostrata</i>	American eel
Langosta	<i>Panulirus argus</i>	
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	Flathead mullet

Tabla 1 (Continuación). Especies que constituyen la pesca artesanal del PNSAV.

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre en Inglés
Macabi, Machete	<i>Elops saurus</i>	Ladyfish
Marrrajo, Tiburón aletas puntas negras	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Black fin shark
Medregal	<i>Seriola zonata</i>	Banded rudderfish
Mero	<i>Epinephelus morio</i>	
Mojarra plateada	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Silver mojarra
Morena manchada	<i>Gymnothorax moringa</i>	Spotted moray
Negrillo	<i>Epinephelus nigritus</i>	Warsaw grouper
Palometa	<i>Trachinotus goodei</i>	Permit
Pampanera	<i>Trachinotus falcatus</i>	Permit
Pámpano	<i>Trachinotus carolinus</i>	Permit
Pargo habanero	<i>Lutjanus analis</i>	Motton snapper
Pargo juanito	<i>Lutjanus mabogni</i>	
Payaso	<i>Anisotremus virginicus</i>	Porkfish
Peto	<i>Scomberomorus cavalla</i>	King mackerel, Kingfish
Pico ahuja, Picha, Pica	<i>Tylosurus spp.</i>	
Picuda, Barracuda	<i>Sphyrna barracuda</i>	
Plátano, Iguana	<i>Synodus foetens</i>	Inshore lizardfish
Plumón	<i>Calamus penna</i>	Sheepshead porgy
Pluma Tigre	<i>Calamus calamus</i>	Saureceye porgy
Princesa	<i>Halichoeres radiatus</i>	Puddingwife wrasse
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	Octopus
Quiebracuchillo	<i>Oligoplites saurus</i>	Atlantic leather jack
Rascasio, Pez escorpión	<i>Scorpaena plumieri</i>	Rockfish
Raya del Golfo	<i>Raja texana</i>	Roundel skate
Robalo blanco	<i>Centropomus undecimalis</i>	Common snook
Ronco, Ronco de yodo	<i>Conodon nobilis</i>	Barred grunt
Rubia	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Yellowtail snapper
Sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>	Tarpon
Salmonete	<i>Selar crumenophthalmus</i>	
Sargo	<i>Archosargus probatocephalus</i>	Shep shead
Sierra	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Spanish Mackerel
Tiburón chato, Toro	<i>Carcharhinus leucas</i>	Bull shark
Tiburón Martillo, Cornuda	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead
Tolete	<i>Sphyrna guachancho</i>	Guachanche barracuda
Vieja	<i>Sparisoma spp.</i>	
Villajaiba	<i>Lutjanus synagris</i>	Lane snapper

**Tabla 2.** Artes de pesca y pesquerías que integran la pesca artesanal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Artes de Pesca		Especies Capturadas
Redes	Agallera	Chopa, Burriquete, Cabrilla, Peto, Boquilla, Parguete, Rubia, Bonito, Doncella, Lora, Pargo, Medregal, Picoahuja, Arpón, Sierra, Palometa, Pampanera, Pampano, Pluma, Caballo, Cazón, Burro, Cojinuda, Jurel Vaca, Ronco, Sargo, Jurel Blanco, Macabi, Picuda, Anchoa, Caballera, Chivo, Negrillo, Perro, Villajaiba, Cochino, Medregal, Bandera, Chicharrita, Cintilla, Cubera, Curvina, Gallo, General, Jurel Amarillo, Payaso, Sardina, Tolete, Zapatera.
	De Cerco	Doncella, Medregal, Sierra, Arpón, Cabrilla, Cojinuda, Negrillo, Rubia, Tolete, Abadejo, Besugo, Caballo, Chopa, Dragón, Huachinango, Jurel Vaca, Jurel Amarillo, Jurel Blanco, Medregal Chino, Pargo Habanero, Parguete, Peto, Picoahuja, Robalo Blanco, Villajaiba.
	Charanguera	Lora, Arpón, Pluma, Rubia, Pargo.
	Carnadera	Jiniguaro, Balajú, Lebrancha, Sardina y Quiebracuchillo.
	Atarraya y Cedazo	Manjúa (juveniles de diversas especies)
Líneas	Cordel y Anzuelo	Rubia, Peto, Pluma, Medregal, Cabrilla, Villajaiba, Boquilla, Huachinango, Caballo, Besugo, Candil, Pargo Juanito, Pargo Habanero, Cubera, Cochino, Jurel Vaca, Tolete, Negrillo, Parguete, Bonito, Caballera, Cañahuca, Jurel Blanco, Cojinuda, Picuda, Doncella, Brótula, Cabezón, Chopa, Dragón, Picoahuja, Raya del Golfo, Abadejo, Atún, Basinico, Burro, Cherna Aleta Amarilla, Dorado, Jirigolo, Jurel Amarillo, Macabi, Pargo Dientón, Sacristán, Salmonete, Arpón, Bacalao, Burriquete, Conejo, Gallo, Medregal Amarillo, Palometa, Pargo Mulato, Rascacio, Sargo, Sierra, Tiburón Martillo, Tiburón Chato, Trucha de Mar.
	Palangre	Cazón, Medregal, Peto, Caballera, Boquilla, Caballo, Cabrilla, Rubia, Bacalao, Candil, Huachinango, Pargo Habanero, Pargo Juanito, Tiburón Aletudo, Pluma, Abadejo, Besugo, Brótula, Cherna Aleta Amarilla, Chopa, Jurel Vaca, Jurel Amarillo, Picuda, Tiburón Martillo, Villajaiba, Atún, Basinico, Bonito, Burriquete, Conejo, Cubera, Diablo, Dorado, Gallineta, Gobia, Jurel Blanco, Lairón, Palometa, Parguete, Raya del Golfo, Tolete, Negrillo.
	Cimbra	Cazón, Peto, Tiburón Aletudo, Medregal, Caballo, Jurel Vaca, Rubia, Chopa, Pargo Habanero, Arpón, Jurel Blanco, Jurel Amarillo, Atún, Caballera, Cabrilla, Candil, Huachinango, Negrillo, Parguete, Raya del Golfo, Tiburón Martillo, Bacalao, Lora, Pargo Juanito, Picoahuja, Picuda, Pluma, Abadejo, Tiburón Azul, Boquilla, Brótula, Chivo, Cubera, Palometa, Tolete, Basinico, Burriquete, Burro, Cherna Aletas Amarillas, Chicharrita, Cojinuda, Diablo, Dorado, Gallineta, Machete, Perro, Robalo Blanco, Tiburón Chato, Villajaiba.
	Rosario	Besugo, Huachinango, Pluma, Cabezón, Medregal, Villajaiba, Boquilla, Cabrilla, Cojinuda, Negrillo, Pargo Habanero, Parguete, Sabaleta, Cherna Aletas Amarillas, Rubia, Trucha de Mar, Besugo Blanco, Brótula, Bulcallo, Burriquete, Cochino, Dragón, Lairón, Ronco, Tigre.
	Curricán	Peto, Rubia, Medregal, Atún, Bonito, Abadejo, Arpón, Besugo, Caballera, Cherna Aletas Amarillas, Cochino, Doncella, Jurel Vaca, Jurel Blanco, Negrillo, Parguete, Picoahuja, Picuda, Pluma, Sardina, Sargo.
	Cala o Vara	Huachinango, Pluma, Villajaiba, Besugo, Boquilla, Medregal, Rubia.
Golpeo	Arpón, Físga ó Chuzo	Cabrilla, Pulpo, Medregal, Parguete, Negrillo, Sargo, Burriquete, Chopa, Doncella, Picuda, Pluma, Burro, Caballera, Pargo Habanero, Pargo Juanito, Peto, Arpón, Bacalao, Boquilla, Candil, Chivo, Cochino, Jurel Blanco, Langosta, Mero, Mojarra Plateada, Rubia, Sierra, Villajaiba, Zapatera
	Gancho	Pulpo
Buceo	Colecta manual	Caracol

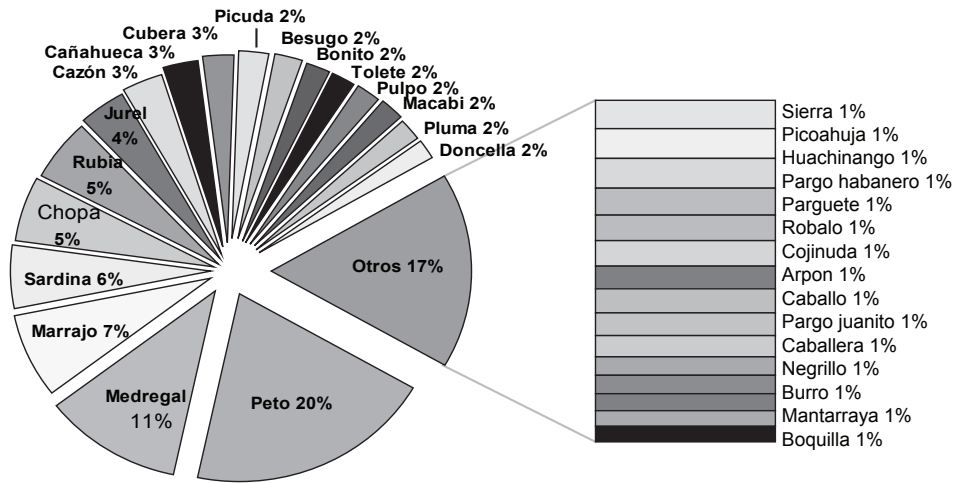


Figura 1. Especies que constituyen el 90 % del volumen de las capturas.

Tabla 3. Esfuerzo pesquero expresado en términos de número de pescadores, número de embarcaciones y tiempo invertido por viaje de pesca en cada localidad.

Pesquería	Localidad	No. Pescadores	No. Lanchas	Tiempo invertido (h)
Agallera	Veracruz	3 - 6	4	1:25 - 12:35
	Antón Lizardo	4 - 8	17	1:15 - 17:00
Cordel y anzuelo	Veracruz	1 - 4	12	5:20 - 24:30
	Antón Lizardo	2 - 10	34	2:00 - 24:00
Palangre	Antón Lizardo	2 - 5	13	2:45 - 21:10
Cimbra	Veracruz	2	1	10:00
	Antón Lizardo	2 - 10	23	13:00 - 28:00
Rosario	Veracruz	1-3	12	6:00 - 13:10
Curricán	Veracruz	1 - 4	10	05:15 - 9:45
	Antón Lizardo	1 - 4	16	04:15 - 21:20
Arpón	Veracruz	3	1	10:00
	Antón Lizardo	2 - 10	9	06:10 - 17:00
Gancho pulpero	Veracruz	1 - 5	4	04:00 - 8:00
	Antón Lizardo	1 - 6	3	08:00

que les permitan cubrir sus gastos de todo el año. Motivo por el cual en los días posibles de pesca dentro de la temporada de nortes el esfuerzo incrementa.

La venta del producto se realiza a través de seis bodegas en Antón Lizardo, dos en Boca del Río y un mercado en Veracruz. El valor diario de las capturas es fluctuante y depende de la relación oferta-demanda a nivel nacional; sin embargo, puede estimarse un promedio de \$77,400.00. De

23 de las 90 especies de peces evaluadas al momento, 9 están siendo explotadas fuera de la normatividad que se señala en las NOM-009-PESC-1993, NOM-029-PESC-2000 y en el Acuerdo del 17 de mayo de 1991 (DOF, 2000; Guzmán *et al.*, 2002; DOF, 2006; www.conapesca.gob.mx) ó a tallas menores a la de primera madurez reportadas en Froese y Pauly (2003), lo que representa una presión sobre su potencial reproductivo (Tabla 5).

Tabla 4. Tiempo y dinero invertido por viaje de pesca y ganancia por pesquería.

Pesquería	Tiempo invertido por viaje de pesca (h/día)	Valor diario de la captura (\$)	Insumos por viaje (\$)	Ganancia pescador/día (\$)
Agallera	6	18,677	604	82
Cordel y Anzuelo	10 y 24	15,729	302	26
Palangre	13 y 19	15,012	428	242
Cimbra	24	13,202	446	21
Rosario	11 y 12	8,830	336	200
Curricán	8	6,669	330	73
Arpón	7	5,681	330	50
Gancho pulpero	6	5,632	270	402

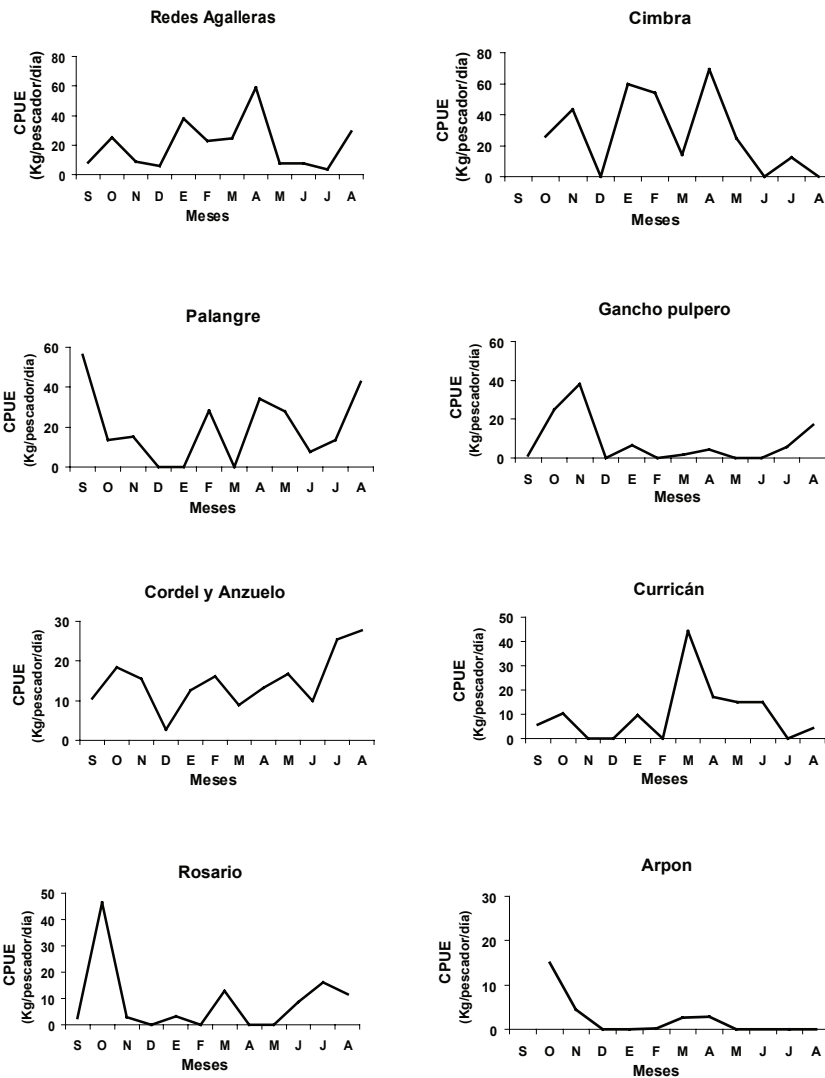


Figura 2. Captura por unidad de esfuerzo (Kg/pescador/día) por arte de pesca, en un ciclo anual.

**Tabla 5.** Especies que están siendo capturadas por debajo de la talla de primera madurez. Se señalan exclusivamente las artes de pesca que capturan las tallas inadecuadas de estas especies.

Nombre científico	Nombre común	Arte de Pesca	Talla mínima de captura (Longitud Total, cm)	Madurez gonádica (Longitud Total, cm)	
				Hembras	Machos
<i>Thunnus atlanticus</i>	Atún	Cimbra	62	120	120
		Curricán	63		
		Palangre	73		
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Besugo	Cordel y anzuelo	19	31	25.5
		Rosario	18		
<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo	Cordel y anzuelo	115	185 - 200	140 - 165
		Palangre	125		
<i>Lutjanus campechanus</i>	Huachinango	Cordel y anzuelo	24	31	
		Cimbra	26		
		Palangre	26.5		
		Rosario	24		
<i>Caranx latus</i>	Jurel blanco	Cordel y anzuelo	33	34	34
		Cimbra	33		
<i>Calamus penna</i>	Pluma	Agallera	21	30 - 50	30 - 50
		Cordel y anzuelo	20		
		Arpón	25		
		Cala	24		
		Cimbra	25		
		Curricán	25		
		Rosario	20		
<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo	Arpón	4*		11*
		Gancho pulpero	4		
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rubia	Agallera	16	29 - 31	13 - 17
		Cordel y anzuelo	16		
		Palangre	22		
<i>Sphyrna guachancho</i>	Tolete	Cordel y anzuelo	35	35	
		Cimbra	34		

\* Se refiere a longitud del manto (cm)

Los resultados de la evaluación socioeconómica de las comunidades pesqueras y la percepción de los pescadores ante la nueva situación de

ver convertida su área de pesca en un área natural protegida, pueden consultarse en Jiménez (2007).

## DISCUSIÓN

El análisis de la pesca artesanal en el PNSAV, permite ratificar lo que López (1992), Bretón (2002) y Quiroga *et al.* (2002) apuntan con relación a que esta es una actividad de subsistencia, que no es económicamente productiva, puesto que se basa en una amplia gama de especies con un valor económico bajo. El panorama que aquí se presenta no dista mucho de lo que han reportado

otros autores acerca de la pesca artesanal que se desarrolla en otros estados e incluso países (Espino *et al.*, 2002; Saucedo y Silva 2002; Mensah y Antwi, 2002; Alcalá, 2003; Morán, 2004; Carozza *et al.*, 2004; Bretón *et al.*, 2006).

La posición de la pesca artesanal a nivel mundial como una actividad generadora de alimento e ingresos básicos para la supervivencia de im-



portantes poblaciones pesqueras, sus familias y trabajadores de otras actividades relacionadas con la pesca, la ubican en una posición prioritaria de atención. En este caso particular, la necesidad de atención se exagera por la nueva condición de área protegida que obliga a establecer áreas restringidas a la pesca.

Tradicionalmente el manejo de los recursos pesqueros se ha basado en el establecimiento de épocas de veda, regulación de aberturas de malla y tallas mínimas de captura y en ocasiones restricción en el uso de determinados equipos de pesca. Para fundamentar el establecimiento de estas medidas se requiere un conocimiento profundo de aspectos básicos de la biología de las especies capturadas, así como de la selectividad y coeficientes de capturabilidad de los equipos de pesca empleados; datos que para la mayoría de las pesquerías se desconocen. Además su implementación requiere de un proceso de asimilación por parte de los pescadores y de un eficiente mecanismo de control y vigilancia que garanticen su cumplimiento.

Las deficiencias en este proceso y la necesidad de la autoridad de actuar con oportunidad ante la demanda del sector, ha conducido a basar las decisiones de manejo en los recursos y la información disponibles que en la mayoría de los casos es insuficiente. Es una práctica habitual aplicar la normatividad existente que en ocasiones es generalizada, siendo que es necesaria la normatividad específica por zona geográfica, especie y arte de pesca.

Para el manejo de la pesquería artesanal, la situación se complica aún más, dado la gran variedad de especies capturadas y los diversos equipos de pesca que deben ser regulados simultáneamente. En esta situación particular, se agrega la necesidad de comprender las interrelaciones existentes entre las diferentes especies capturadas y como las diferentes artes de pesca inciden sobre los diferentes recursos. La comprensión del funcionamiento del ecosistema que permita tomar decisiones más razonadas es una meta cuyo proceso para alcanzarla se inicia con los resultados que aquí se presentan.

La información generada al momento y que se presenta en este documento constituye la base de este análisis que pretende integrar un componente biológico, un componente humano y un componente legal con los cuales se espera estar en condiciones de hacer recomendaciones de manejo viables para la zona. La gran cantidad de variables ecológicas, tecnológicas, socioeconómicas y políticas de que depende la pesca, obliga a profundizar en la comprensión de sus procesos y ciclos para promover su ordenamiento con bases científicas, lo cual puede tomar varios años.

Mientras tanto, debe considerarse que las familias que dependen de la pesca para su supervivencia, que de acuerdo a Jiménez (2007) constituyen el 60%, no pueden evitar continuar realizando la extracción de los recursos sin un control como hasta ahora lo han hecho, por lo que se vuelve indispensable la pronta implementación de acciones con el escaso conocimiento que se tiene, si se desea evitar el riesgo de caer en lo que McManus (1997) señala como una sobrepesca Maltusiana, que involucra sobrepesca de crecimiento, de reclutamiento y de ecosistema, consecuencias de un manejo nulo. Existe ya evidencia de una disminución en las capturas por unidad de esfuerzo en la zona de los años 2000 a 2002 (Jiménez *et al.*, en prensa), lo que constituye una señal de alerta.

Se ha detectado en alrededor del 70% de la comunidad de pescadores una conciencia ecológica que debe ser aprovechada para proponer un manejo racional de los recursos. Pero debe tomarse en cuenta que la participación de los pescadores en la conservación de los recursos pesqueros estará asegurada siempre y cuando se garantice que su calidad de vida mejore, lo que puede lograrse a través de la implementación de proyectos productivos (Jiménez, 2007).

A este respecto, se están evaluando posibles alternativas, como el cultivo de pulpo (capítulo 17, esta obra) pero como señala McManus (1997), esta es una tarea particularmente difícil que requiere consideraciones tan diversas como evaluaciones de mercado, entrenamiento, equidad de género, labor de niños, impacto ambiental cuando se trata de industrias y efectos sobre la

calidad de vida, todo lo cuál debe abordarse bajo el esquema de manejo integral de zona costera.

La implementación de arrecifes artificiales, actividades de ecoturismo y maricultura, el análisis de la cadena productiva, mecanismos para dar valor agregado a los productos pesqueros, etc., constituyen otras alternativas que podrían evaluarse a fin de establecer su viabilidad y contribución para hacer de la pesca una actividad más competitiva.

Mientras se avanza en este proceso, a continuación se proponen algunas acciones de manejo que pueden ser implementadas a la brevedad posible:

Realizar talleres participativos entre pescadores, autoridades, científicos y otros usuarios de los recursos del parque a fin de conocer el papel de cada uno de ellos en el manejo de los recursos pesqueros y analizar diferentes opciones de manejo. Esto contribuirá a hacer consciencia en los pescadores sobre la relevancia de su actuación y como ellos pueden contribuir activamente en su manejo haciéndoles partícipes de la responsabilidad que ello implica.

Derivado de este análisis, asignar a determinados grupos de pescadores áreas específicas de pesca –ateniendo a las recomendaciones de Jentof (2005) sobre derechos de propiedad– en las cuales solo se podrá utilizar artes de pesca específicas. En virtud de lo variable que es la disponibilidad de los recursos, estas áreas deberán ser rotadas entre los diferentes grupos de pescadores en períodos específicos de tiempo a fin de evitar conflictos. Para que esta propuesta pueda implementarse es indispensable que previamente se trabaje en establecer organizaciones claramente definidas que operen y funcionen como tal, lo cual puede lograrse a través de capacitación y talleres participativos con los pescadores donde reconozcan la ventaja de estar organizados.

Considerando la experiencia de los pescadores sobre la movilidad de los recursos pesqueros, se

recomienda evaluar junto con ellos la viabilidad y ventajas de cerrar permanentemente áreas a la pesca a la vez que se deberán analizar actividades alternativas.

Continuando con el proceso en el que el pescador se involucra en el manejo de los recursos pesqueros, se recomienda establecer junto con ellos programas de protección y vigilancia de los recursos asignando para ello colores y claves específicos por embarcación relativos a las áreas y equipos de pesca permitidos por grupo de pescadores.

Determinar las pesquerías más rentables y eficientes a fin de promover su desarrollo preferentemente a las demás.

Involucrar a los comerciantes de los productos pesqueros en el control de las tallas mínimas de captura, exhortándolos a no comprar peces de tallas menores a las reglamentarias.

Estas acciones van encaminadas a implementar lo que Walters y Hilborn (1976) reconocen como un manejo adaptativo, esto es, no esperar hasta tener toda la información necesaria para manejar los recursos, sino tomar decisiones con la información que se tiene disponible, implementar medidas de regulación, replicar, controlar y evaluar en sitios específicos para ver qué funciona, monitorear y evaluar como las poblaciones de peces y los pescadores responden a dicha reglamentación e ir adecuando las normas y acciones con base en dichas respuestas. Con la información aquí presentada se cuenta con el insumo suficiente para iniciar este proceso.

Por otra parte, el éxito que se logre con estas acciones permitirá evaluar que tan preparado está el sector pesquero en Veracruz para adoptar el esquema de co-manejo recomendado y aplicado en algunas pesquerías costeras (Berkes *et al.*, 2001; Castilla y Defeo, 2004; Murillo, 2004; Bretón *et al.*, 2006).

## CONCLUSIONES

La pesca artesanal en el PNSAV involucra a una gran cantidad de especies, cuya interrelación y carencia de parámetros básicos dificulta su manejo. Esta actividad es la fuente de ingresos para una población humana importante, por lo que su reorientación es indispensable. Debido a que CPUE ha disminuido así como a que se trata de un área natural protegida, es urgente generar la reglamentación que permita un aprovechamiento sustentable del recurso.

La información aquí presentada sirve de referencia a las autoridades para dimensionar la pesca artesanal que se realiza en el PNSAV, comprender como opera y como afecta a las comunidades pesqueras. Con esta información es posible iniciar el manejo adaptativo de los recursos pesqueros, mientras se sigue avanzando en la comprensión del funcionamiento a nivel ecosistema que permita tomar decisiones más acertadas.

## AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto fue desarrollado bajo el soporte financiero del Sistema de Investigación del Golfo de México (SIGOLFO) y el Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP).

Se agradece la colaboración de la Biól. Surya Garza Garza y el Pas. Biól. Juan Carlos Cortés Salinas por su invaluable apoyo en el trabajo de campo.

## LITERATURA CITADA

- Alcalá, M.G., 2003. Políticas Pesqueras en México, 1946-2000. Contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional. Colegio de México-CICESE. 106 p.
- Berkes, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac, y R. Pomeroy, 2001. Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods. International Development Research Centre. Ottawa, Canada. 320 p.
- Bretón, Y., 2002. Pesquerías artesanales: Resiliencia y transformaciones en la transición manejo pesquero-manejo costero. p. 18-22. In: F.G. López (Ed.). Aquamar Internacional. Cancún, Quintana Roo, México.
- Bretón Y., D. Brown, B. Davy, M. Haughton, y L. Ovaes (Eds.) 2006. Coastal Resource Management in the Wider Caribbean: Resilience, Adaptation, and Community Diversity. Kingston, Jamaica. Ian Randle Publishers. 260 p.
- Carozza, C., N. Fernández, N. Lagos, A. Jaureguizar, y A. Aubone, 2004. Problemática en la evaluación y manejo de los recursos pesqueros del ecosistema costero bonaerense (Argentina). Memorias del Congreso Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones. Pág.11. Mérida, Yucatán, 4-8 de octubre.
- Castilla, J.C., y O. Defeo, 2004. More than one "Fishing bag" for world fishery crisis and keys for co-management success in artisanal Latin-American shellfisheries. Memorias del Congreso Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones. Pág.24. Mérida, Yucatán, 4 a 8 de octubre.
- DOF, 2000. Diario Oficial de la Federación. Cuarta Sección. Tomo DLXIII, No. 20. 28 de agosto.
- DOF, 2006. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. 25 de agosto.

- Espino Barr, E., L.A. Ruiz, y A. García, 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small scale fisheries: a case study in the Pacific off central México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 393-401.
- Froese, R., y D. Pauly (Eds.), 2003. Fishbase. Concepts, design and data sources. International Center for Living Aquatic Resources Management. Los Baños. Laguna, Filipinas. 344 p.
- Fuentes, P., L. Belendez, C. Quiroga, y A. Díaz, 2000. Propuesta de clasificación para desagregar la escama ribereña del Golfo de México. Memorias del XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oaxaca del 22-26 de mayo. 43 p.
- Gómez, O.G., O.F. Robles, y R. Arteaga, 2000. Situación actual de las pesquerías ribereñas de escama en Tamaulipas y Norte de Veracruz 1996 a 1997. Memorias del XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oaxaca del 22-26 de mayo. 176 pp.
- Guzmán, A.P., B.C. Quiroga, y E. Parra, 2002. Normalización. p. 373-383 *In*: A.P. Guzmán, B.C. Quiroga, L.C. Díaz, C.D. Fuentes, C. Contreras, y G. Silva, (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA, INP, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Hernández, T.I., 2002. Pesquería del pulpo. p. 217-228. *In*: A.P. Guzmán, B.C. Quiroga, L.C. Díaz, C.D. Fuentes, C. Contreras, y G. Silva, (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA, INP, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Hernández, T.I., R. Bravo, y A. Valdez, 2000. Los peces marinos de la pesca comercial en la zona centro litoral veracruzana. Memorias del XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oaxaca del 22 al 26 de mayo. 15 p.
- Jentoft, S., 2005. Own rights in the artisanal fishery and co-management. Seminario Regional Latinoamericano. Marzo 1-4. Santa Clara, Argentina.
- Jiménez, B.L., en prensa. Caracterización de la Pesca en la Zona Costera Veracruzana. p. 265-296. *In*: P. Moreno, E. Peresbarbosa, y A.C. Travieso (Eds.). Estrategias para el Manejo Costero Integral: El Enfoque Municipal. Instituto de Ecología A.C. CONANP. Xalapa, Ver. México. 1266 p. .
- Jiménez, M.L., H. Pérez, J.M. Vargas, J.C. Cortés y P. Flores, 2006. Catálogo de especies y artes de pesca artesanal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Veracruzana. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 189 p.
- Jiménez, M.L., 2007. Management challenges of the small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of México Fisheries Management and Ecology. doi:10.1111/j.1365-2400.2007.00565.x.Blackwell Pub.
- Jiménez, M.L., V. Arenas, y H. Pérez, en prensa. The conservation-exploitation paradox in a Mexican coral reef protected area. p.1-16. *In*: J.A. Musick (Ed). Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress. Vancouver, Canada. Mayo, 2004. American Fisheries Society.
- López, D.E., 1992. La pesca a pequeña escala, una estrategia para la conservación de los recursos pesqueros veracruzanos. p. 284-288. *In*: E. Boege, y H. Rodríguez (Coords.). Desarrollo y Medio Ambiente en Veracruz. Instituto de Ecología, Fundación Friedrich Ebert Stiftung y CIESAS. 303 p.
- Lorán, R., M. Rodríguez, A. Escudero, y A. Valdéz, 2000. Análisis de la pesquería del recurso tiburón en el estado de Veracruz. Memorias del XII Congreso Nacional de Oceanografía. Huatulco, Oaxaca del 22-26 de mayo. 200 p.
- McManus, J.W., 1997. Tropical marine fisheries and the future of coral reefs: a brief review with emphasis on Southeast Asia. *Coral Reefs*, 16(Suppl.):121-127.
- Mensah J.V., y B.K. Antwi, 2002. Problems of artisanal marine fishermen in Ghana: the way ahead. *Singapore Journal of Tropical Geography* 23: 217-235.
- Morán, A.R.E., 2004. La pesquería ribereña de escama en el municipio de Mazatlán, Sinaloa, México: una visión integral para el manejo. Tesis Doctoral de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. 196 p.
- Murillo, P.J.C., 2004. Pesquerías en la reserva marina de Galápagos - Ecuador. Memorias del Congreso Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones. Mérida, Yucatán, 4-8 de octubre. 20 p.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Pech, P.J.A., R.V.S. Echevarría, y E. Cruz, 2002. Pesca de Caracol. p. 233-234. *In:* A.P. Guzmán, B.C. Quiroga, L.C. Díaz, C.D. Fuentes, C. Contreras, y G. Silva, L. (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA, Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Quiroga, B.C., G. Valdéz, I. Hernández, M. García, y P. Guzmán, 2002. Peces ribereños. p. 155- 165. *In:* A.P. Guzmán, B.C. Quiroga, L.C. Díaz, C.D. Fuentes, C. Contreras, y G. Silva, L. (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA, Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Sauceda, R.D.A., y G. Silva, 2002. La pesca a pequeña escala en el humedal de Alvarado. p. 249-257. *In:* A.P. Guzmán, B.C. Quiroga, L.C. Díaz, C.D. Fuentes, C. Contreras, y G. Silva, L. (Eds.). La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA, Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Sparre, P., y S. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de stocks de peces tropicales. *FAO Fish. Tech. Paper*, 306:1-337.
- Walters, C.J., y R. Hilborn, 1976. Adaptive control of fishing systems. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33: 145-159.

**Anexo 1.** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cercos, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Peto	A	34	4.5	40	12	224	16	163	60		15		
	C		23	64	4	110	66	53	64	131	21	20	236
	P	24	17	16					153	39			
	Ci		10						868	143			
	Cu		31			22		13	360	75			
Medregal	A	16	19	48	3	772	3						405
	C		40	24		78	3	15		1	4	8	9
	P	1	65	22			27			4	7		
	Ci		14			33	19	10	25	38			
	R		10			3	9				3	2	8
	Cu							2	9			1	
Marrajo	P						40		52				
	Ci						697	44	332				
Sardina	Ci					458							
	Cu					450							
Chopa	A	5	11	65	0.3	280	46	109	10		6	3	12
	C			1			0.8				3		
	P		4									2	
	Ci					7	274						
Rubia	A	4	14	35		8	4	1	28	1	1		49
	Ch		3										3
	C	21	118	61	0.2	76	33	37	11	35	40	12	45
	P	36	4				11				4	8	
	Ci		3				0.1		25	12			
Jurel	R					0.4	1						
	A	18	20	55		18	9	0.5			4		
	Ce						19					7	
	C		28	31		7	7	5	10	17	3	23	
	P	22									15	32	
Cazón	Ci		64	26			8	16	91	41			
	A		45	4	2			4					
	C		1	50		12							
	P	10	56	24			2			31		3	
Cañahuca	Ci		167	80		3	6	11	21	16			
	P		19	35					14	10			
Cubera	Ci		34	33			261	12	16	7			
	C		48	10								18	101
Pícuda	P								26	14		8	39
	Ci												
	A						314	1			1		
	C		6	14	1	15		3	2		5		11
	P			4							2		
Besugo	Ci			5					6				
	Ar		10	3									
	C		3	3	4	13	15	15		30	9	8	
	P						1				3		
Ca	R	0.7	14	9		0.5	48			3	24	64	52
	Ca		15										

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1 (Continuación).** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cercos, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Bonito	A	37	52	27		9	52	20		40	35		
	C		4			33	4			0.7	2		
	Cu								13				
Tolete	A								207				
	Ce			30			2						
	C		38	19		15	7	4					
	Ci			3						2			
Pulpo	Ar		11					2		15			
	G		37	104		2	56	17		19		35	17
Macabi	A		8			3			297				
	C		1			0.5							
Pluma	A			2		0.5		0.8	3	4		1.5	66
	C	1	12	3		3	29	17	58	2	4	4	
	P		3	0.8			17						
	Ci		5					3		4			
	R	2	20			0.1	3				7		
	Ca	0.4	3									11	
Docella	A		17									1	
	Ch		140										45
	C			0.8			3	2					
	Ar		37					7					
Sierra	A		56			35	37	3					
	Ce					77	3						
Picoahuja	A			4		5	27	17	16			9	
	Ce												
	C							130	3		3	1	
Huachinango	C	2	3	2		50	3	5		9	4	2	
	P		11	8			0.7						
	Ci		3			1		3	0.7				
	R	0.6		9		3	57			3		35	0.8
	Ca	1	0.4								11		
Pargo habanero	A		16	5									0.4
	C	11	5	20		17	4	5	20	1			
	P		6	11			10			4			
	Ci		6			4	28	10					
	R	3					8					12	
	Ar		7					3					
Parguete	A	17	16	5		11	6	6				11	
	C		3	23		4	2	0.8	24	3	1.5		
	Ci						1		2	2			
	R					0.6						6	
	Cu								12		4		
	Ar		23	9									
Robalo	A			40									
	Ce			88									
	Ci			44									

**Anexo 1 (Continuación).** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cercos, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Cojinuda	A	21	28	0.7	3	5		0.3					
	C		11	15			20	40					
	R		5				2				0.9		
Arpon	A			3		3	4	8	93	5			20
	Ce							6.5			0.2		
	Ch												31
	C					1			0.7				
	Ci					1	2			4.5			
Caballo	A		6		0.4			13					
	C		13	6		13	26	4		2	0.6		5
	P	7	6				7						32
	Ci		0.3			2	2	2	18	2			
	R		10				3				0.4		
Pargo juanito	A		0.7	13		4	4	4		11	2		1
	C	0.5	6	28		3	0.8	2		1	16		2
	P	4	3				10						9
	Ci						10			0.7			
	Ar												
Cabellera	A			2		2					9		
	C	3	7	13		14				5			
	P	11	3	8						17			5
	Ci						6		33				
Negrillo	A			0.8		2	1						
	C		17	15	1	7		9		5			
	P		13	6			7		3				9
	Ci		0.6				3	4					
	R						5				3		2
Burro	A		4	8		6	10	48					1
	C			10				1					
	Ci							45					
Mantarraya	C					30							
	P							24					74
Boquilla	A	13	3	7		3	3	2			0.5	1	
	C	1	6	8		1	14	10			2		
	P		9							2	12		0.7
	R					0.6	2					0.8	
Villajaiba	A	0.8		1									
	C	0.7	21	7	7	2	10	4		1			
	R	0.4	35	1		1	2				2	2	
	Ca	0.3	3										
Cabrilla	A	3			2		0.8	2	1				
	Ce							0.5				2	
	C	0.5	7	2		6	19	4		0.9	1		
	P		3	3			6				2		2
	Ci		2				2			0.1			
	R	1		2			4						
Ar		12	6			1			7				



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1 (Continuación).** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cercos, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Anchoa	A	107											
Burriquete	A	16	3	6	2	24	3	27		0.7	5	4	
	Ar		5	3									
Cherna aletas amarillas	C			2				1				15	
	P		2							10			
	Ci					34							
	R	0.8										2	
	Cu					34							
Raya del Golfo	C	37				6				10			
	Ci						36	8					
Tiburón martillo	C					7							
	P			24									
	Ci		47							12			
Tiburón chato	C			30									
	Ci									52			
Bacalao	C	6											6
	P	7	15									6	
	Ci						11		12	11			
Abadejo	C			8						7			
	P		5				9						
	Ci						7					25	
Atún	C				2			3					
	P		25										
	Ci		4	9		5		10		6			
	Cu								13				
Brotula	C	3	2	10				3				2	
	P		2										
	Ci					9	10						
	R		32										
Tiburón azul	Ci						7	60					
Mero	Ar											64	
Candil	A	1	2	2		2	2	4	2				
	C		1	4		2	3	2	2		4		
	P		3	0.3			2				0.4		
	Ci					1	13	0.5					
Dorado	C		4			26					1		
	P			13									
	Ci								4				
Cochino	A		3			1							
	C	2		1		4	1	15		5	4		5
	Cu								3				
Lora	A			3		4	1	8	12				
	Ar		17										
Chivo	A					2		28					
	Ci						11						

**Anexo 1 (Continuación).** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cerco, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Palometa	A		2	2		12	4	10					
	Ci		7				2						
Sargo	A	5	3	1		1	3			6			
	C					3			1				
	Ar			11						1			
Cabezón	C					0.2		1			2		
	R		8	0.3			8				2	5	5
Gallo	A					0.3							
	C					28							
Pargo dientón	C			8						17			
Zapatera	A		2	16				6					
	Ar												
Pampano	A							5					
	C		4										
	P	12											
Lairón	P						10						
	R										6		
Ronco	A		1	4				1					
	R		6										
Rascacio	A			1									
	C					2							
	G					6				1			
Basinico	C		3					4					
	P						2						
	Ci							1					
Balaju	C		9										
Mojarra plateada	A										2		
	Ar		4										
Dragón	Ce			0.4									
	C					0.4	1	1					
	R						1						
Salmonete	C							4					
General	A							2					
	C		1										
Vieja	A					0.4							
	R			2									
Gobia	P		3										
Perro	A					0.4	0.3	1					
	Ci						0.7						
Gallineta	P		0.4								1		
	Ci							1					
Conejo	C					0.4							
	P							2					

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

**Anexo 1 (Continuación).** Volúmenes de captura diaria (kg) por especie y arte de pesca, en orden decreciente de abundancia. Se presenta la temporada en que es capturada cada especie. Simbología: A=agallera, C=cordel y anzuelo, P=palangre, Ci=cimbra, Cu=curricán, Ar=arpón, Ch=charanguera, Ce=cercos, R=rosario, Ca=cala, G=gancho pulpero.

Especie	Arte de Pesca	Temporada de Pesca											
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Diablo	P		0.5										
	Ci		1										
Payaso	A			0.3				1					
Pargo mulato	C	1											
Trucha de mar	C		1										
	R										0.6		
Cintilla	A		1										
Remora	C							1					
Bandera	A		1										
Sacristán								1					
Platano	C							0.4					
	Ci		0.3										
Chicharrita	A								0.5				
	Ci							0.1					
Tigre	R					0.4							
Bulcallo	R		0.3										

Morteo, E., y I. Hernández Candelario, 2007. Resultados preliminares sobre la relación entre delfines *Tursiops truncatus*, embarcaciones y artes de pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 241-256. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

16



# Resultados Preliminares sobre la Relación entre Delfines *Tursiops truncatus*, Embarcaciones y Artes de Pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano

PRELIMINARY RESULTS CONCERNING THE RELATIONSHIP AMONG  
DOLPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*), VESSELS AND FISHING GEAR  
IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM

*E. Morteo\* y I. Hernández Candelario*

Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Se caracterizaron las actividades pesqueras y el tránsito marítimo en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), para determinar su relación con la distribución, abundancia y comportamiento de los tursiones. Este es el primer trabajo con la especie en el área de estudio y el primero en México con estas características. Entre junio-noviembre del 2006, se realizaron 20 navegaciones en transectos lineales, que acumularon 128.27 h de esfuerzo efectivo de búsqueda y 2,226.91 km recorridos. Se observaron 22 manadas (126 animales) por 9.25 h y se registraron 1,047 embarcaciones y 116 artes de pesca. Durante el periodo analizado, se observaron en promedio ocho veces más embarcaciones (8.16 h<sup>-1</sup>) que artes de pesca (0.90 h<sup>-1</sup>) y delfines (0.98 h<sup>-1</sup>). Mediante la caracterización del tránsito marítimo y las actividades humanas se identificaron los principales patrones de uso humano para el área de estudio, los cuales se correlacionaron significativamente con la presencia de delfines en el espacio, pero no en el tiempo. En el SAV se encontraron bajos niveles de abundancia relativa y número de crías (5.16%), así como bajo porcentaje de actividades sociales y de alimentación (<10%); estos resultados contradicen los estudios en otros sistemas arrecifales, por lo que es posible que este sitio no represente una zona importante para los tursiones. Se encontró un porcentaje de delfines jóvenes mayor al esperado (>24%) lo que puede indicar que, o bien el

\* e-mail: [emorteo@uv.mx](mailto:emorteo@uv.mx)

- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)  
área de estudio es inusualmente apta para animales jóvenes, o que la clasificación de edad está sesgada por la intrusión de animales oceánicos que son generalmente de mayor tamaño.

### ABSTRACT

The fishing activities and marine traffic were characterized to determine relationships among distribution, abundance and behavior of bottlenose dolphins in the Veracruz Reef System (VRS). This is the first work on bottlenose dolphins within the study area, and the first in Mexico with these characteristics. Between June-November 2006, 20 line transect surveys were accomplished resulting in 128.27 h and 2,226.91 km of search effort. In total, 22 groups (126 dolphins) were observed for 9.25 h; 1,047 vessels and 116 fishing gear were also recorded during the surveys. There were eight times more vessels ( $8.16 \text{ h}^{-1}$ ) than fishing gear ( $0.90 \text{ h}^{-1}$ ) or dolphins ( $0.98 \text{ h}^{-1}$ ) in the area. Through the characterization of fishing activities and marine traffic, the main patterns of human use for the area were identified, and these were significantly correlated with dolphin presence in space, but not in time. Low levels of dolphins' relative abundance and calve numbers (5.16%) were found in the VRS, as well as reduced proportions of social and feeding activities (<10%); these values were unusual compared to other reef systems, thus this area may not be important for bottlenose dolphins. There was a high proportion of young dolphins (>24%) compared to other coastal locations; this may imply that either the area might be unusually suitable for younger animals, or that age category classification is biased due to the intrusion of ocean dolphins which are usually larger.

### INTRODUCCIÓN

El tursi3n o tonina (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) (Fig. 1) es uno de los cet3ceos m3s conocidos y estudiados (Reynolds *et al.*, 2000); esto se debe principalmente a su distribuci3n, abundancia y facilidad de adaptaci3n al cautiverio. Estos animales se distribuyen casi de manera continua entre los 40° N y 40° S, por lo que son avistados com3nmente en las costas de todo el mundo (Wells y Scott, 2002). Los grupos de tursiones en mar abierto generalmente alcanzan varios cientos de individuos, mientras que aquellos que habitan en bah3as y lagunas costeras generalmente son de menor tama3o (Wells y Scott, 2002). Por otra parte, el confinamiento de estos animales ha fomentado investigaciones sobre aspectos dif3ciles de estudiar en vida libre, como su anatom3a interna y fisiolog3a (Leatherwood y Reeves, 1990). En conjunto, estas caracter3sticas han convertido al tursi3n en la especie m3s capturada para investigaci3n y exposici3n en acuarios y delfinarios; por lo tanto, desde hace varias d3cadas es un recurso natural susceptible de aprovechamiento comercial.

En la actualidad se sabe que los tursiones enfrentan diversas amenazas, por ejemplo, la contaminaci3n industrial y urbana de las costas, debido a las altas concentraciones de DDT's (Dicloro

Difenil Tricloroetano), BPC's (Bifenilos Policlorados), metales pesados y desechos org3nicos (Dos Santos y Lacerda, 1987). Por otro lado, el ruido causado por el tr3nsito de embarcaciones y la actividad pesquera influyen en la presencia y el comportamiento de estos animales (Kelly, 1983; Lusseau, 2004). En M3xico, adem3s de los factores anteriores, las colisiones incidentales con las embarcaciones, la p3rdida de individuos por captura ilegal y su uso como carnada para pesca, tambi3n contribuyen a la disminuci3n en las poblaciones de estos delfines (Zavala *et al.*, 1994).



Figura 1. Delfines *Tursiops truncatus* fotografiados en Alvarado, Veracruz.

Aún existen muchas poblaciones de *T. truncatus* de las cuales se sabe muy poco o se desconocen por completo, lo que justifica que su estado de riesgo a nivel mundial sea clasificado bajo la categoría de “datos deficientes” (IUCN/CSG, 1996). Particularmente en México, los estudios sobre estos animales generalmente se han concentrado en zonas pequeñas y han sido de corta duración, con algunas excepciones como Delgado (2002), Valadez (2002) y Rodríguez *et al.* (2003). Por ello, el estado de salud y la viabilidad de sus poblaciones no ha sido evaluado y, actualmente, la especie está protegida por leyes federales (SEMARNAT, 2002).

El tursión es un depredador tope, y el estudio de sus poblaciones puede aportar información sobre la productividad y “salud” de un ecosistema (Kelly, 1983). Desafortunadamente, para el caso de Veracruz, hasta el año 2005 sólo existían cuatro trabajos que incluyeron cuestiones po-

blacionales muy básicas de esta especie (Heckel, 1992; Schramm, 1993; García, 1995; Ramírez *et al.*, 2005). Además, debido a que la mayoría fueron desarrollados hace más de una década, los resultados posiblemente ya no sean vigentes.

Considerando la creciente economía, así como al acelerado desarrollo industrial, urbano y turístico en el estado de Veracruz (GEV, 2006), se plantea estudiar las condiciones de los delfines que habitan estas costas en relación con las actividades humanas, para implementar estrategias orientadas a su conservación y manejo, principalmente en las áreas marinas protegidas como el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Esto también servirá para crear conciencia en los pobladores de las costas, quienes comúnmente desconocen a estos animales e incluso los consideran una amenaza para sus actividades pesqueras (García, 1995).

## ANTECEDENTES

Aunque se han hecho intentos por comenzar investigaciones sobre mamíferos marinos en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), no se han encontrado estudios publicados al respecto. Por tal motivo, entre febrero y mayo del 2006, se realizó un estudio prospectivo de abundancia de tursiones en esta zona, encontrando que la abundancia relativa de delfines ( $0.93$  delfines  $h^{-1}$ ) fue significativamente menor que la obtenida durante el mismo periodo en otros sitios a lo largo de Veracruz (Heckel, 1992; Schramm, 1993; García, 1995; Ramírez *et al.*, 2005); por otro lado, se encontró un alto número de embarcaciones de diversos tipos en toda el área de estudio ( $4.01$  embarcaciones  $h^{-1}$ ). Lo anterior motivó la generación de un proyecto

dedicado a establecer las condiciones de los delfines que habitan estas costas, en relación con las actividades humanas (pesca y tránsito marítimo) que afectan de manera directa su distribución y comportamiento (Irvine *et al.* 1981; Allen y Read 2000; Constantine *et al.*, 2004; Lusseau y Higham 2004).

Con base en lo antes expuesto, la presente investigación tiene el objetivo de caracterizar las actividades pesqueras y el tránsito marítimo en el PNSAV, para determinar si existe correlación con la distribución, abundancia y comportamiento de los delfines *Tursiops truncatus*. Este es el primer trabajo en el PNSAV sobre esta especie y también el primero con estas características en México.

## ÁREA DE ESTUDIO

Los arrecifes de coral son considerados ecosistemas altamente productivos, biológicamente diversos y sostienen largas y complejas redes tróficas marinas (Adey, 2000). En la costa del estado

de Veracruz, (México), el Sistema Arrecifal Veracruzano alberga una gran variedad de especies marinas (Jordán Dahlgren, 2004) incluyendo al tursión, un animal carismático y ecológicamente

importante, del cual poco se conoce. Aunque fue declarado Parque Nacional en 1992, las acciones de vigilancia son relativamente recientes, y desafortunadamente aún no cuenta con un plan de manejo.

El equilibrio ecológico de este sistema está amenazado por las actividades del segundo puerto más importante de México, pero también por

el desarrollo de la ciudad costera más grande del país (zona conurbada Veracruz-Boca del Río). Entre las amenazas más fuertes se encuentran la contaminación química, biológica y térmica, las descargas sedimentarias, la pesca artesanal y el turismo (Caso *et al.*, 2004); y se sabe que estos factores también afectan directa e indirectamente a los delfines (Allen y Read, 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### NAVEGACIONES

Entre junio y noviembre de 2006 se realizaron navegaciones semanales a lo largo de rutas específicas (Fig. 2) siguiendo el método de transecto lineal (Buckland *et al.*, 2001); las rutas fueron seleccionadas con base en navegaciones prospectivas (febrero-mayo), cubriendo todos los arrecifes costeros desde el puerto de Veracruz hasta Antón Lizardo, y las zonas con profundidades menores a 40 m (que representan el hábitat común del ecotipo costero de *T. truncatus*) (Wells y Scott, 2002).

Se utilizó una embarcación Argos de 11 m de eslora con dos motores (de cuatro tiempos) fuera de borda (115 hp cada uno). La velocidad de navegación fue de 8-18 km h<sup>-1</sup> con la finalidad de asegurar que todos los delfines presentes en el área fueran avistados, contados y fotografiados (Morteo, 2002). Asimismo, todos los datos fueron recolectados en estado del mar menor a Beaufort 3 (velocidad de viento < 15 km h<sup>-1</sup>).

El esfuerzo de búsqueda durante la navegación se dividió en dos tipos: “modo de paso” y “modo de aproximación”. En el “modo de paso”, se si-

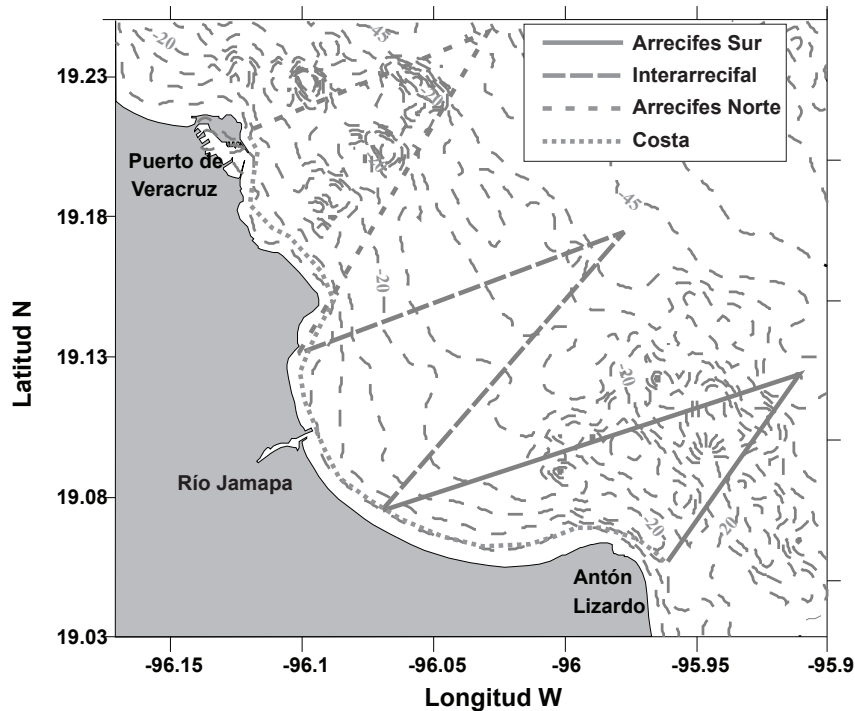


Figura 2. Posición de los transectos lineales en el SAV. Las líneas delgadas muestran los contornos de profundidad cada 5 m; las islas no están dibujadas.

guió el transecto a una velocidad constante y se contaron las embarcaciones a lo largo de la ruta; éstas se clasificaron según su actividad en:

- 1) Pesca (se procuró la identificación del tipo de arte empleado),
- 2) Buceo (pesca, turismo, científico),
- 3) Viaje,
- 4) Embarcación mayor (barcos de carga comúnmente inmóviles y esperando entrar al puerto),
- 5) Otro (turismo, investigación, militar, etc.) y
- 6) Desconocido

Por otra parte, las artes de pesca se clasificaron por su tipo en: 1) Agallera, 2) Camaronera, 3) Cimbra, 4) Línea, 5) Palangre y 6) Otras (p. ej. ganchos para pulpo, anzuelos, atarraya, arrastre).

La posición de cada embarcación y arte de pesca se estimó utilizando un geoposicionador por satélite (GPS), usando como referencia el rumbo de la embarcación, así como el ángulo de encuentro (desde la proa) y la distancia al objeto (aproximada por el observador). El ángulo (0-360°) se estimó en intervalos de 10° y la distancia en intervalos de 50 m; ambos se calibraron entre observadores con el GPS, usando las distancias entre puntos fijos (faros, boyas y la costa), de modo que las mediciones fueran consistentes a lo largo del muestreo. Los registros se realizaron siempre por al menos tres observadores entrenados.

Cuando se encontraba una manada de delfines, el esfuerzo pasaba de “modo de paso” a “modo aproximación”, y en este momento se suspendió el esfuerzo de búsqueda. En esta modalidad se comenzaba por observar el comportamiento y aproximarse lentamente hacia la manada. La posición geográfica de cada grupo avistado se obtuvo por medio de GPS.

Las observaciones de comportamiento se realizaron basadas en un muestreo *ad libitum* (Altman, 1974) utilizando las categorías descritas en el manual del Sarasota Dolphin Research Project (2005). La embarcación se mantuvo a una distancia y velocidad prudentes, mientras se contaban los individuos y se realizaban anotaciones sobre la composición (crías, jóvenes y adultos) de los grupos (Morteo *et al.*, 2004).

Se continuó con el grupo hasta que se considerara que todos los delfines fueran fotografiados, o se perdía de vista a los animales. En ese momento la embarcación volvía al punto donde inicialmente se observaron a los delfines, y continuaba el recorrido desde su última posición en “modo de paso”. Las navegaciones continuaron hasta completar el área de estudio o hasta que las condiciones meteorológicas lo impidieran.

## DISTRIBUCIÓN TEMPORAL

### Esfuerzo de muestreo

Los datos fueron analizados mediante el programa Statistica 6.0® (Statsoft Inc.); se dividieron por mes y por temporada, donde el verano incluyó los meses de junio-agosto y el otoño de septiembre-noviembre. El esfuerzo de campo fue calculado como el tiempo efectivo de búsqueda (h) y la distancia recorrida (km) durante cada navegación (Reilly y Fiedler, 1994).

Se determinaron las diferencias en el esfuerzo aplicado por mes mediante una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (K-W); las diferencias entre temporadas se determinaron mediante la prueba de Mann-Whitney (M-W).

### Abundancia relativa

La abundancia relativa de delfines (número de delfines observados por hora efectiva de búsqueda) también fue analizada por mes (K-W) y por temporada (M-W) a través de pruebas no paramétricas. Para investigar si el nivel de actividades humanas puede predecir la presencia de delfines en esta zona, la abundancia relativa de estos animales se comparó con la abundancia relativa de embarcaciones y artes de pesca a través de un análisis de regresión lineal múltiple; en este caso, la relación esperada entre embarcaciones y artes de pesca es positiva, y la esperada entre delfines y embarcaciones o artes de pesca es negativa.

### Tamaño de las manadas de delfines

El tamaño de los grupos y el número de crías fueron comparados por mes (K-W) y por temporada (M-W); esto indicaría las épocas de mayor incidencia de delfines y potencialmente los meses



de reproducción (Morteo *et al.*, 2004). También se comparó el tamaño de los grupos para verificar el efecto de la presencia de crías (M-W).

### Distribución espacial

Los análisis de distribución espacial se realizaron sobre los datos estandarizados de acuerdo con el esfuerzo de muestreo (Ingram y Rogan, 2002). La posición geográfica de los objetos de estudio (delfines, embarcaciones y artes de pesca) se graficaron sobre mapas batimétricos de la zona mediante el programa Surfer 8.02® (Golden Software Inc.); para facilitar la interpretación de los resultados, dichos mapas no contienen islas ni arrecifes. Para determinar los patrones de uso humano en el área, las actividades de las em-

barcaciones y los tipos de artes de pesca fueron clasificados mediante símbolos. La intensidad de uso se midió dividiendo el área en cuadrantes de 0.02 grados de latitud y longitud (aprox. 2.23 km por lado= 4.97 km<sup>2</sup>), y se contó el número de delfines, embarcaciones y artes de pesca para determinar su densidad por cuadrante (Lusseau y Higham, 2004). Los datos fueron transformados en matrices y analizados mediante una prueba de Mantel para verificar su correlación (Levine, 2004) a través de XLStat 2006® (Addinsoft, Inc.) para Excel® (Microsoft Office®). Para evitar un aumento artificial en la correlación de las matrices debido al número y posición de celdas sin datos, todas las celdas cuyo valor fuese cero en las tres matrices fueron eliminadas de la prueba.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESFUERZO DE CAMPO

Entre junio y noviembre de 2006 se realizaron 20 navegaciones, que acumularon un total de 128.27 h de esfuerzo efectivo de búsqueda y la distancia recorrida acumulada fue de 2,226.91 km. La tasa de encuentro de tursiones (=número de recorridos en los que se encontró a la especie, dividido por el total de recorridos multiplicado por cien (Hansen y Defran, 1990)), fue de 75% y se emplearon 9.25 h en la observación directa de 22 manadas de delfines, las cuales contaron para un total de 126 animales avistados.

En total se registraron 1,047 embarcaciones y 116 artes de pesca (Tabla 1).

Tanto la duración del esfuerzo de muestreo (K-W,  $H_{(5,20)}=2.13$ ,  $p>0.83$ ) como la distancia recorrida por mes (K-W,  $H_{(5,20)}=8.59$ ,  $p>0.12$ ) no tuvieron diferencias significativas; lo mismo ocurrió para las dos temporadas en ambas variables (M-W,  $U=45$ ,  $p>0.73$  y M-W,  $U=32.5$ ,  $p>0.19$ , respectivamente). Esto indica que el esfuerzo fue homogéneo y que los datos son comparables entre sí (Morteo, 2002; Morteo *et al.*, 2004).

Tabla 1. Esfuerzo efectivo de muestreo y total de objetos de estudio observados en el Sistema Arrecifal Veracruzano durante el año 2006.

Mes	No. de Navegaciones	Esfuerzo (h)	Esfuerzo (km)	No. de Embarcaciones	No. de Artes de Pesca	No. de Delfines
Junio	4	26.23	408.90	107	3	23
Julio	3	19.83	324.73	179	13	11
Agosto	3	19.42	351.10	188	229	27
Septiembre	3	31.82	617.63	280	33	51
Octubre	3	16.92	294.20	132	9	13
Noviembre	2	14.05	230.35	161	29	1
Total	20	128.27	2226.91	1047	116	126

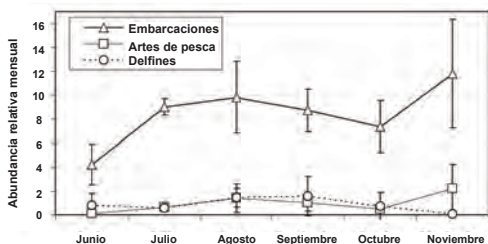
### ABUNDANCIA RELATIVA

El promedio mensual de la abundancia relativa para los objetos de estudio se muestra en la figura 3.

Para cada navegación, se encontraron aproximadamente ocho veces más embarcaciones ( $8.16 \text{ h}^{-1}$ ) que artes de pesca ( $0.90 \text{ h}^{-1}$ ) y delfines ( $0.98 \text{ h}^{-1}$ ). Se tuvo una alta variabilidad en el número de embarcaciones encontradas por navegación; esto se manifestó también en los datos para artes de pesca y delfines, aunque en menor grado (Fig. 3). Se observó un aumento en el número de embarcaciones y artes de pesca hacia los meses de agosto y noviembre, con disminuciones en los meses de septiembre y octubre. Sin embargo, esta señal no se manifestó estadísticamente en diferencias mensuales para el número de embarcaciones, (K-W,  $H_{(5,20)}=10.35$ ,  $p>0.07$ ), artes de pesca (K-W,  $H_{(5,20)}=9.26$ ,  $p>0.10$ ), o delfines (K-W,  $H_{(5,20)}=3.36$ ,  $p>0.64$ ); ni por temporadas para las mismas variables (M-W,  $U=37$ ,  $p>0.35$ ; M-W,  $U=31.5$ ,  $p>0.16$ ; M-W,  $U=40$ ,  $p>0.48$ , respectivamente).

El análisis de regresión lineal múltiple sobre los datos de abundancia relativa de cada navegación (Fig. 4) indicó que en conjunto, las embarcaciones y artes de pesca no pueden predecir con exactitud el número de delfines presentes a lo largo del tiempo ( $F_{(2,17)}=0.27$ ,  $R^2=0.08$ ,  $p=0.39$ ).

La relación entre embarcaciones y artes de pesca correspondió con lo esperado, mientras que la de delfines con artes de pesca o embarcaciones en la mayoría de los casos fue contraria a lo esperado (Fig. 4).

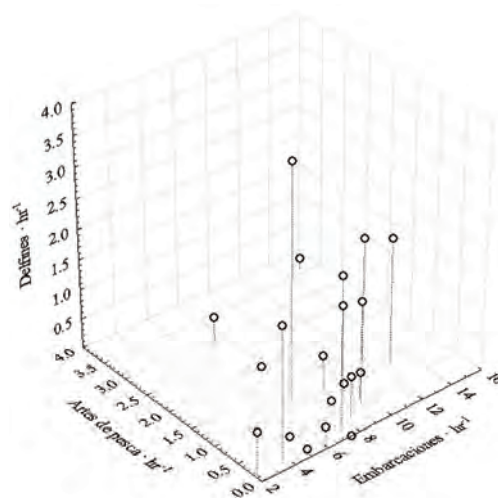


**Figura 3.** Promedio mensual de abundancia relativa (objetos de estudio·h<sup>-1</sup>) para el SAV durante el año 2006. Las líneas verticales muestran la desviación estándar.

Se deduce entonces, que el efecto de las embarcaciones o las artes de pesca sobre la distribución espacial y temporal de los delfines no es inmediato, o bien no es lineal; sin embargo al agrupar los datos por mes, se observa cierta correspondencia para los promedios mensuales de tránsito de embarcaciones, número de redes y de delfines, con excepción del mes de noviembre (Fig. 3).

La abundancia relativa promedio de tursiones observada para el área de estudio ( $0.98 \text{ h}^{-1}$ ) se encuentra en el intervalo reportado para la especie; sin embargo, fue entre 2.5 y 9.4 veces menor a la reportada por Heckel (1992), Schramm (1993) y Ramírez *et al.* (2005) en otros sitios del estado de Veracruz, así como en los estudios en progreso en las aguas adyacentes al SAV. Cabe destacar que sólo se analizó la mitad de un ciclo anual, por lo que en este punto, cualquier explicación sobre las causas de la baja abundancia sería especulación; por otra parte, al no existir estudios previos de la zona, no es posible saber si estos valores tan bajos son en realidad comunes para el área de estudio.

En cuanto a los niveles de abundancia relativa para embarcaciones y artes de pesca, los resultados de este trabajo son los primeros reportados para el SAV, y no se tiene conocimiento de estudios similares en México. Se han reportado efectos adversos de la presencia de embarcacio-



**Figura 4.** Correlación entre las abundancias relativas de los objetos de estudio en el SAV durante junio a noviembre del 2006.

nes sobre cetáceos (Krause 1991), y se piensa que estos son más graves principalmente en zonas importantes para actividades críticas como las sociales y de descanso (Lusseau y Higham, 2004). Sin embargo, dado el corto periodo de este estudio y el bajo número de avistamientos, en este momento no es posible determinar si el nivel de embarcaciones tiene algún efecto sobre los delfines presentes en el área de estudio.

### TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LOS GRUPOS

El tamaño de los grupos fue calculado entre 1 y 15 individuos, con un promedio de 5.72 (d.s.  $\pm$  4.6) y una moda de 1 delfín (Fig. 5). El 80% de estos grupos tuvieron menos de 10 delfines y sólo uno tuvo más de 12. Los resultados de este trabajo concuerdan con los datos de los sistemas someros y poco expuestos al oleaje que presentan valores de 3-12 animales (Leatherwood, 1979; Wells *et al.*, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990; Shane, 1990; Cortez *et al.*, 2000). El promedio de tamaño de grupos es comparable con el obtenido por Heckel (1992) dentro de la laguna Tamiahua (4.2), pero sustancialmente menor que lo encontrado en otros trabajos en progreso en las costas de Alvarado (8.35 y 9.6), así como en la costa de Nautla (11.0) (Ramírez *et al.*, 2005), que representan sistemas abiertos adyacentes al SAV.

Se sabe que el número de individuos en los grupos puede variar con la fisiografía y la profundidad del lugar, e incluso con las actividades de los

mismos delfines (Hansen, 1983) y se piensa que representa un balance óptimo en el número de animales necesarios para la defensa contra depredadores, la alimentación eficiente, las interacciones sociales y reproductivas, y la supervivencia de las crías (Würsig, 1979). Por lo anterior, al menos durante el periodo de muestreo, los delfines tuvieron grupos de tamaño similar a los encontrados en sistemas costeros semicerrados, que generalmente tienen alta abundancia de alimento y pocos depredadores (Morteo, 2002).

Los grupos no mostraron diferencias significativas en su tamaño por mes (K-W,  $H_{(5,22)}=10.16$ ,  $p>0.07$ ) o por temporada del año (M-W,  $U=27$ ,  $p>0.07$ ). Aunque las variaciones estacionales del tamaño de grupo son comunes en los tursiones costeros (Würsig, 1979; Hansen, 1983; Heckel, 1992) y generalmente se relacionan con la cantidad de alimento disponible, en ocasiones no se reportan diferencias a lo largo del año (Morteo *et al.*, 2004). En este caso, es posible que la ausencia de diferencias estadísticas en el tamaño de los grupos encontrados a lo largo de este estudio, se deba principalmente a la alta variabilidad de los datos, el reducido tamaño de muestra ( $n=22$  manadas) y la sensibilidad y tipo de prueba utilizada (K-W) (Morteo, 2002).

Al analizar los grupos con crías, se encontró que fueron significativamente más grandes (M-W,  $U=5$ ,  $p<0.01$ ); esto ha sido común en otras poblaciones de tursiones costeros (Würsig, 1979; Scott *et al.*, 1990; Morteo *et al.*, 2004), y puede obedecer al instinto de protección, dirigido hacia la conservación de la especie. Algunos autores argumentan sobre el papel social del tamaño de grupo, donde se establecen lazos estrechos entre los individuos agregados y se forman grupos de aprendizaje (Scott *et al.*, 1990). Esto implica la existencia de micro-núcleos sociales en las poblaciones (Irvine *et al.*, 1981), donde las agregaciones pueden ser estables, o desarrollarse entre procesos flexibles de intercambio dinámico de individuos (fusión-fisión) (Connor *et al.*, 2000).

El porcentaje de crías puede usarse como aproximación a la tasa de reproducción de la especie (Leatherwood, 1979). En cada grupo, las crías representaron entre el 0-75% de los individuos, y contaron para el 5.16% del total de

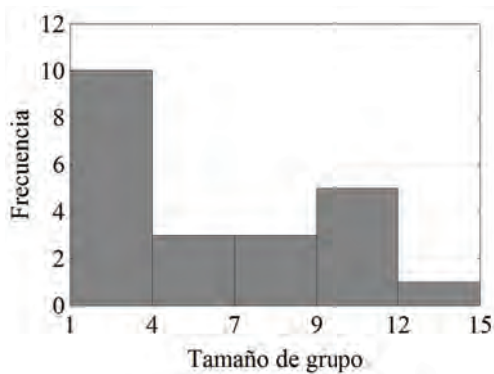


Figura 5. Histograma de frecuencias para el tamaño de grupo ( $n=22$  manadas) de los delfines avistados en el SAV entre junio y noviembre del 2006.

animales avistados; los jóvenes comprendieron entre el 0 y el 100% de los grupos, y representaron el 24.6% del total de delfines observados. Aunque se encontró un aumento en el número de grupos con crías durante los meses de agosto a octubre, no se encontraron diferencias por mes (K-W,  $H(5,22)=8.55$ ,  $p>0.12$ ) o por temporada (M-W,  $U=31$ ,  $p>0.14$ ), por lo que no es posible determinar con certeza un pico de reproducción.

El porcentaje de crías con respecto al total de delfines del SAV puede considerarse bajo (Leatherwood y Reeves, 1983) comparado con otros sitios del estado de Veracruz (Heckel, 1992; Schramm, 1993, García, 1995; Ramírez *et al.*, 2005). Por otra parte, se sabe que los delfines jóvenes generalmente componen entre el 2-3% del total de tursiones (Leatherwood, 1979; Heckel, 1992; Morteo *et al.*, 2004); sin embargo, un estudio en progreso en las costas de Alvarado ha reportado hasta un 18.3% de animales jóvenes, por lo que se plantean dos escenarios: 1) El área de estudio y sus aguas adyacentes pueden representar una zona inusual con alta incidencia de delfines jóvenes y subadultos; 2) La clasificación de jóvenes puede ser incorrecta debido a que se observan comúnmente tursiones oceánicos en el

área de estudio, los cuales generalmente son más grandes que los costeros (Wells y Scott, 2002). Con base en la información generada hasta este momento, no es posible respaldar con certeza ninguna de estas alternativas; sin embargo, esto podría resolverse con la toma de biopsias para diferenciar ambos ecotipos (costero y oceánico) mediante análisis genéticos (Segura *et al.*, 2006) y con la determinación del nivel trófico a partir de la concentración de isótopos estables de carbono y nitrógeno (Díaz, 2003).

### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La distribución espacial de las embarcaciones se presenta en la figura 6; en general sólo se observó un patrón claro para las actividades de pesca y buceo, las cuales se concentraron en su mayoría alrededor de los arrecifes, pero la actividad pesquera fue más alta en la desembocadura del río Jamapa y en cierto grado en la zona interarrecifal. La pesca en la desembocadura del río se caracterizó principalmente por el uso de redes camaroneras, mientras que la pesca alrededor del arrecife no tuvo preponderancia de ningún arte en particular.

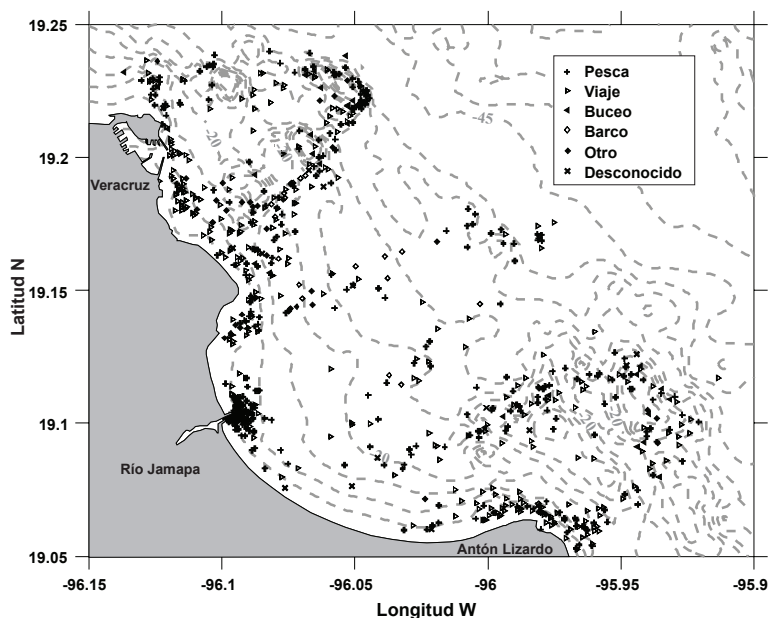


Figura 6. Actividades y tipos de embarcaciones en el SAV entre junio y noviembre del 2006. Las líneas punteadas muestran las isobatas cada 5 m; las islas no están dibujadas.

Las embarcaciones en movimiento estuvieron en toda el área estudiada, mientras que las embarcaciones mayores permanecieron en la zona interarrecifal a una profundidad de entre 20-30 m con una tendencia en dirección hacia el puerto de Veracruz.

De las 1,047 embarcaciones observadas, el 45.88% se encontraron pescando y el tipo de arte de pesca se determinó en el 70% de los casos. La red camaronera (monofilamento de fondo) fue la más empleada (35.69%), seguida por el curricán (18.82%), el anzuelo (16.86%), los ganchos para pulpo (10.20%) y las redes agalleras (9.41%); el resto de las embarcaciones usaron diferentes métodos de pesca (palangre, cimbra, línea, red de arrastre, atarraya, red chopera, etc.), siendo el arpón el más común (3.53%). La segunda actividad más común de las embarcaciones menores en el SAV fue el viaje (40.18%), seguidas por el turismo (5.32%), buceo (4.31%) y las de otro tipo (2% de investigación, militar, maniobras de puerto, patrullas, etc.).

La distribución espacial de las artes de pesca en el área de estudio se presenta en la figura 7; la mayoría se ubicaron en la costa a profundidades menores de 20 m, con una gran concentración de redes camaroneras en la desembocadura del río Jamapa. De las 116 artes de pesca observadas, el 43.10% fueron redes agalleras, 32.76% fueron redes camaroneras, 16.38% palangres y el 8% restante fueron líneas, cimbras y otros.

La distribución de los delfines indicó un notable uso de la costa a profundidades menores de 20 m y preferentemente sobre los arrecifes sur (Figs. 8 y 9). Cabe destacar la ausencia de avistamientos de tursiones en la parte norte del área de estudio, donde han sido vistos con anterioridad por los pobladores de la costa. Los encuentros con delfines en la parte norte han sido fortuitos, por lo que es posible que su presencia en esta zona sea poco frecuente.

La intensidad de uso del área de estudio por embarcaciones (Fig. 8) y artes de pesca (Fig. 9) se comparó con la distribución y densidad de los

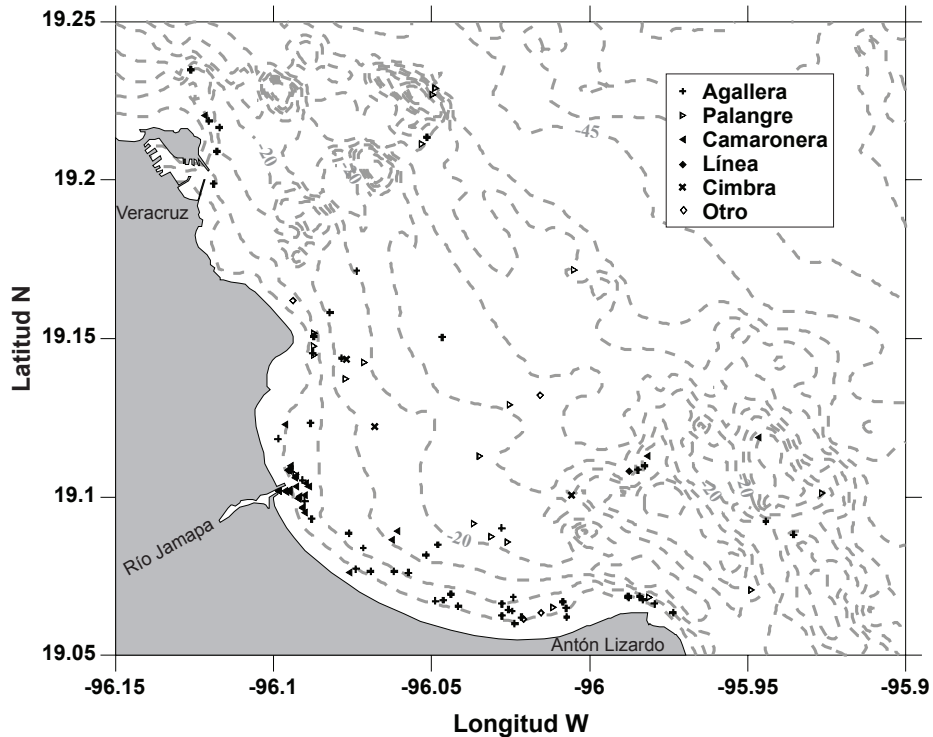


Figura 7. Tipo de artes de pesca usadas en el SAV entre junio y noviembre del 2006. Las líneas punteadas muestran las isobatas cada 5 m; las islas no están dibujadas.

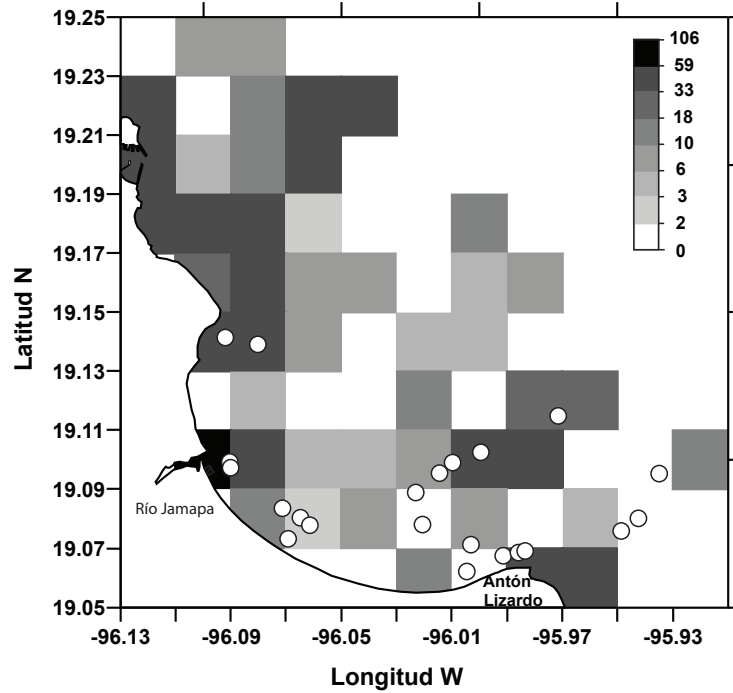


Figura 8. Densidad de embarcaciones en el SAV entre junio y noviembre del 2006. Los círculos blancos marcan la posición de los avistamientos de delfines; las islas no están dibujadas. La escala de grises es logarítmica e indica el número de embarcaciones por cuadrante (4.97 km<sup>2</sup>).

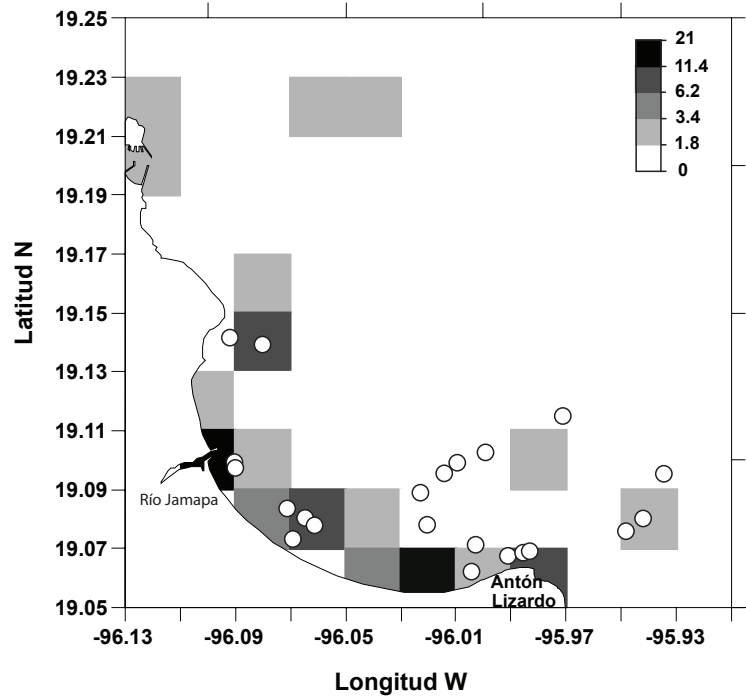


Figura 9. Densidad de artes de pesca en el SAV entre junio y noviembre del 2006. Los círculos blancos marcan la posición de los avistamientos de delfines; las islas no están dibujadas. La escala de grises es logarítmica e indica el número de artes de pesca por cuadrante (4.97 km<sup>2</sup>).

delfines y se encontró una correlación positiva y significativa entre las tres matrices de datos (Mantel,  $r=0.731$ ,  $p<1\times 10^{-3}$ ,  $\beta=0.01\%$ ).

Las embarcaciones y artes de pesca tuvieron mayor correlación entre sí (Mantel,  $r=0.761$ ,  $p<1\times 10^{-3}$ ,  $\beta<0.01\%$ ) que las artes de pesca y los delfines (Mantel,  $r=0.402$ ,  $p<4\times 10^{-3}$ ,  $\beta=0.35\%$ ), y que estos últimos con las embarcaciones (Mantel,  $r=0.311$ ,  $p<0.024$ ,  $\beta=2.35\%$ ).

El área de estudio representó un hábitat costero de baja profundidad, el cual es típico a lo largo de las costas de Veracruz; sin embargo, los arrecifes son un atributo singular para esta zona, que modifican el patrón de circulación oceánica (Caballero Rosas, 1990; Salas Pérez y Vargas Hernández, 2005) y albergan una gran variedad de especies marinas (Jordán Dahlgren, 2004). De acuerdo con lo anterior, la distribución de los objetos de estudio indica un notable uso por embarcaciones a lo largo de la costa y en los arrecifes norte; en contraste, las artes de pesca tuvieron mayor incidencia sobre la costa, al igual que los delfines, pero éstos últimos se presentaron con frecuencia alrededor de los arrecifes sur. Esto provee indicios de un patrón diferencial de distribución para los objetos de estudio; sin embargo, al ser éste el primer y único trabajo sobre distribución de delfines, embarcaciones y artes de pesca en el área, y dado que sólo se obtuvo información para seis meses, en este momento no es posible realizar conclusiones sobre los patrones de uso o distribución de dichos elementos en el SAV.

Se ha observado que las áreas más comunes de concentración de avistamientos de tursiones se presentan en las bocas de esteros y lagunas, así como en las desembocaduras de ríos y arroyos, (Hansen, 1983; Heckel, 1992; Schramm, 1993; García, 1995; Morteo *et al.*, 2004); por lo que también se destaca la relativamente baja presencia de delfines en la desembocadura del río Jamapa. En este respecto, se debe investigar con mayor detalle la correlación especialmente con las embarcaciones pesqueras y las artes de pesca dirigidas a los recursos que componen la dieta de estos delfines.

## COMPORTAMIENTO

El comportamiento de los delfines se determinó en el 95.5% de los casos y no se encontró un patrón definido en cuanto a su distribución espacial o temporal. La actividad más común fue el viaje (36.4%), seguida por la evasión (27.3%) y merodeo (13.6%); el comportamiento social se dio sólo en dos ocasiones (9.1%), mientras que la alimentación y el acercamiento a la lancha ocurrieron sólo una vez (4.6% cada uno). Se ha sugerido que la comparación de la conducta de los animales en distintas áreas geográficas no es aplicable, ya que ésta puede estar influenciada por un número indeterminado de variables ecológicas y fisiológicas, y las respuestas conductuales pueden diferir considerablemente por la dependencia del hábitat en los animales bajo estudio (Cortez *et al.*, 2000); aunado a lo anterior, se encuentran las diferencias metodológicas en la recolecta de los datos (Shane, 1990; Wells y Scott, 1999). A pesar de esto, las frecuencias de conducta para varias poblaciones de delfines, muestran un patrón general que va de mayor a menor en el siguiente orden: Desplazamiento  $\rightarrow$  Social ó Alimentación  $\rightarrow$  Descanso (Delgado, 2002; Morteo, 2002).

Debido a lo anterior, cabe destacar el bajo porcentaje para la actividad de alimentación en las manadas de tursiones observadas durante este estudio. En diversos trabajos se ha reportado que esta actividad representa entre el 36-60% del comportamiento de los tursiones (Leatherwood, 1979; Allen y Read, 2000; Delgado, 2002; Morteo, 2002), por lo que se sugiere que durante el periodo de estudio, el SAV no representó una zona preferida para alimentación; esto llama la atención dada la alta productividad de los sistemas coralinos (Adey, 2000) y contradice los resultados de estudios en otros arrecifes como las Bahamas (Rossbach y Herzing, 1997). Sin embargo, se debe considerar que la actividad de alimentación puede ser más intensa durante la noche (Day, 1998; Delgado, 2002); además, es posible que los delfines se alimenten en zonas adyacentes que sean más productivas, o con menor influencia humana.

En cuanto al comportamiento evasivo, diversos estudios muestran que la proporción de grupos que presentaron esta actividad, es similar con respecto al valor obtenido en el presente trabajo (Weigle, 1990; Cortez *et al.*, 2000; Morteo, 2002),

por lo que en este momento no puede inferirse sobre algún tipo de afectación de la conducta generado por la presencia de embarcaciones o artes de pesca.

### CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de que los estudios sobre delfines en Veracruz iniciaron a principio de los años noventa, este es el primer estudio formal sobre esta especie en el Sistema Arrecifal Veracruzano.

Dada la intensa actividad marítima en el área de estudio, este es el primer trabajo en México que caracteriza las actividades humanas en el mar y las relaciona con la abundancia y distribución espacio-temporal de los delfines.

Es necesario investigar las causas de la escasa abundancia relativa de delfines, así como la baja actividad de alimentación en el área de estudio.

La posible presencia de tursiones oceánicos en el SAV puede ser un componente adicional no previsto para esta área.

A pesar de la limitada cantidad de información obtenida y la corta duración de este trabajo, las variables bajo estudio describieron tendencias espaciales y temporales que motivan investigaciones más profundas sobre la dinámica del sistema, principalmente respecto de la influencia de las actividades humanas sobre los delfines que habitan el Sistema Arrecifal Veracruzano.

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó con financiamiento parcial de PROMEP otorgado a Eduardo Morteo y al Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos. La Dra. Enriqueta Velarde, apoyó la logística de este trabajo a través del proyecto CONACyT No. 45468 “Análisis de la comunidad de aves marinas y costeras del estado de Veracruz”. La Dirección del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas otorgó el permiso para la realización de este trabajo (DP-NSAV/020/2006). La observación de tursiones

se realizó mediante permiso de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SGPA/DGVS/00351/06). El Dr. Lorenzo Rojas Bracho del Instituto Nacional de Ecología aportó valiosos comentarios y sugerencias para mejorar sustancialmente este manuscrito. Se agradece a los estudiantes del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Unidad de Investigación en Ecología de Pesquerías de la Universidad Veracruzana, especialmente a Jorge E. Montano Frías, Marah García Vital, y Verónica del Castillo Olvera por su participación en los muestreos de campo.

### LITERATURA CITADA

Adey, W.H., 2000. Coral reef ecosystems and human health: Biodiversity counts. *Ecosystem Health*, 6(4):227-236.

Allen, M.C., y A.J. Read, 2000. Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Marine Mammals Science*, 16(4):815-824.



● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Altman, J., 1974. Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour*, 49:227-267.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, y L. Thomas, 2001. Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford, EUA. 432 p.
- Caballero Rosas, A., 1990. Modelación hidrodinámica numérica de la circulación por viento en la zona costera del puerto de Veracruz y sus proximidades. Tesis Maestría, Instituto de Ingeniería, Universidad de Veracruzana. México. 62 p.
- Caso, M., I. Pisanty, y E. Ezcurra, 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 1108 p.
- Constantine, R., D.H. Brunton, y T. Dennis, 2004. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. *Biological Conservation*, 117(3):299-307.
- Connor, R.C., J. Mann, P.L. Tyack, y H. Whitehead, 2000. p. 1-6. In: J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack, and H. Whitehead, (Eds.) Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales. University of Chicago Press. 433 p.
- Cortez, A.M.A., H. Pérez, y A.V. Lio, 2000. Abundancia y distribución de delfines tonina (*Tursiops truncatus*) en áreas adyacentes a Cayo Coco, Archipiélago Sabana-Camaguey, Cuba. Informe final (No publicado). Dolphin Discovery, La Habana Cuba. 52 p.
- Day, J.R., 1998. Nocturnal movements and behavior patterns of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). MScs Thesis, San Diego State University. E.U.A. 128 p.
- Delgado Estrella, A., 2002. Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México. (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Facultad de Ciencias División de Estudios de Posgrado, UNAM. México. 160 p.
- Díaz, R.E., 2003. Diferenciación entre tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Tesis Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México. 62 p.
- Dos Santos, M.E., y M. Lacerda, 1987. Preliminary observation of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). *Aqua. Mamm.*, 13(2):65-80.
- García, R.L., 1995. Presencia de la tonina, *Tursiops truncatus* (Montagu 1821), en la zona de pesca de camarón de Alvarado, Ver. México (Cetacea: Delphinidae). Facultad de Biología UNAM Iztacala. Mexico. 47 p.
- Gobierno del Estado de Veracruz, 2006. Segundo informe de Gobierno. Gobierno del Estado de Veracruz. <http://www.veracruz.gob.mx>. Revisada el 12 de diciembre, 2006.
- Hansen, L.J., 1983. Population biology of the coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of Southern California. Universidad Estatal de California. Sacramento, CA, EUA. 104 p.
- Hansen, L.J., y R.H. Defran, 1990. A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins. *Rep. Int. Whal. Comm.*, 12:101-4.
- Heckel, G., 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Facultad de Ciencias UNAM. México. 164 p.
- Ingram, S.N., y E. Rogan, 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 244: 247-255.
- International Union for the Conservation of Nature / Cetacean Specialist Group, 1996. *Tursiops truncatus*. In: IUCN Red List of Threatened Species <http://www.iucnredlist.org>. Revisada el 23 de noviembre, 2006.
- Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells, y J.H. Kaufmann, 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fish. Bull.*, 79(4):679-688.
- Jordán Dahlgren, E., 2004. Los arrecifes coralinos del Golfo de México: Caracterización y diagnóstico. p. 555-571. In: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 1108 p.

- Kelly, D., 1983. Photo-Identification of bottlenose dolphins in Southern California. *Whalewatcher*, 17(2):6-8.
- Krause, S., 1991. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait. p. 149–159. *In*: K.S. Norris and K. Pryor (Eds.). *Dolphin societies: discoveries and puzzles*. California University of California Press. USA. 405 p.
- Leatherwood, S., y R.R. Reeves, 1983. Abundance of bottlenose dolphins in Corpus Christi Bay and coastal southern Texas. *Contrib. Mar. Sci.*, 26:179-199.
- Leatherwood, S., y Reeves, R.R., 1990. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc. San Diego, California. USA. 653 p.
- Leatherwood, J.S., 1979. Aerial survey of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, and the West Indian manatee, *Trichechus manatus*, in the Indian and Banana Rivers, Florida. *Fish. Bull.*, 77:47-59.
- Levine, N., 2004. CrimeStat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (v 3.0). Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC.
- Lusseau, D., y J. E. S. Higham, 2004. Managing the impacts of dolphins-based tourism through the definition of critical habitats: the case of bottlenose (*Tursiops spp.*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism Management*, 25:657-667.
- Lusseau, D., 2004. The Hidden Cost of Tourism: Detecting long-term effects of tourism using behavioral information. *Ecology and Society*, 9(1):2
- Morteo, E., 2002. Distribución y movimientos del tursión (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) en las aguas adyacentes a San Quintín, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis Profesional Facultad Ciencias Marinas, UABC. Ensenada, México. 146 p.
- Morteo, E., G. Heckel, R.H. Defran, y Y Schramm, 2004. Distribution, movements and group size of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) south of Bahía San Quintín, Baja California, México. *Cienc. Mar.*, 30:35-46.
- Ramírez, T., E. Morteo, y E. Portilla Ochoa, 2005. Basic aspects on the biology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the coast of Nautla, Veracruz, Mexico. p. 230. 16a Conferencia Bional sobre Biología de Mamíferos Marinos. The Society for Marine Mammalogy. 12-16 de diciembre. San Diego, California, EUA.
- Reilly, S.B., y P.C. Fiedler, 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. I: Research vessel surveys, 1986-1990. *Fish. Bull.*, 92(2):434-450.
- Reynolds III, J.E., R.S. Wells, y S.D. Eide, 2000. *The Bottlenose Dolphin, Biology and Conservation*. University Press of Florida. Gainesville, FL, USA. 288 p.
- Rodríguez, M.A., E. Lugo, y Z. Foubert, 2003. Ecology, behaviour and social structure of a resident group of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Banderas Bay. XXVIII International Reunion for the Study of Marine Mammals. Nayarit, Mexico.
- Rosbach, K.A., y D.L. Herzing, 1997. Underwater observations of benthic-feeding bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Grand Bahama Island, Bahamas. *Mar. Mamm. Sci.*, 13(3):498-504.
- Salas Pérez, J., y J.M. Vargas Hernández, 2005. Las corrientes marinas y su efecto sobre los arrecifes coralinos del Golfo de México. *La Jornada Ecológica*. <http://www.jornada.unam.mx/2005/01/31/ecocara.html>.
- Sarasota Dolphin Research Program, 2005. *Field Techniques and Photo-Identification Handbook*. 35 p.
- Schramm, Y., 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis Profesional Fac. Ciencias, UAG. Guadalajara, México. 174 p.
- Scott, M.D., R.S. Wells, A.B. Irvine, y B. Mate, 1990. Tagging and marking studies on small cetaceans. p. 489-513. *In*: S. Leatherwood and R. Reeves (Eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press. San Diego. EUA. 653 p.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 6 de marzo de 2002. México. 81 p.
- Segura, I., A. Rocha Olivares, S. Flores Ramírez, y L. Rojas Bracho, 2006. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. *Biol. Conserv.*, 133(3):336-346.
- Shane, S.H., 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanible Island, Florida. p. 245-66. *In: S. Leatherwood and R. Reeves (Eds.). The Bottlenose Dolphin.* Academic Press, San Diego. USA. 653 p.
- Valadez, M.S., 2002. Abundancia y residencia del tursión *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en la Ensenada de La Paz, B.C.S. 1989-1994. Tesis Profesional Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz. México. 56 p.
- Weigle, B. 1990. Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in lower Tampa Bay, Florida. *Rep. Int. Whal. Comm.*, 12:195-201.
- Wells, R.S., B., Irvine, y M.D. Scott, 1980. The social ecology of inshore odontocetes. p. 263-317. *In: L.M. Herman (Ed.). Cetacean Behavior: Mechanisms and functions.* John Wiley & Sons. New York. USA. 480 p.
- Wells, R.S., y M.D. Scott, 1999. Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. p. 137-182. *In: S.H. Ridgeway and R.J. Harrison (Eds.). Handbook of Marine Mammals: Vol. VI, the second book of dolphins and the porpoises.* Academic Press. San Diego. USA. 486 p.
- Wells, R.S., y M.D. Scott, 2002. Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* and *T. aduncus*. p. 122-128. *In: W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen. Encyclopedia of Marine Mammals.* Academic Press. San Diego. USA. 1414 p.
- Würsig, B. 1979. Dolphins. *Sci. Am.*, 240(3):136-148.
- Zavala González, A., J. Urbán Ramírez, y C. Esquivel Macías, 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. *Rep. Int. Whal. Comm.*, 15:235-7.

Méndez Aguilar, F.D., M.L. Jiménez Badillo, y V. Arenas Fuentes, 2007. Cultivo experimental del pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) en Veracruz y su aplicación al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: investigaciones actuales, p. 257-274. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

17



# Cultivo Experimental del Pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) en Veracruz y su Aplicación al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: Investigaciones Actuales

EXPERIMENTAL CULTURE OF THE OCTOPUS (*OCTOPUS VULGARIS*, CUVIER, 1797)  
IN VERACRUZ AND ITS APPLICATION IN THE VERACRUZ  
REEF SYSTEM NATIONAL PARK: CURRENT RESEARCH

*F. D. Méndez Aguilar, M.L. Jiménez Badillo y V. Arenas Fuentes*

Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana

## RESUMEN

Se presentan las primeras experiencias sobre el mantenimiento del pulpo *Octopus vulgaris* en cautiverio con miras a establecer la factibilidad para su cultivo en Veracruz. Se realizaron dos experimentos de crecimiento, estimándose tasa absoluta y específica de crecimiento (TAC y TEC), índice de conversión alimenticia (IC) y tasa de supervivencia (TS). Los valores promedio para TAC y TEC en el primer experimento fueron de 2.13 y 1.57 respectivamente, mientras que en el segundo se obtuvieron valores negativos. El IC promedio fue más eficiente en el primer experimento. Se realizaron exámenes sobre determinación externa del sexo en 46 organismos, identificando la presencia y ausencia del hectocotilo para machos y hembras respectivamente en el 100% de los casos. Se efectuaron pruebas de avivamiento de paralarvas con tres modelos de eclosionadores (maternidad, incubadora y racimos suspendidos) a partir de una puesta del medio natural. Otra prueba fue llevada a cabo a partir de una puesta obtenida en cautiverio, la cual fue incubada por la hembra llevando un registro fotográfico de la evolución de los embriones. La eclosión se logró en el segundo caso, tras transcurrir un período entre los 15 y 18 días.

## ABSTRACT

The first experiences in the maintenance of the octopus, *Octopus vulgaris* in captivity are presented in order to establish the feasibility of its culture in Veracruz. Two growth tests were conducted to determine absolute and specific growth rates (AGR and SGR), food conversion index (FCI) and survival rate (SR). In the first experiment, the average values for AGR and SGR were 2.13 and 1.57, respectively, whereas in the second experiment the values were negative. The mean FCI was more efficient in the first experiment. Examinations were carried out to establish external sex in 46 octopuses by determining the presence or absence of hectocotylus in males and females, respectively. Three hatching models were tested for paralarvae rearing by natural spawning at sea. Another test was carried out starting from an egg mass incubated by a female in captivity. A photographic record of the embryonic development was carried out. Hatching was achieved in the second case, after a period of 15 to 18 days.

## INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal que tradicionalmente se ha efectuado en el estado de Veracruz y que ocupa laboralmente a un número importante de pescadores, intermediarios, comercializadores, etc., actualmente se encuentra en un proceso de decadencia, ante la disminución de los recursos pesqueros derivada de la sobrexplotación y deterioro ambiental.

Específicamente, el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), una zona comprendida frente a las costas de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo, ha sido declarada área natural protegida (DOF, 1992); lo que obliga a establecer medidas óptimas de conservación que irremediablemente limitan las áreas de pesca tradicionales, insta a los pescadores a realizar la conversión tecnológica de sus artes de pesca y les urge a generar un ordenamiento pesquero para el que quizá no están preparados, a fin de lograr una convivencia armónica con el ambiente. Dicha convivencia que requiere la protección y el manejo sustentable de los recursos pesqueros, solo podrá lograrse si se atienden las necesidades de alimentación, recursos económicos y educación ambiental que demandan las comunidades pesqueras.

La Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías (UIEP) de la Universidad Veracruzana (UV), ha estado realizando estudios en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) desde el año 2000, cuando tuvo la

oportunidad de elaborar una propuesta de programa de manejo del área (CEP, 2000). Desde entonces se percibió que el sector pesquero es uno de los usuarios del parque más afectado ante esta nueva figura y más complejo por su dimensión, carácter extractivo, posición socioeconómica de marginación y bajo nivel educativo; al cuál debe atenderse prioritariamente proporcionando alternativas productivas a su actividad, a fin de evitar un conflicto social. De esta manera el presente proyecto representa una de las alternativas identificadas en cinco años de trabajo directo con la comunidad de pescadores (Jiménez *et al.*, 2006), que garantiza la apropiación del desarrollo tecnológico cuando demuestre ser factible.

Se pretende que el cultivo de pulpo cumpla la doble finalidad de, por un lado constituir una actividad rentable al poder adquirir un valor agregado (si se le compara con el producto común de las capturas); y por otro, reducir la presión de pesca sobre los ecosistemas arrecifales, aspecto relevante si se considera la nueva posición de área natural protegida. Cabe resaltar que la pesca de pulpo constituye una de las actividades que más impacta a los arrecifes puesto que se realiza con gancho directamente sobre éstos ecosistemas, perturbando toda forma de vida. En este sentido, se pretende utilizar el cultivo de pulpo como una alternativa para la pesca, disminuyendo así el impacto negativo al ambiente.

## ANTECEDENTES

En el ámbito mundial, se han realizado diversos estudios dirigidos al cultivo de cefalópodos de importancia comercial, abarcando principalmente pulpos, calamares y sepias. De acuerdo con Iglesias *et al.* (2002), sobre el pulpo común *Octopus vulgaris* existen más de 500 trabajos científicos, enfocados a su biología, fisiología, comportamiento, reproducción y crecimiento.

En Japón, España, Chile, Perú y México se han desarrollado investigaciones sobre su cultivo integral; destacando los estudios que desde 1995 se vienen realizando en el Instituto Español de Oceanografía (IEO), a través de su Centro Oceanográfico en Vigo (Galicia, España).

Las investigaciones aquí generadas han sido enfocadas a la engorda de juveniles y subadultos, reproducción en cautiverio de adultos y el cultivo de paralarvas, siendo este último aspecto difícil de conseguir ya que aún no se ha identificado un alimento óptimo que permita la supervivencia en esta etapa. Sobre la engorda de ejemplares subadultos, los logros más sobresalientes refieren ganancias de casi 11 kg en 10 meses a partir de ejemplares de aproximadamente 1 kg, con alimentación mixta de moluscos, crustáceos y peces y tasas alimenticias del 3%. A partir de estos resultados, se ha desarrollado una actividad industrial de engorda en jaulas flotantes en Galicia (al noroeste de España), las cuáles han mostrado buenos resultados representando una actividad rentable para inversionistas locales (Iglesias *et al.*, 2002).

En cuanto a los estudios reproductivos, se ha demostrado la factibilidad de obtener pulpos recién nacidos a partir de hembras grávidas mantenidas en condiciones de laboratorio. Hasta el año 2002, el éxito sobre el mantenimiento de las paralarvas había sido medido; logrando una supervivencia máxima del 10% hasta los 32 días. Fue hasta el 2004 cuando se logró completar el cultivo, a partir del desove de una sola hembra mantenida en laboratorio. Aunque la supervivencia larvaria fue muy elevada (30%), la supervivencia total del ciclo completo fue sin embargo muy baja (0.1%), alcanzando dos ejemplares la talla adulta y mostrando actividad reproductiva.

Luego de pocas semanas, la hembra presentó desove y muerte posterior, cerrando así el ciclo de vida (Iglesias *et al.*, 2004).

Otros estudios realizados en Barcelona, han abarcado principalmente aspectos de alimentación y crecimiento de paralarvas (Villanueva, 1994; 1995; Villanueva *et al.*, 1996; 2002; Navarro y Villanueva, 2003). En Perú, se ha investigado la reproducción bajo condiciones de cautividad con la especie *Octopus mimus*, con la cual se ha logrado exitosamente el 100% de ovoposición con hembras maduras, alcanzando puestas superiores a 430 mil huevos. Los desarrollos embrionarios han tenido una duración de entre 37 y 45 días, con supervivencia máxima de hasta 17 días (Baltazar, 1999).

Asimismo, se han realizado estudios analizando la engorda en jaulas flotantes y tanques; obteniéndose los mejores resultados con este último método con ganancias de 1.83 kg en cinco meses; mientras que otros estudios han revelado crecimientos de hasta 342 g por mes en condiciones de laboratorio similares (Baltazar *et al.*, 1999, 2000; Quiroz *et al.*, 2000).

En México, la pesquería comercial se encuentra sustentada principalmente por *O. maya* (Voss y Solís, 1966) y en segundo lugar por *O. vulgaris*. A la fecha se han realizado diversos estudios sobre la primera especie, abarcando aspectos de su biología y pesquería (Solís Ramírez y Arreguín Sánchez, 1984; 1996; SAGARPA-INP, 2003; 2004). En cuanto a estudios enfocados al cultivo, solo existe registro de ensayos iniciales que logran la eclosión en condiciones de laboratorio (Solís Ramírez, 1967).

En el 2004 se iniciaron investigaciones formales sobre aspectos de nutrición, reproducción y cultivo de *O. maya* en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación dependiente de la UNAM, en el poblado de Sisal, Yucatán. Sobre el mismo año, la UIEP-UV inició los estudios sobre factibilidad del cultivo de pulpo en Veracruz, con la especie *Octopus vulgaris*. Estos se llevaron a cabo con apoyo de PEMEX y la ONG Niños y Crías, A.C., continuando en el 2005 a través de la fundación Beta Diversidad A.C. y BANAMEX.

En este documento se presentan los resultados de las primeras investigaciones.

Como un componente esencial para estimar la factibilidad, se desarrolló una evaluación de la socioeconomía de las comunidades pesqueras del PNSAV (Jiménez, 2005), para quiénes está destinado este proyecto. Cabe destacar que en el mismo año, se llevó a cabo una reunión con investigadores del Instituto Español de Oceanografía de Vigo y la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, en donde se inter-

cambiaron experiencias, se establecieron líneas de trabajo conjuntas y se firmaron acuerdos de colaboración; a fin de continuar avanzando coordinadamente en la investigación sobre el cultivo del pulpo en México.

Con base en lo antes expuesto, la presente investigación persigue evaluar el crecimiento, la supervivencia y algunos aspectos reproductivos del pulpo *Octopus vulgaris* mantenido en cautiverio, como parámetros esenciales en el estudio de factibilidad del cultivo de la especie.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los organismos para experimentación fueron obtenidos de las zonas marinas de bajos arrecifales ubicados frente a la localidad de Antón Lizardo, Veracruz, donde se distribuyen 12 arrecifes: Blanca, Punta Coyol, Polo, Chopas, Isla de Enmedio, Cabezo, Rizo, Anegada de Afuera, Topatillo, Santiaguillo, Anegadilla y Giote. En éste último se llevó a cabo la colecta, siendo un arrecife de tipo costero y de poco desarrollo asociado al litoral principal (Fig. 1).

### MANTENIMIENTO EN CAUTIVERIO Y ENGORDA

Se realizaron dos colectas con ayuda de pescadores locales, llevadas a cabo los días 23 de marzo y 21 de mayo del 2004. Para su transporte, los organismos fueron colocados individualmente en tubos de PVC (10 cm diámetro x 30 cm largo) y luego introducidos en taras plásticas con agua marina. Dado que los pulpos presentan una ali-

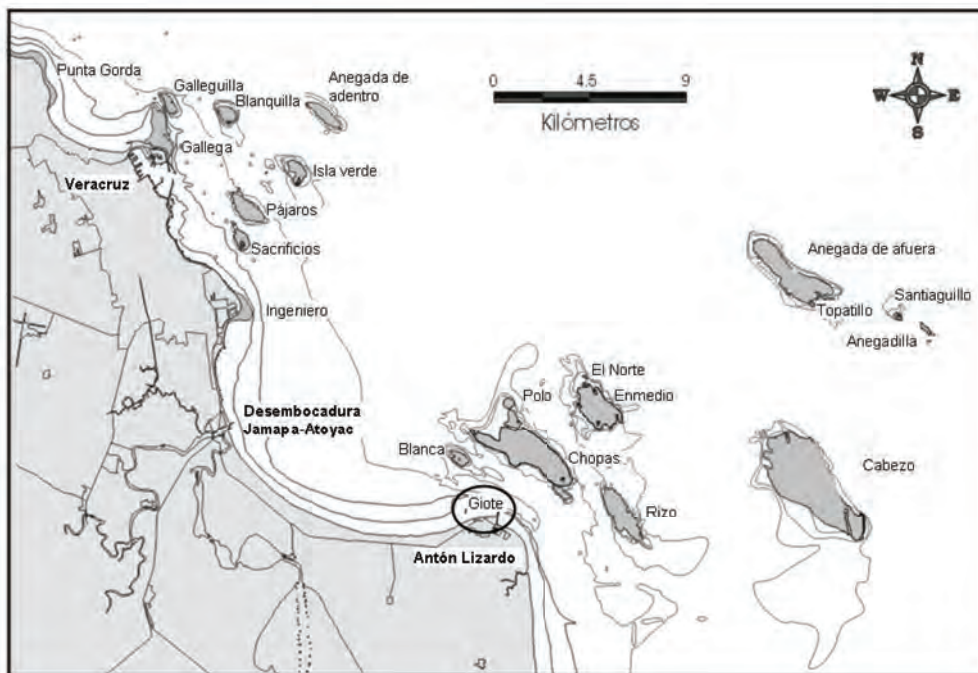


Figura 1. Área de estudio y zona de colecta de los pulpos utilizados en los distintos experimentos.

mentación variada en el medio natural, durante la experimentación fueron probados diferentes alimentos potenciales; a fin de determinar las respectivas tasas de crecimiento y establecer una dieta que permita un crecimiento adecuado en cautiverio.

En el primer ensayo, 10 ejemplares fueron mantenidos en un sistema de recirculación acuícola con aireación constante en las instalaciones del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR) 07, empleando un tanque de fibra de vidrio de 1.3 m<sup>3</sup> con filtro de grava marina y más de 10 ciclos por día. A fin de llevar un registro de crecimiento de cada ejemplar y evitar el canibalismo, se diseñaron previamente refugios individuales usando tubería de PVC de iguales dimensiones que para el transporte, anexando tapas de malla plástica de 0.5 cm de abertura.

Cada encierro fue numerado y pesado en una balanza digital OHAUS con precisión de  $\pm 1$  g, una vez introducidos los organismos, se registró su peso inicial en una tabla de seguimiento individualizado. Se observó un periodo de adaptación de 24 h antes de suministrar la primera alimentación; la cual fue a base de caracoles dulceacuícolas vivos de la especie *Pomacea patula catemacensis* (Baker, 1922; Gasteropoda: Ampullariidae). Esta dieta se mantuvo durante los 45 días que duró el experimento, realizando 34 biometrías. La toma de peso se realizaba sacando a los organismos del agua dentro de cada encierro individual, colocándolos en la balanza y manteniéndolos hasta obtener un valor constante, sin exceder 10 segundos en este proceso. La ración alimenticia (número de caracoles dados a cada pulpo) fue suministrada una vez al día; aumentando gradualmente conforme al peso de cada organismo. Antes de cada alimentación, los datos de peso de cada pulpo y de los caracoles dados eran registrados; retirando al día siguiente las conchas vacías de los refugios y pesándolas para determinar la materia blanda que había sido consumida.

Para el segundo ensayo, un total de 63 organismos fueron trasladados al Acuario de Veracruz A. C. e introducidos en un tanque de 20 m<sup>3</sup> con circuito abierto y flujo de nueve recambios diarios. Estos también fueron mantenidos en refugios individuales de PVC; sin embargo, se

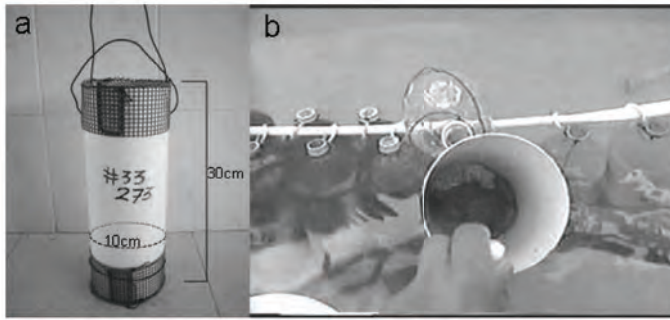
observaron fugas masivas a partir del primer día, por lo que los ejemplares eran reintroducidos a los refugios diariamente. El experimento se prolongó por un lapso de 96 días, realizándose dos biometrías generales: a los seis y a los 62 días. De acuerdo a los resultados iniciales, se establecieron cuatro categorías de peso: I juveniles (< 100 g), II chicos (100-300 g), III medianos (300 a 500 g) y IV grandes (> 500 g); realizándose la toma de peso de igual manera que en el primer ensayo.

Con la finalidad de disminuir el margen de error en este proceso (dado que los pulpos mantienen un volumen variable de agua en su interior al sacarlos), se realizaron tomas de peso por triplicado en todos los organismos; calculando posteriormente el valor medio de las mismas. A partir de la segunda biometría general, los pulpos fueron introducidos en refugios modificados eliminando las fugas; llevándose a partir de este día un seguimiento individual del peso hasta la conclusión del experimento. La alimentación inicial fue a base de pescado (cojinuda: *Caramx crysos* (Mitchill, 1815); dado a saciedad durante los primeros tres días pero aceptado escasamente. Por consiguiente, se cambió a una dieta de calamar la cuál fue aceptada en mejor medida; estableciéndose como el alimento principal hasta el término del experimento. Debido la dificultad de establecer un seguimiento específico mientras se presentaron las fugas de organismos, la tasa alimenticia solo se registró luego de la modificación a los refugios individuales (Fig. 2).

A partir de entonces, se inició la alimentación controlada a una proporción del 30% con relación al peso individual; siendo intencionalmente alta con respecto a lo reportado por otros autores. La aceptación de los organismos fue evaluada cada semana, con base en la disminución de restos de alimento no ingerido. A lo largo del experimento y hasta su conclusión, todos los organismos que murieron fueron congelados para realizar disecciones que permitieran corroborar su sexo mediante la observación de las gónadas. Los parámetros del agua fueron monitoreados diariamente, obteniendo valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Al final de ambos experimentos, se calcularon los siguientes índices de acuerdo con Iglesias *et*





**Figura 2.** a) Modelo de refugio individual usado durante el inicio del experimento. b) Alimentación en el modelo de refugio modificado y empleado hasta el término del experimento 2.

del segundo experimento. Dado que la observación del hectocotilo representó un proceso nuevo, el sexo determinado externamente fue corroborado tomando frotis de la gónada para observación al microscopio. La proporción sexual se estableció sobre los 36 organismos del seguimiento individual, considerándose tres condiciones: machos, hembras e indiferenciados.

*al.* (2000), Rodríguez *et al.* (2003) y Muñoz Pérez (2003):

Tasa absoluta de crecimiento  
(TAC) =  $(Pf - Pi) / t$ .

Tasa específica de crecimiento  
(TEC) =  $((\ln Pf - \ln Pi) \times 100) / t$ .

Índice de conversión alimenticia  
(IC) =  $AI / IP$ .

Tasa de supervivencia (TS) =  $(Nf \times 100) / Ni$ .

Donde: Pf = Peso final; Pi = Peso inicial; t = Tiempo de experimentación; AI = Alimento ingerido; IP = Incremento en peso; Nf = Número de organismos finales y Ni = Número de organismos iniciales.

#### DETERMINACIÓN DEL SEXO

El dimorfismo sexual en los pulpos se establece por la observación del tercer tentáculo derecho de los organismos; denominado hectocotilo en los machos. Éste presenta ciertas características distintivas las cuáles son completamente ausentes en las hembras; siendo las más visibles un pliegue de piel opuesto a la línea de ventosas llamado canal espermatofórico (Solís Ramírez, 1967), y una terminación del miembro en forma cóncava llamada lígula (Solís Ramírez, 1996). Estas modificaciones permiten al macho deslizar los paquetes de espermatozoides dentro de la cavidad de la hembra, realizando de este modo la fecundación.

A fin de establecer la proporción sexual, se llevaron a cabo revisiones externas sobre los organismos que fueron muriendo a lo largo

#### REPRODUCCIÓN Y ECLOSIÓN

Sobre pruebas de eclosión en condiciones artificiales, se realizaron tres experimentos a partir de una puesta colectada del medio natural. La hembra que aún se encontraba anidando fue retirada para poder extraer la masa de huevos, la cuál fue obtenida mediante buceo a pulmón e introducida en un recipiente plástico con agua marina y suministro de oxígeno para su transporte al CETMAR 07. Posteriormente ésta fue dividida en porciones iguales de seis racimos (sin contabilizar el número de huevos) para la realización de tres ensayos de incubación: en maternidad, en incubadora y en racimos suspendidos; los cuáles fueron montados en un acuario de vidrio de 0.2 m<sup>3</sup> con suministro constante de oxígeno.

En ningún ensayo se controlaron los factores de luz ni temperatura, prevaleciendo las condiciones naturales de estas latitudes. Dado que sólo se contó con una puesta y el número de racimos era reducido, ninguna réplica experimental fue realizada. La maternidad fue construida de malla de tul de 0.5 cm de abertura con dimensiones de 25 x 30 x 15 cm, y posteriormente suspendida en un armazón de aluminio en la parte superior de la pecera. La incubadora consistió en un tubo de plástico transparente (15 cm diámetro x 35 cm alto) cubierto con malla en los extremos, con un flujo de agua suficiente para mantener los racimos en movimiento constante. La última prueba consistió en atar racimos a una rejilla plástica; suspendiéndolos del mismo extremo que fueron fijados por la hembra simulando las condiciones naturales de incubación (Fig. 3). Para la observa-



Figura 3. Experimentos sobre incubación: a) Maternidad; b) Incubadora; c) Racimos suspendidos.

ción del desarrollo embrionario, diariamente fueron tomadas muestras de entre seis y 10 huevos; las cuáles fueron examinadas en un microscopio compuesto.

Por otra parte, durante el trascurso del segundo experimento de crecimiento fueron identificadas un total de nueve puestas. Fijadas en los refugios individuales por sus hembras ocupantes. A fin de observar el desarrollo embrionario sin sacrificar la totalidad de las puestas, una sola hem-

bra fue seleccionada y llevada dentro del refugio correspondiente al laboratorio del CETMAR 07, donde fue introducida a un acuario de 0.2 m<sup>3</sup> y mantenida hasta la eclosión de las paralarvas. El desarrollo embrionario fue monitoreado muestreando cinco huevos diariamente, los cuáles fueron retirados de la puesta adquiriendo fotografía digital con una cámara Cybershoot 3.1 Mpx superpuesta a un microscopio compuesto (objetivos 10 y 40x).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### MANTENIMIENTO EN CAUTIVERIO Y ENGORDA

Las tallas iniciales en el primer experimento variaron entre 65.5 y 162.6 g, observándose una supervivencia del 60% después del período adaptativo. El crecimiento fue constante, con ganancias finales (incremento en peso) a los 44 días de entre 91.6 y 109.5 g. Los valores promedio para la tasa absoluta y específica de crecimiento (TAC y TEC) fueron de 2.13 y 1.57 respectivamente; mientras que los más altos fueron de 2.49 y 2.23. Estos últimos, coincidieron con el índice de conversión alimenticia (IC) más eficiente de 2.68 (Tabla 1).

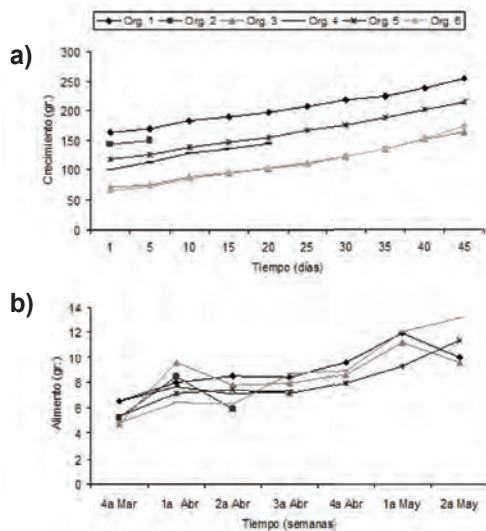
La alimentación total acumulada a los 44 días varió entre ejemplares de 268.7 a 305.8 g, con raciones diarias (agrupadas como promedios semanales) que oscilaron entre 4.70 y 6.50 g, aumentando a valores entre 9.65 y 13.18 g para la cuarta y segunda semana de marzo y mayo respectivamente. Las curvas de crecimiento y de incremento en la ración alimenticia son mostradas en la figura 4.

En los organismos mantenidos durante el segundo experimento se observó una supervivencia del 84% a los 6 días (primera biometría general), decayendo al 57% a los 62 días (segunda biometría general). La supervivencia final fue del 14%, donde el 33% fueron machos y el 67% hembras. Las evaluaciones de peso mostraron una distribución inicial donde prevaleció la categoría II, con un 66% de la población; cambiando posteriormente a la categoría III, con un 56% de los organismos. La categoría I (pulpos juveniles) desapareció (Tabla 2, Fig. 5). Las tomas de peso por triplicado mostraron una desviación estándar promedio de 4 g con una variación máxima de 16 g.

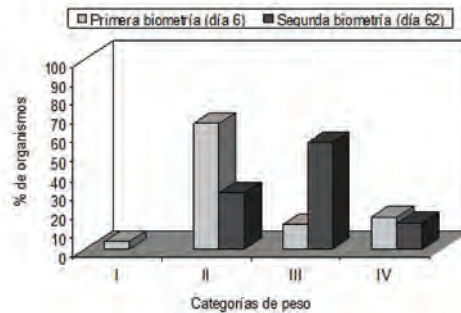
Con la modificación a los refugios se eliminaron las fugas de ejemplares; llevándose un seguimiento individual sobre el peso de 36 organismos por 48 días. Durante este lapso se mantuvo control sobre la tasa alimenticia, la cuál fue reducida periódicamente hasta alcanzar el 15%. Una vez establecida, esta ración fija fue dada hasta la conclusión del experimento (27 días); siendo ajustada semanalmente al nuevo peso de los organismos.

**Tabla 1.** Datos de peso (g) e índices de crecimiento de los organismos mantenidos en el experimento de crecimiento 1. Pi. Peso inicial Pf. Peso final IP. Incremento en peso t. Tiempo (días) TAC. Tasa absoluta de crecimiento TEC. Tasa específica de crecimiento IC. Índice de conversión alimenticia TS%. Tasa de supervivencia: a) Periodo adaptativo b) Final.

N° Org.	Pi	Pf	IP	t	TAC	TEC	IC	TS%
1	162.6	254.2	91.6	44	2.08	1.02	3.34	
2	143.5	160	16.5	10	1.65	1.09	3.22	a) 60
3	71.5	165	93.5	44	2.13	1.90	3.14	
4	100	146.7	46.7	21	2.22	1.82	2.80	
5	118	214.5	96.5	44	2.19	1.36	2.78	b) 50
6	65.5	175	109.5	44	2.49	2.23	2.68	
Prom.	110.1 8 ± 39	185.9 ± 41	75.72 ± 36	34.50 ± 15	2.13 ± 0.3	1.57 ± 0.5	2.99 ± 0.3	



**Figura 4.** a) Curva de crecimiento de los organismos del experimento 1; b) Curva de incremento en la ración alimenticia: promedios semanales a través de tres meses.



**Figura 5.** Desplazamiento de las categorías de peso en los organismos a través del experimento 2.

**Tabla 2.** Distribución porcentual de categorías de peso en los organismos mantenidos en el experimento de crecimiento 2. TS%. Tasa de supervivencia: a) 1ª biometría b) 2ª biometría c) Final machos h) Final hembras.

Categoría (g)	Día 6 (n= 53)		Día 62 (n=36)		TS%
	%	Peso promedio (gr)	%	Peso promedio (gr)	
I (≤ 100)	4	59 ± 25	0	-	a 84
II (100-300)	66	183.26 ± 56	30	211 ± 37	b 57
III (300-500)	13	406.86 ± 65	56	375.95 ± 57	c 14
IV (> 500)	17	594 ± 106	14	668.80 ± 105	m33 h67

De acuerdo a los datos sobre evolución en peso, se identificaron tres tendencias de crecimiento; las cuáles fueron denominadas como: A (crecimiento inicial, y decremento posterior por debajo del peso inicial); B (crecimiento sin decremento); y C (sin crecimiento, y decremento posterior por debajo del peso inicial). El incremento en peso (ganancia final en g al término del experimento) solo fue positivo en los organismos B, al igual que los valores de TAC, TEC e IC, con  $3 \pm 2$ ,  $2 \pm 2$  y  $7 \pm 4$  respectivamente (Tablas 3 y 4).

Por su parte, la agrupación por sexos (independientemente del tipo de crecimiento mostrado) fue realizada como: machos, hembras, hembras desovadas y hembras no desovadas; mostrando en todos los casos un punto de crecimiento

máximo, pero valores negativos al final del experimento (Fig. 6). Los parámetros del agua presentaron las siguientes variaciones: temperatura entre  $28.8$  y  $32$  ° C; oxígeno disuelto entre  $1.6$  y  $3$  mg L<sup>-1</sup> y salinidad entre  $35$  y  $42$ ‰.

Al analizar los resultados sobre ambos experimentos, se observa que el crecimiento fue evidente en el primero; con alimentación a base de presas vivas. El mejor resultado se observó en un ejemplar de  $65$  g, el cuál casi triplicó este peso en un lapso de  $44$  días, con un índice de conversión alimenticia de  $2.68:1$ . En contraste, los ejemplares mantenidos durante el segundo experimento y alimentados con calamar mostraron tasas de crecimiento negativas, o muy bajas.

Las agrupaciones de acuerdo a las tendencias de crecimiento identificadas, muestran cierta

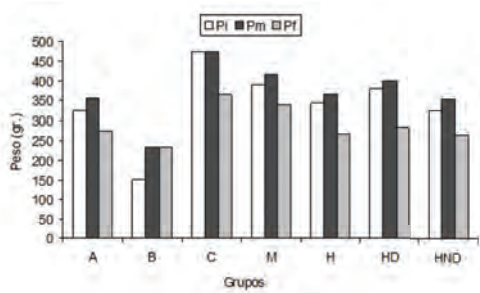
**Tabla 3.** Datos de peso promedio (g) por grupos, de los organismos mantenidos en el experimento de crecimiento 2. Pi. Peso inicial Pm. Peso máximo Pf. Peso final IP. Incremento en peso (g) % IP. Incremento en peso porcentual N. Núm. de organismos.

Grupo	Pi	Pm	Pf	IP	% IP	N
A	$323 \pm 153$	$356 \pm 158$	$276 \pm 124$	$-47 \pm 52$	$-14 \pm 12$	24
B	$152 \pm 65$	$233 \pm 86$	$233 \pm 86$	$81 \pm 21$	$55 \pm 10$	2
C	$474 \pm 115$	$474 \pm 115$	$365 \pm 150$	$-110 \pm 73$	$-25 \pm 18$	10
M	$389 \pm 171$	$416 \pm 160$	$339 \pm 129$	$-50 \pm 51$	$-12 \pm 8$	22
H	$343 \pm 146$	$367 \pm 144$	$268 \pm 115$	$-75 \pm 76$	$-19 \pm 21$	9
HD	$379 \pm 87$	$399 \pm 71$	$283 \pm 94$	$-96 \pm 94$	$-22 \pm 31$	13
HND	$326 \pm 180$	$355 \pm 182$	$261 \pm 135$	$-66 \pm 60$	$-18 \pm 12$	9

**Tabla 4.** Índices de crecimiento (valores promedio) y proporción sexual por grupos, de los organismos mantenidos en el experimento de crecimiento 2. AI. Alimento total ingerido (g).

TAC. Tasa absoluta de crecimiento TEC. Tasa específica de crecimiento  
IC. Índice de conversión alimenticia N. Número de organismos M. Machos H. Hembras  
HD. Hembras desovadas HND. Hembras no desovadas I. Indiferenciados.

Grupo	AI	TAC	TEC	IC	N	Proporción sexual %		
						M	H	I
A	$1391 \pm 736$	$-2 \pm 3$	$-1 \pm 1$	$-21 \pm 80$	24	29	58	13
B	$491 \pm 185$	$3 \pm 2$	$2 \pm 2$	$7 \pm 4$	2	0	50	50
C	$1090 \pm 1055$	$-8 \pm 9$	$-2 \pm 2$	$-22 \pm 22$	10	20	70	10
M	$1700 \pm 643$	$-4 \pm 5$	$-1 \pm 1$	$-60 \pm 96$	22			
H	$961 \pm 771$	$-5 \pm 7$	$-2 \pm 2$	$-6 \pm 55$	9			
HD	$406 \pm 525$	$-3 \pm 3$	$-1 \pm 1$	$-9 \pm 19$	13			
HND	$1400 \pm 681$	$-6 \pm 9$	$-2 \pm 2$	$-10 \pm 35$	9			



**Figura 6.** Crecimiento de los organismos del experimento 2 por grupos: A) Crecimiento inicial y decremento posterior; B) Crecimiento sin decremento; C) Sin crecimiento y decremento posterior M) Machos; H) Hembras; HD) Hembra desovadas; HND) Hembras no desovadas; Pi) Peso inicial; Pm) Peso máximo; Pf) Peso final.

relación con las tallas de peso inicial; donde los organismos más pequeños se encontraron dentro de la categoría B (presentando los únicos índices de crecimiento positivos), los de tallas medias en la A, donde hubo un crecimiento inicial y decremento posterior, y los de mayor talla en la categoría C, donde no se percibió ningún crecimiento. En los cefalópodos, el crecimiento ha sido estudiado bajo distintos modelos; encontrándose que en general éste consta de dos fases: una primera exponencial, dada en etapas de vida tempranas donde el desarrollo es más acentuado y una segunda logarítmica, que se presenta en organismos de mayor edad y durante la cuál la tasa de crecimiento decrece paulatinamente (Forsythe y Van Heukelem, 1987; Cortéz *et al.*, 1999).

Por otra parte, al considerar la proporción sexual dentro de los grupos de crecimiento, se observa un mayor decremento en aquellos donde hubo mayor predominancia de hembras (grupo C). El sexo según se sabe, es un factor que también puede influenciar el desarrollo; donde los machos presentan mejores tasas de crecimiento que las hembras (Mangold, 1983a; Iglesias *et al.*, 2000; García y Aguado, 2002; Rey Méndez *et al.*, 2003). En la agrupación por sexos, se observó que tanto machos como hembras tuvieron escalas negativas de crecimiento al final del experimento; aunque éstas fueron más acentuadas en hembras. Por otra parte, al separar a las hembras que tuvieron desove de aquellas que no lo hicieron, se observó claramente que las primeras

perdieron hasta el 22% de su peso; contra el 18% en las segundas.

Otros autores mencionan que las hembras que anidan llegan a perder entre el 25 y 65% de su peso corporal (Solís Ramírez, 1967; Iglesias *et al.*, 2002; Case, 2004); lo cuál se debe a que durante este período dejan de alimentarse. En el presente estudio todas las hembras que anidaron murieron al finalizar este proceso, sobreviviendo sin alimento un tiempo máximo de 22 días. Cabe destacar que esta característica es bien conocida en las especies semélparas (de ciclo de vida corto) de cefalópodos, y se relaciona con causas intrínsecas a su madurez sexual (Cortéz *et al.*, 1995; Zúñiga *et al.*, 1995; Woodinsky, 1977; O'Dor y Wells, 1978). El proceso que controla este aspecto en octópodos es atribuido a la actividad de la glándula óptica; la cuál además regula entre otros aspectos fisiológicos del animal, el desove, la degeneración posreproductiva, la nidación, la inanición y las expectativas de vida (Wells y Wells, 1959; 1975; Mangold 1983b; Koueta *et al.*, 1995).

En cuanto al índice de conversión alimenticia, se sabe que el pulpo puede asimilar entre el 40 y el 60% del alimento ingerido a su propio peso (Iglesias *et al.*, 2002); lo cual representa valores de IC de 1.6 a 2.5. En el presente estudio, los mejores resultados se observaron en el primer experimento con valores promedio de IC de  $2.99 \pm 0.3$ ; mientras que en el segundo, los valores negativos indican una baja eficiencia en el alimento usado. Cabe destacar que en el primer ensayo, la alimentación diaria (agrupada en promedios semanales) tuvo poca evolución a lo largo del tiempo (Fig. 4). Esto se debió a que no fue contemplada una ración alimenticia exacta, ya que la porción comestible era establecida luego de retirar la concha de los caracoles, hasta el día siguiente.

Al comparar los datos de alimentación contra el aumento de peso de cada organismo, se observa que la tasa alimenticia inicial y final fue muy similar; no excediendo nunca el 5.5%. Durante esta fase se identificaron varias desventajas: la dificultad de establecer una tasa alimenticia constante, la complejidad del manejo de las conchas dentro de los refugios, y los requerimientos en tiempo y espacio para establecer un cultivo de apoyo

intensivo. Las tasas alimenticias empleadas en otros experimentos han sido del 5 al 10% o entre el 8 y 10% para organismos de menor talla; y entre 3, 4 y 6% para los más grandes (Iglesias, 2002; Muñoz Pérez, 2003). En la presente experiencia, se observó que a pesar de usar una elevada tasa en el segundo experimento (15%), los resultados fueron desfavorables.

Al analizar el uso del calamar como alimento, se observan ciertas características deseables: es aceptado con facilidad por los organismos, presenta un alto valor proteico (16.40%) incluso superior al pulpo (12.60%) (CONAPESCA-ITESM, 2002), es disponible a lo largo de todo el año y tiene bajos costos en el mercado. No obstante, los valores negativos del IC sugieren que la energía obtenida a partir de esta dieta es insuficiente para mantener el metabolismo basal del animal. En consecuencia, el tejido existente empieza a ser consumido, dando como resultado el decremento en peso casi generalizado.

En cualquiera de los casos, el crecimiento se encuentra ligado a diversos factores los cuáles también deben ser considerados, tales como: la edad y tamaño del organismo, el tipo de alimento (cantidad y calidad de proteína) y la ración suministrada; así como a las condiciones ambientales predominantes (Mangold y Boletzky, 1973; Solís Ramírez, 1996; Cerezo y García García, 2003a).

El uso de los índices de crecimiento TAC y TEC en estudios sobre pulpo ha sido abordado por otros autores; representando el primero la ganancia en peso diario, y el segundo la expresión porcentual logarítmica de ésta. Así, Rodríguez *et al.* (2003) reportan valores de 7 y 0.5% en organismos de 1090 g, y de 29.4 y 1.5% con ejemplares de 917 g para TAC y TEC respectivamente. En cuanto a diferencias entre sexos, García y Aguado (2002) obtuvieron resultados ligeramente superiores en machos (418 g talla inicial promedio) con valores promedio de 13.19 y 0.90% para los mismos índices.

En el presente estudio, los valores TAC del primer experimento son bajos comparados con los reportados; sin embargo, esto se relaciona con el peso promedio de los organismos mantenidos (110 g), cuyo incremento absoluto en peso será inferior a los que presentarían organismos de

mayores tallas. Por otra parte, el índice TEC que refleja el incremento en una escala porcentual, presenta un promedio similar a los reportados; con valores individuales incluso superiores.

En el segundo experimento, los mejores valores de TAC y TEC fueron similares al experimento previo; no obstante, esto se dio en un número reducido de ejemplares mientras que en general, se presentaron escalas negativas que reflejan pérdidas de peso. Los resultados de los índices de crecimiento entre sexos fueron muy similares, y la diferencia solo es visible al comparar los valores porcentuales de peso final donde las hembras tuvieron decrementos más acentuados. Pese a ello, ante la falta de condiciones adecuadas que permitieran realizar réplicas experimentales, los resultados aquí obtenidos no permiten establecer diferencias estadísticas ni entre los grupos por sexos, ni entre experimentos.

En el mantenimiento en cautiverio, el uso de refugios también ha sido probado previamente (Villanueva, 1995; Caveriviere *et al.*, 1999; Rey Méndez *et al.*, 2003); con base en el conocimiento sobre los fenómenos de territorialidad y canibalismo dados en pulpos, los cuáles representan las mayores tasas de mortalidad (Rodríguez, 2003; Muñoz Pérez, 2003). En el presente estudio, este hecho fue visible durante el segundo experimento; donde se observó que hasta antes del control de las fugas la principal causa de mortalidad fue el canibalismo.

Lo anterior explica que la categoría de pulpos juveniles desapareciera hacia la segunda biometría general, dada la mayor susceptibilidad de éstos para ser depredados. No obstante, en el lapso posterior la mortalidad registrada hasta el fin de la experiencia fue la misma que en la fase previa (43%); lo cuál puede ser un indicio que sugiere que el uso de refugios individuales que inhiben el canibalismo, no asegura una mayor supervivencia. Esto pudo deberse a que las dimensiones usadas para los refugios, y el hecho de implicar un confinamiento permanente, fueron factores que afectaron negativamente a los organismos.

En otros estudios, las tasas de mortalidad máximas fueron del 13% (Iglesias *et al.*, 2000) y del 45.5% (Rey Méndez *et al.*, 2003); en ambos casos para machos en el quinto y cuarto mes respecti-

vamente. En la presente experiencia, la mortalidad durante el segundo experimento coincidió con este hecho; siendo mayor la supervivencia final en hembras. Lo anterior ha sido relacionado con la agresividad más acentuada en los machos; mientras que en las hembras, la mortalidad está más asociada a la degeneración posreproductiva. De acuerdo a esto, se ha sugerido la necesidad de estabular los lotes de cultivo por tallas y sexos, siendo preferentes los ejemplares machos de tallas juveniles (Iglesias *et al.*, 2000).

Por otra parte, se sabe que la calidad del agua es un factor que repercute directamente sobre las tasas de crecimiento y supervivencia de los animales bajo condiciones de cultivo; donde los parámetros físicos y químicos juegan un papel esencial. Van Heukelem (1983), menciona que *O. vulgaris* puede encontrarse en aguas entre los 6 y 33°C, aunque es más común en hábitat de entre 10 y 30°C; tolerando salinidades de 32 a 40%. En la presente experiencia, se observaron valores de salinidad que superaron este rango, lo cual pudo ocasionar un estrés osmótico en los organismos. En cuanto a la temperatura, aunque la adaptabilidad de los pulpos varía en relación a las latitudes de su entorno natural, valores elevados de hasta 32°C como los observados pueden ser desfavorables. Cabe destacar que en los sistemas abiertos, las condiciones del agua están determinadas por las existentes en el mar, dificultándose por tal motivo el control de los parámetros.

Los bajos registros de crecimiento y supervivencia obtenidos en el segundo experimento, e incluso el decremento en peso, pueden ser relacionados con estas condiciones; lo cual ha sido descrito por otros autores. Muñoz Pérez (2003), encontró que los organismos de mayor tamaño son más susceptibles al estrés térmico; coincidiendo con lo observado en este estudio donde el prolongado tiempo de permanencia y las mayores tallas de los ejemplares, que implican tasas de crecimiento más bajas, fueron hechos determinantes.

Otra forma en que la temperatura afecta el mantenimiento de los organismos, es su relación inversa con la disponibilidad de oxígeno disuelto presente en el agua (Weiss, 1970); el cual puede ser considerado uno de los factores más

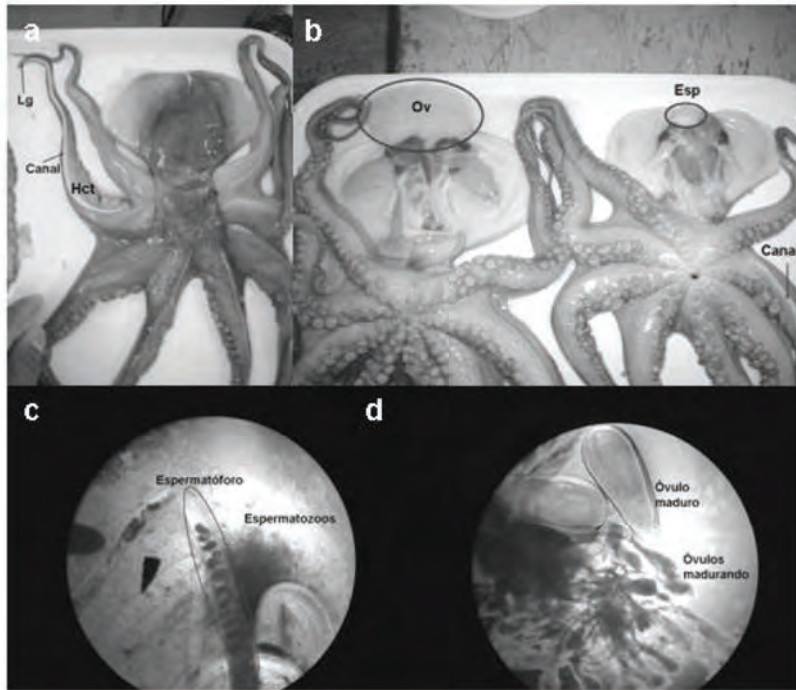
importantes para los cefalópodos dadas sus altas tasas metabólicas (Madan y Wells, 1996). La actividad respiratoria y consumo de oxígeno del pulpo han sido estudiados previamente, Borer y Lane (1971), encontraron que en *Octopus briareus* (Robson: 1929), el nivel mínimo de oxígeno tolerable antes de producirse un estrés respiratorio es de 2.8 mg L<sup>-1</sup>. Cerezo y García García (2005), por su parte, realizaron un estudio donde determinaron los niveles críticos (debajo de los cuáles la actividad ventilatoria es incrementada) y letales (debajo de los cuáles la actividad ventilatoria cesa) de *O. vulgaris*; estableciendo estos valores en 2.3 y 0.42 mg L<sup>-1</sup> respectivamente.

Los niveles de oxígeno mantenidos en otras experiencias en sistemas cerrados, han oscilado entre 4 y 8 mg L<sup>-1</sup> (Baltazar *et al.*, 2000), o entre 8.5 y 9.5 (Fiorito *et al.*, 1998). En la presente experiencia, los niveles de oxígeno mantenidos durante el segundo experimento fueron limitados en contraste con los reportados por estos autores; con valores extremos que estuvieron por debajo del límite crítico mencionado. Según se sabe, esta condición puede ser compensada por un aumento en la actividad ventilatoria de los pulpos; sin embargo, dicha medida conlleva un alto gasto energético que reduce la capacidad para realizar otros procesos metabólicos, tales como el crecimiento (Cerezo y García García, 2005).

De manera general, considerando el alto registro de temperatura y el espacio limitado en los refugios individuales, es posible establecer un entorno negativo cuyas condiciones se agravaran durante el proceso de alimentación; donde el consumo de oxígeno se eleva por el aumento en la actividad metabólica (Cerezo y García García, 2003b). De tal modo, a pesar de observarse valores de peso máximo que demuestran un crecimiento inicial, la baja eficiencia del alimento usado sumado a las condiciones de mantenimiento inadecuadas fueron causa de un crecimiento limitado; presentándose incluso pérdidas de peso.

#### DETERMINACIÓN DEL SEXO

De un total de 46 ejemplares analizados a lo largo del experimento, la presencia y ausencia del hectocotilo fue evidente para machos y hembras



**Figura 7.** a) Estructura del hectocotilo (Hct) en pulpos machos, detalles de Lígula (Lg) y canal espermatofórico (Canal). b) Gónadas en organismos adultos, óvulos (Ov) y espermatozoos (Esp). c) Vista al microscopio de gónada masculina, detalles de espermatóforo y espermatozoos. d) Vista al microscopio de gónada femenina, detalles de óvulos maduros y en proceso de maduración.

respectivamente, en el 100% de los casos (Fig. 7). La talla mínima a la que los caracteres externos son apreciables, resulta variable de acuerdo a la especie.

En *Octopus maya*, por ejemplo, el sexo no se puede determinar hasta por lo menos los tres meses; apreciándose las gónadas entre los 3 y 5 meses de edad (25-450 g). El hectocotilo por su parte, empieza a desarrollarse entre el cuarto y quinto mes de edad (Van Heukelem, 1983).

En la presente experiencia, la talla mínima a la que el sexo pudo ser corroborado externa e internamente fue de 94 g (peso final); correspondiendo a una hembra cuyo peso inicial fue de 135 g. Cabe destacar que esta pérdida de peso no se debió a un proceso de incubación, sino a los factores desfavorables de alimentación y condiciones de mantenimiento.

En cuanto a la proporción sexual final, se encontró la siguiente distribución: 25% machos, 61% hembras (de las cuáles el 41% presentó des-

ove) y 14% indiferenciados. Estos últimos, representan a aquellos ejemplares donde el sexo no se pudo identificar por el inicio de su descomposición. La proporción de machos y hembras en el medio natural generalmente es de 1:1, o presenta valores que estadísticamente no difieren de ese equilibrio (Solís Ramírez, 1967; Quetglas *et al.*, 1998). En este caso, la distribución de sexos no es un factor relevante para el presente estudio; y en todo caso refleja las condiciones mantenidas en el medio en el momento de la colecta. Asimismo, el hecho de que un elevado porcentaje de las hembras presentara ovoposición, está ligado a la época reproductiva; la cuál en la zona se establece de abril a mayo.

## REPRODUCCIÓN Y ECLOSIÓN

En los exámenes realizados sobre las muestras de huevos colectadas del medio natural, se observó un desarrollo inicial de los embriones hasta la fase de oculación; deteniéndose alrededor del



séptimo día por la acción de microorganismos. En el medio natural, la constante limpieza de la hembra sobre su puesta evita la acumulación de detritus, el cuál promueve la aparición de bacterias y protozoarios coloniales como *Vorticella spp.* o propágulos de algas como *Ulva spp.*, y la fijación de hongos, propiciada en parte por las características mismas de la cubierta de los huevos (Portman, 1932; Solís Ramírez, 1967).

Debido a que el estancamiento del agua sobre la puesta puede promover la aparición de microorganismos parasitarios de este tipo, las diferentes pruebas realizadas en laboratorio buscaron ofrecer condiciones apropiadas para completar el desarrollo embrionario; no obstante, en ninguna de ellas se alcanzó la eclosión. Por su parte, en la puesta procedente del acuario de Veracruz y que fue mantenida junto con la hembra desovante, la evolución de los huevos pudo ser monitoreada a través de todo el desarrollo embrionario; tomando un total de 9 muestras a lo largo de éste. La oculación comenzó a los ocho días del desove, presentándose la eclosión entre los 15 y 18 días (Fig. 8).

El tiempo promedio de incubación en las hembras desovantes fue de 16 días con temperaturas superiores a los 28°C; mientras que la supervivencia de las mismas posterior al desove varió entre los 16 y los 22 días. El tiempo de incuba-

ción en los pulpos varía ampliamente entre especies y condiciones del medio, siendo la temperatura la principal característica externa que determina este hecho en todos los cefalópodos. La eclosión de las paralarvas de *O. vulgaris* puede durar entre 20 y 25 días si la temperatura del agua es de 25°C; y hasta los 125 días si es cercana a los 13°C (Case, 2004).

Bajo condiciones de cautiverio, se han observado períodos de 25-30 días a temperaturas de 19 y 22°C, y de 34 días a 20°C (Hernández López y Castro Hernández, 2001; Villanueva, 1995).

Los resultados de la presente experiencia indican que el desarrollo embrionario, y eclosión de huevos de *O. vulgaris* en condiciones de laboratorio, son totalmente factibles; siempre que éstos permanezcan bajo el cuidado de la hembra. Si bien existe la posibilidad de incubación bajo condiciones de laboratorio altamente elaboradas, la factibilidad de mantener a la hembra con su puesta exclusivamente para este proceso parece ser la opción más simple. El corto tiempo en que dicho proceso se presentó, se relaciona directamente con las temperaturas predominantes de esta zona; lo cuál representa una ventaja para el establecimiento de futuras líneas de investigación enfocadas a la obtención masiva y cultivo de paralarvas.

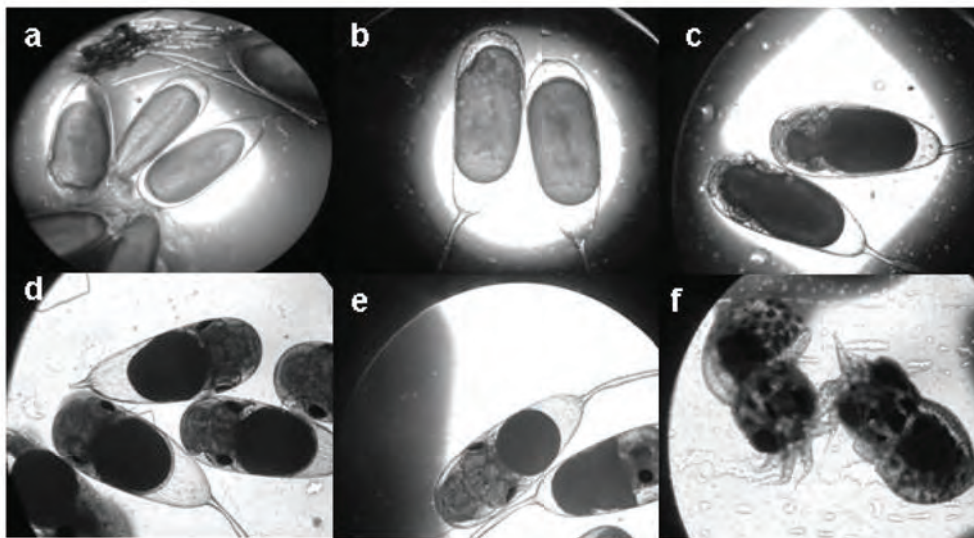


Figura 8. Desarrollo embrionario de *O. vulgaris* (días tras la puesta): a) 4 días, b) 8 días, c) 10 días, d) 15 días, e) 17 días, f) Paralarvas tras la eclosión.

## CONSIDERACIONES FINALES

El crecimiento promedio alcanzado en ambos experimentos fue bajo, presentándose incluso pérdidas de peso reflejadas por valores negativos en los índices usados. En el primer ensayo esto se debió a la baja ración alimenticia; mientras que en el segundo, a la baja eficiencia con que el alimento fue asimilado. Las condiciones desfavorables de mantenimiento, principalmente la alta temperatura y los bajos niveles de oxígeno disuelto, fueron también factores determinantes en este hecho.

La supervivencia final también fue baja, con una mayor mortalidad en el segundo ensayo debido al prolongado tiempo del experimento y a las condiciones adversas del entorno. El espacio reducido en los refugios usados resultó un factor desfavorable, al agravar tales condiciones pudiendo ser causa de estrés en los organismos.

La alta variabilidad de parámetros físicos y químicos en los sistemas abiertos resulta un factor a considerar. De acuerdo a esto, el uso de sistemas cerrados que permitan un mejor control del ambiente, puede ser más adecuado para las fases de cultivo experimentales.

La determinación externa del sexo con el método empleado resulta plenamente confiable. Esto

permitirá establecer la segregación sexual en experimentos futuros, previniendo la mortalidad asociada al evento reproductivo en las hembras.

Los ensayos sobre eclosión demuestran que este hecho es factible, siempre que la hembra sea mantenida al cuidado de la puesta. Por otra parte, el alto porcentaje de hembras desovantes observado en el segundo experimento, así como el breve período del desarrollo embrionario, sugieren que durante la época reproductiva este método podría ser usado para la obtención masiva de paralarvas con fines experimentales.

El análisis de los elementos presentados sugiere la necesidad de continuar con experimentos sobre mantenimiento y engorda de organismos, debiendo probarse otras alternativas alimenticias bajo condiciones más apropiadas. La falta de un diseño experimental adecuado limita la interpretación de los resultados obtenidos, debiendo tomarse solo como preliminares. No obstante, se considera que dichos resultados representan un avance sustancial en el conocimiento sobre el manejo y domesticación de la especie, lo cual permitirá optimizar los esfuerzos enfocados a determinar la factibilidad de su cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de PEMEX y Niños y Crías, A.C., como instituciones financiadoras para la realización del presente proyecto. Asimismo, la participación de la comunidad pesquera de Antón Lizardo para las actividades de campo; espe-

cialmente, a la cooperativa "Arrecifes de Antón Lizardo". También, se agradece al Centro de Estudios Tecnológicos del Mar 07, y al Acuario de Veracruz, A.C. por las facilidades prestadas para el montaje de los experimentos.

## LITERATURA CITADA

Baltazar, P., 1999. Observaciones preliminares sobre el comportamiento sexual y puesta de huevos de *Octopus mimus* en cautiverio. VIII Reunión científica ICBAR.

Baltazar, P., F. Cardoso, y V. Valdivieso, 1999. Observaciones preliminares sobre el cultivo del pulpo *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en el Perú. p. 144-145. In: Resúmenes ampliados I del VIII COLACMAR. Trujillo, Perú.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Baltazar, P., P. Rodríguez, W. Rivera, y P. Valdivieso, 2000. Cultivo experimental de *Octopus mimus*, Gould 1852 en el Perú. *Rev. Peru. Biol.*, 7(2):151-160.
- Borer, K.T., y C.E. Lane, 1971. Oxygen requirements of *Octopus briareus* (Robson) at different temperatures and oxygen concentrations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 7:263-269.
- Case, R.J., 2004. *Octopus vulgaris* (common octopus). [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information\\_vulgaris.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information_vulgaris.html).
- Caveriviere, A., F. Domain, y A. Diallo, 1999. Observations on the influence of temperature on the length of embryonic development in *Octopus vulgaris* (Senegal). *Aquat. Living Resour.*, 12(2):151-154.
- CEP (Centro de Ecología y Pesquerías), 2000. Propuesta de Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Veracruzana, México.
- Cerezo, J., y B. García García, 2003a. Crecimiento y aprovechamiento nutritivo de dietas compuestas de distintos porcentajes de cangrejo y boga, en el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797). IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- Cerezo, J., y B. García García, 2003b. Descripción del patrón de consumo de oxígeno postprandial en el pulpo de roca (*O. vulgaris* Cuvier, 1797). IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- Cerezo, J., y B. García García, 2005. Suitable dissolved oxygen levels for common octopus (*Octopus vulgaris*: Cuvier, 1797) at different weights and temperatures: analysis of respiratory behaviour. *Aquaculture*, 244:303-314.
- CONAPESCA-ITESM. 2002. Cadena productiva del pulpo. [http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/organizacion/estudios/Cadena\\_productiva\\_pulpo1.doc](http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/organizacion/estudios/Cadena_productiva_pulpo1.doc).
- Cortéz, T., B. Castro, y A. Guerra, 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). *Mar. Biol.*, 123:505-510.
- Cortéz, T., A.F. González, y A. Guerra, 1999. Growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fish. Res.*, 40:81-89.
- DOF. 1992. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDLXVII. No. 16. México, D. F., a lunes 24 de agosto de 1992. 6-16.
- Fiorito, G., G. Biederman, V. Davey, y F. Gherardi, 1998. The role of stimulus preexposure in problem solving by *Octopus vulgaris*. *Anim. Cogn.*, 1:107-112.
- Forsythe, J.W., y W.F. Van Heukelem, 1987. Growth. p. 351-365. *In*: P.R. Boyle (Ed.). *Cephalopod Life Cycles*, Vol. 2. Academic press, London, U.K.
- García García, B., y F. Aguado Giménez, 2002. Influence of diet on ongrowing and nutrient utilization in the common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture*, 211:171-182.
- Hernández López, J.L., y J.J. Castro Hernández, 2001. Age determined from the daily deposition of concentric rings on common octopus (*Octopus vulgaris*) beaks. *Fish. Bull.*, 99:679-684.
- Iglesias Estévez, J., J.J. Otero Moxica, C., Fuentes, y F.J. Sánchez, 2004. The completed life cycle of the octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier) under culture conditions: paralarvar rearing usin *Artemia* and zoeae, and first data on juvenile growth up to 8 months of age. *Aquaculture International*, 12:481-487.
- Iglesias Estévez, J., F.J. Sánchez, J.J. Otero, y C. Moxica, 2000. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): Present knowledge, problems and perspectives. *Cabiers Options Méditerranéennes*, 47:313-321.
- Iglesias Estévez, J., F.J. Sánchez, J.J. Otero, y C. Moxica, 2002. El cultivo del pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier). Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica. 18 p.
- Jiménez Badillo, M.L., 2005. Socioeconomics of the fishing communities in the Veracruz Reef System National Park, México. Sometido. Fisheries Management and Ecology.
- Jiménez Badillo, M.L., V. Arenas Fuentes, y H. Pérez España, 2006. The conservation-exploitation paradox in a Mexican coral reef protected area. *In*: Gardes (Ed). *Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress*. Vancouver, Canadá. American Fisheries Society.

- Koueta, N., C.E. Boucaud, y A.M. Renou, 1995. Gonadotropic mitogenic activity of the optic gland of the cuttlefish *Sepia officinalis*. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 75(2):391-404.
- Madan, J.J., y M.J. Wells, 1996. Cutaneous respiration in *Octopus vulgaris*. *J. Exp. Biol.*, 199: 2477-2483.
- Mangold, K.M., 1983a. *Octopus vulgaris*. p. 335-364. In: Boyle, P. R. (Ed.). *Cephalopod Life Cycles*, Vol. 1. Academic Press, London. UK.
- Mangold, K.M., 1983b. Food, feeding, and growth in cephalopods. *Memoirs of the National Museum of Victoria* 44:81-93.
- Mangold, K.M., y S.V. Boletzky, 1973. New data reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. *Mar. Biol.*, 19:7-12.
- Muñoz Pérez, J.L., 2003. El engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) en condiciones naturales de un estero. IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- Navarro, J.C., y R. Villanueva, 2003. The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile. *Aquaculture*, 219:613-631.
- O' Dor, R.K., y M.J. Wells, 1978. Reproduction versus somatic growth: hormonal control in *Octopus vulgaris*. *J. Exp. Biol.*, 77:15-31.
- Portman, A., 1933. Observations sur le vie embryonnaire de la pieuvre (*Octopus vulgaris*, Lam.). *Arch. Zool. Exp. Gén. Notes 8 Rev.*, 76 (1):24-36.
- Quetglas, A., F. Alemany, A. Carbonell, P. Merilla, y P. Sánchez, 1998. Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fish. Res.*, 36:237-249.
- Quiroz, M., M. Zambrano, y I. Anco, 2000. Crecimiento y reproducción del pulpo (*Octopus mimus*) en condiciones de laboratorio. p. 43. In: I Congreso Regional Sur de Cien. y Tec., Tacna, Perú.
- Rey Méndez, M., E. Muñón, y M. Luaces Canosa, 2003. Estudio de los efectos del peso inicial y el sexo sobre el comportamiento, la mortalidad y el crecimiento del pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) en cultivo industrial. IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- Rodríguez, C., J.F. Carrasco, y M. Rodríguez, 2003. Engorde de juveniles de pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) en jaula. IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- Roo, F.J., J. Socorro, y C. Alonso, 2003. Histología del sistema digestivo de paralarvas de pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) alimentadas con distintos tipos de presas vivas. IX Congreso Nacional de Acuicultura, Cádiz.
- SAGARPA-INP-CRIP, 2004. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en al Península de Yucatán, 3. México.
- Solís Ramírez, M.J., 1967. Aspectos biológicos del pulpo *Octopus maya* Voss y Solís. *Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. México*, D.F. Public. Núm. 18.
- Solís Ramírez, M.J., 1996. La pesquería del pulpo del Golfo de México y Caribe Mexicano. CRIP Yucaltepén. p. 263-284. In: *Pesquerías Relevantes de México*, INP-SEMARNAP, 1996. Tomo I.
- Solís Ramírez, M.J. y F. Arreguín Sánchez, 1984. Análisis de la pesquería del pulpo (*Octopus maya*) del Banco de Campeche. VIII Reunión MEXUS-OLFO. 19 p.
- Van Heukelem, W.F., 1983. *Octopus maya*. p. 311-323. In: P.R. Boyle (Ed.) *Cephalopod Life Cycles*. Species Accounts Academic Press.
- Villanueva, R., 1994. Decapod crab zoeae as food for rearing cephalopod paralarvae. *Aquaculture*, 128:143-152.
- Villanueva, R., 1995. Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52:2639-2650.
- Villanueva, R., C. Nozais, y S.V. Boletzky, 1996. Swimming behaviour and food searching in planktonic *Octopus vulgaris*: Cuvier from hatching to settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 208:169-184.
- Villanueva, R., N. Koueta, J. Riba, y E. Boucaud Camou, 2002. Growth and proteolytic activity of *Octopus vulgaris* paralarvae with different food rations during first feeding, using *Artemia* nauplii and compound diets. *Aquaculture*, 205: 269-286.
- Weiss, R.F., 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in water and seawater. *Deep-Sea Res.*, 17:721-735.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Wells, M., y J. Wells, 1959. Hormonal control in sexual maturity in octopus. *J. Exp. Biol.*, 36(1):1-33.

Wells, M., y J. Wells, 1975. Optic gland implants and their effects on the gonad of octopus. *J. Exp. Biol.*, 62:579-588.

Woodinsky, J., 1977. Hormonal inhibition of feeding and death in octopus: control by optic gland secretion. *Science*, 198:948-951.

Zúñiga, O., A. Olivares y E. Retamales, 1995. Desarrollo de tecnología para la producción masiva de juveniles de *Octopus mimus*. Informe final proyecto Fn. D. R. 56 p.

Ortíz Lozano L., A. Granados Barba, y I. Espejel, 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las implicaciones para su manejo, p. 275-286. *In*: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

18



# El Contexto Regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las Implicaciones para su Manejo

REGIONAL CONTEXT OF THE VERACRUZ REEF SYSTEM NATIONAL PARK AND IM-  
PLICATIONS FOR ITS MANAGEMENT

*L. Ortiz Lozano*<sup>1,2</sup>, *A. Granados Barba*<sup>2</sup> y *I. Espejel*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Oceanografía Costera, UABC

<sup>2</sup>Unidad de Investigación de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias, UABC

## RESUMEN

La creación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) obedece a la necesidad de proteger un área coralina de mucho valor tanto en lo ambiental como en lo socioeconómico. Si bien han existido varias propuestas para establecer esquemas de manejo apropiado del ANP, en ninguna de ellas se analiza la relevancia que la Zona de Planeación (ZP) pudiera tener sobre el estado del PNSAV. En este trabajo se analiza la heterogeneidad de la ZP terrestre y se plantea la presencia de una ZP marina. Bajo este análisis, la ZP terrestre presenta una gran heterogeneidad ambiental y administrativa que evidencia la complejidad para regular las externalidades que afectan al PNSAV, proponiéndose con ello la creación de esquemas de gestión a diferentes niveles de gobierno. Por su parte, en la ZP marina, se encuentra una gran complejidad derivada de los flujos de masas de agua y por la incidencia de impactos provenientes de las zonas productoras de petróleo y resalta la necesidad de implementar esquemas de evaluación y seguimiento de estos.

## ABSTRACT

The creation of the Veracruz Reef System National Park (Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano) (PNSAV) has been planned to protect a unique reef area of important environmental and socio-economic values. Several proposals already existed to establish outlines for the appropriate management

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

of this marine protected area. However, the relevance of the Planning Zone (PZ) and its importance on the condition of the PNSAV has not yet been analyzed in any of them. This is why we analyze the heterogeneity of the terrestrial Planning Zone and a marine Planning Zone is proposed in this study. The terrestrial PZ presents a great environmental and managing heterogeneity which proves complexity to regulate the externalities that affect the PNSAV. Therefore, it is necessary to create policies at different governmental levels. On the other hand, the marine PZ is indeed complex due to the flux of the water masses and to the incidence of impacts generated in the oil production zones of the southern Gulf of Mexico. This study underlines the need to consider the evaluation and monitoring of these externalities.

## INTRODUCCIÓN

La creación del área protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) en 1992 (Fig. 1), obedeció primordialmente a la necesidad de proteger y conservar un sistema arrecifal único en el Golfo de México el cual cuenta con un importante potencial científico, económico, educativo, pesquero, histórico, turístico y cultural, pero que se encuentra bajo una intensa presión antropogénica debido al desarrollo aledaño de la zona conurbada Veracruz-Boca del Río (DOF, 1992). Este potencial percibido ha derivado en las múltiples propuestas de programas de manejo que se han generado para esta área protegida (SEMAR, 1991; CEP, 2000; CONANP, 2006), siendo coincidentes en la generación de diagnósticos sobre los recursos del parque y en la creación de regulaciones enfocadas al uso sustentable de éstos.

No obstante estos esfuerzos, resalta la carencia de un análisis que permita reforzar las iniciativas de manejo al interior del PNSAV con el entendimiento de los factores externos al área protegida que están relacionados con el estado de los bienes ambientales del sistema arrecifal, así como con su uso y administración (Ingram, 1997; McClanahan, 1999; Mulongoy y Chafe, 2004). Para satisfacer esta necesidad, es necesario comprender dos conceptos íntimamente ligados con el manejo de las áreas naturales protegidas (ANP's) en las zonas costeras: el de Zona de Regulación y el de Zona de Planeación (Sorensen *et al.*, 1992).

La Zona de Regulación (ZR) hace referencia a la zona donde la autoridad encargada del manejo de un área tiene una injerencia directa en la generación y aplicación de regulaciones que limiten o controlen el uso de los recursos. La Zona de Planeación (ZP) se refiere a la zona que está

ligada funcionalmente a la zona protegida pero, en este caso, la autoridad encargada de proteger el área no tiene jurisdicción, por lo cual se ve en la necesidad de crear esquemas de gestión que le permitan modificar las afectaciones que podrían generarse hacia el interior del área protegida.

La legislación mexicana relacionada con las ANP's no incluye en forma explícita el concepto de Zona de Planeación, aunque este puede ser equiparable con lo que, de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de ANP's (DOF, 2000), se conoce como Zona de Influencia y está definida como "aquellas superficies aledañas a la poligonal de un área natural protegida que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta", lo cual es semejante a la definición de Sorensen *et al.* (1992) de ZP. En ninguno de los casos se expresa el tamaño de esta área. Sorensen *et al.* (1992) menciona que el área termina en los 200 m de altitud y si se analizan las diferentes ANPs del país cada una es de tamaño muy variable, desde aquellas que consideran la influencia de las cuencas completas (el PNSAV), hasta aquellas que sólo marcan una franja de cinco kilómetros alrededor de todo su perímetro (Hernández, 2004).

La definición oficial de la LEGEPA hace énfasis en las relaciones funcionales entre el territorio continental y la zona costera en sí, lo cual se ajusta a la visión planteada en la Propuesta del Programa de Manejo del PNSAV (CEP, 2000) en donde se considera que la Zona de Influencia del PNSAV "se extiende hacia la parte interna (W) del país, delimitada por el nacimiento de las cuencas hidrológicas que drenan por la Planicie

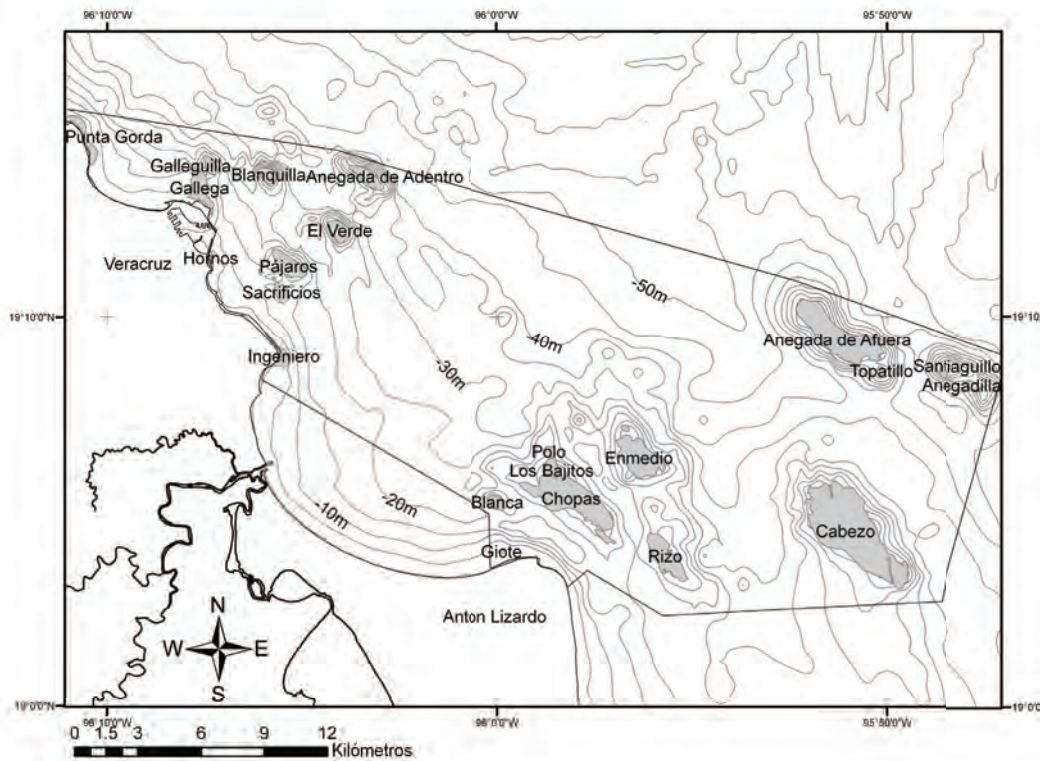


Figura 1. El Área Natural Protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Costera Veracruzana y eventualmente descargar dentro del área natural protegida y en sus inmediaciones” haciendo, con ello, referencia al esquema de Manejo de Cuencas Hidrológicas (Cotler y Priego, 2004).

En este capítulo se presenta el análisis de los factores ambientales y humanos relacionados con la heterogeneidad de la ZP del PNSAV, y se discuten las implicaciones que las condiciones de esta zona pueden representar para alcanzar los objetivos de esta importante área protegida.

## MÉTODO

La evaluación de la ZP del PNSAV se realizó mediante el uso de cartografía digital de la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), imágenes de satélite Landsat e información bibliográfica. La información fue integrada a través del programa ArcGIS 9.

Con ayuda de esta información se caracterizó la ZP de acuerdo con criterios morfológicos y fisiográficos (Cervantes Zamora *et al.*, 1990), biológicos (Ferrusquía Villafranca, 1990), biogeográficos (CONABIO, 1997), de uso de suelo (CONABIO, 1999) y administrativos (INEGI, 2000).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### LA ZONA DE PLANEACIÓN DEL PNSAV EN SU PORCIÓN TERRESTRE

Esta incluye las cuencas de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan, mismos que desembocan al norte, centro y sur del PNSAV respectivamente (Fig. 2). Esta amplia zona está determinada por las repercusiones del uso del agua y suelo, así como de la cobertura vegetal en las vertientes y cuencas que eventualmente llegan al área arrecifal (CEP, 2000). En términos cartográficos, estas tres cuencas cubren un área total de 5,633,562 ha, siendo la de mayor envergadura la correspondiente al río Papaloapan (que en este estudio será considerada como Papaloapan-Río Blanco), la cual representa el 87% de la ZP.

Analizando las características biológicas y geológicas, se aprecia la heterogeneidad inherente a la ZP con relación a diferentes atributos. Por una parte, se observa que desde el punto de vista fisiográfico, la ZP implica a ocho provincias

(Cervantes Zamora *et al.*, 1990), predominando la Planicie Costera Veracruzana y la de Sierras Orientales. Biológicamente, dentro de las regionalizaciones existentes, se consideró la de provincias bióticas con base en rasgos morfotectónicos (Ferrusquía Villafranca, 1990), encontrándose seis provincias, de las cuales la Campechano-Petenense y la Oaxaqueña representan más del 70% de la superficie (Fig. 3).

En términos biogeográficos relacionados con plantas vasculares, anfibios, reptiles y mamíferos (CONABIO, 1997), la porción terrestre de la ZP abarca parte de cinco provincias, siendo la planicie costera dominada por la provincia Golfo de México y las tierras altas por las provincias Oaxaca, Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental (Fig. 4).

La cobertura vegetal y el uso de suelo de la ZP terrestre presenta una predominancia del suelo dedicado al manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones) (CONABIO, 1999), que abarca

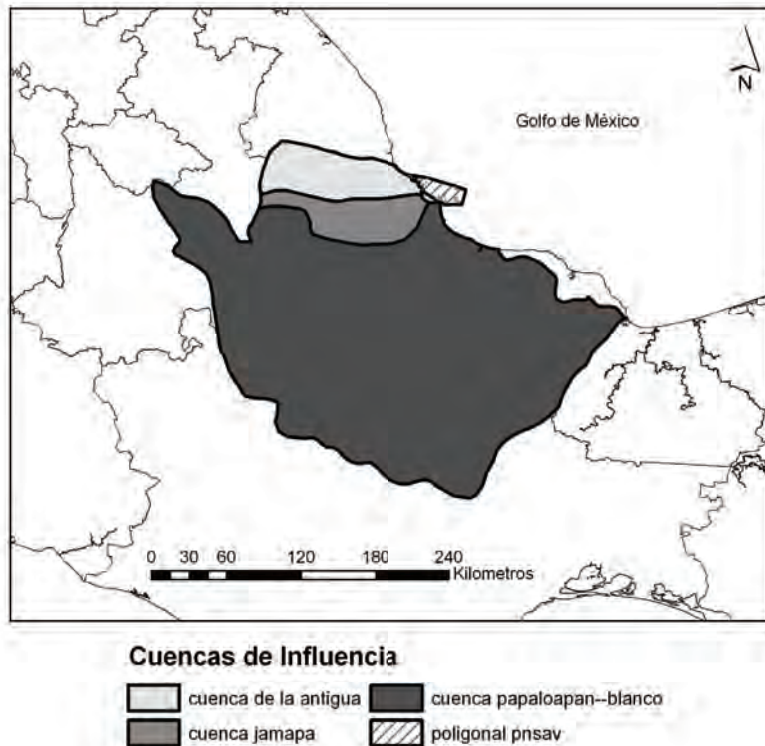


Figura 2. Cuencas de la zona de influencia terrestre del PNSAV.

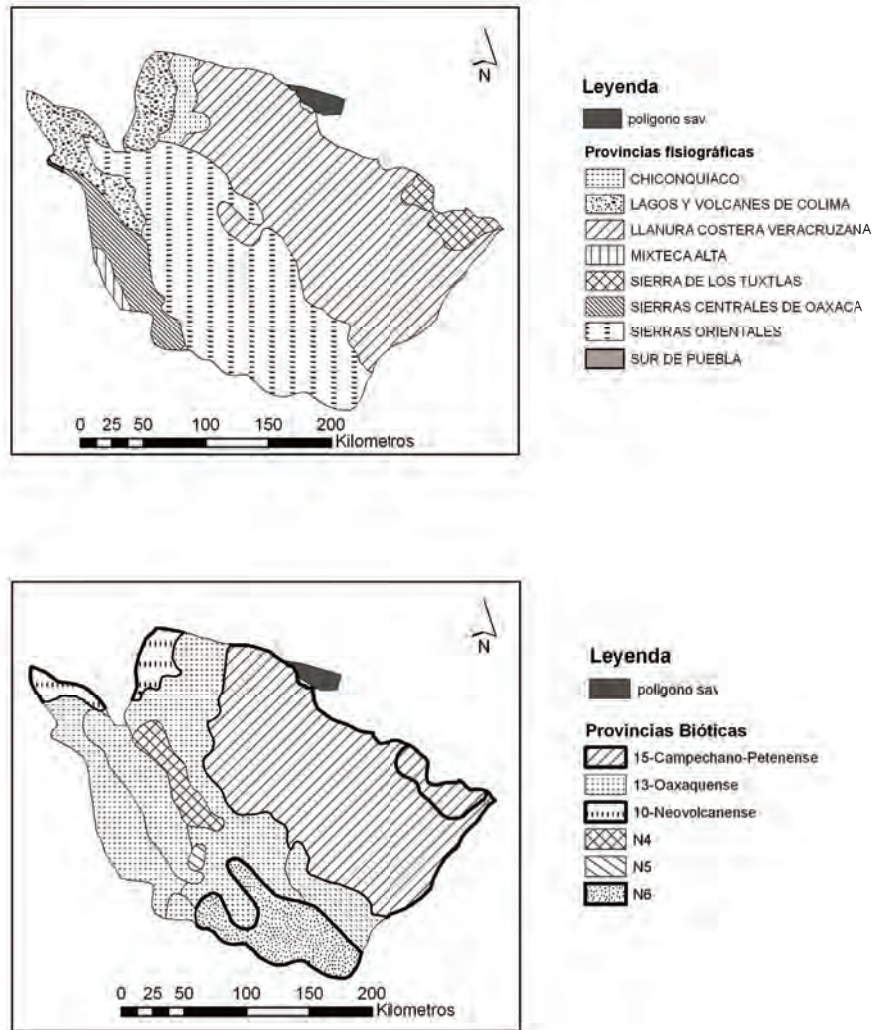


Figura 3. Provincias fisiográficas (arriba) y provincias bióticas (abajo) en la zona de influencia terrestre del PNSAV.

cerca del 53% del área en estudio, mientras que el 47% restante está representado por diferentes asociaciones vegetales como Selva Baja, Selva Alta Perennifolia y Bosque Mesófilo de Montaña (Fig. 4).

Debido a que el concepto de Zona de Planeación surge de una visión administrativa de los recursos costeros, se consideró necesario incluir en su identificación los límites administrativos que, a escala estatal, influyen en las tres cuencas en mención. Derivado de este análisis se puede apreciar que esta zona abarca tres entidades federativas: Veracruz, Puebla y Oaxaca, siendo la

primera y la última las responsables de más del 80% de la superficie de la zona. Asimismo, al desglosar a escala municipal, se obtiene que por lo menos 338 municipios estén dentro del área. La parte perteneciente al estado de Oaxaca representa 166 municipios, la de Puebla 59 y la de Veracruz 133 (Fig. 5).

#### LA ZONA DE PLANEACIÓN DEL PNSAV EN SU PORCIÓN MARINA

En lo que se refiere a ésta de, es necesario considerar también factores ambientales y antropo-

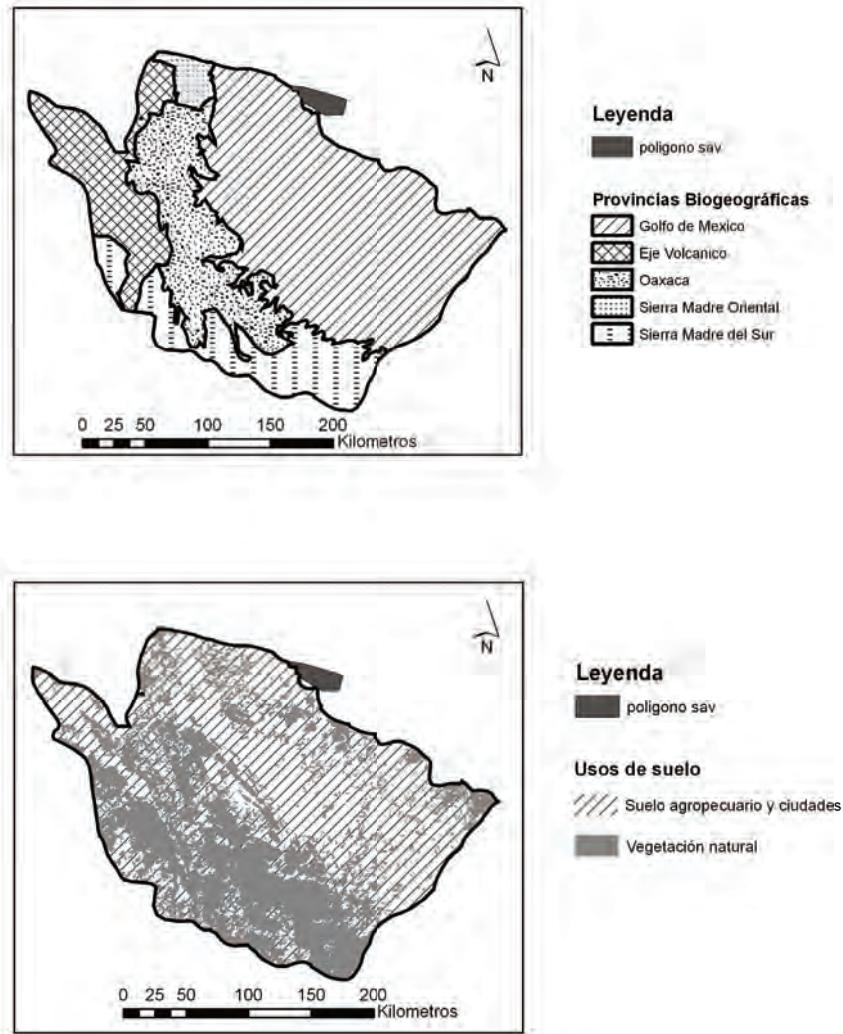


Figura 4. Provincias biogeográficas (arriba) y usos de suelo (abajo) en la zona de influencia del PNSAV.

génicos. Desde la perspectiva ambiental, podría considerarse como la ZP la ubicación espacial de las diferentes variables que tienen una influencia significativa sobre el sistema arrecifal y que determinan su estado de conservación. Por ello, es de utilidad referirse a estudios sobre la conectividad funcional del parque con otros ambientes (Gutzwiller, 2002).

Hasta la fecha son pocos los datos que manifiestan la conectividad del Sistema Arrecifal Veracruzano con otros ambientes similares en el Golfo de México o Mar Caribe, con excepción de los arrecifes de la zona de Tuxpan (Isla Lobos), al norte de Veracruz; de hecho, se ha planteado la hipótesis de que el SAV es un “puente”

de dispersión de larvas entre el Caribe y la Florida (Vargas Hernández *et al.*, 1993). Sin embargo, las evidencias que lo comprueben son pocas, con excepción de las regionalizaciones biogeográficas que se han hecho sobre el Golfo de México y Gran Caribe (Salazar Vallejo, 2000) y los estudios regionales de corrientes (Zavala Hidalgo *et al.*, 2003). No obstante, con base en estudios de dispersión de larvas coralinas desde los cayos de Florida, Lugo Fernández *et al.* (2001) proponen la existencia de conectividad entre ambas zonas, pero siguiendo un flujo inverso al mencionado, es decir, de los arrecifes de Florida hacia los arrecifes del oeste del Golfo de México.

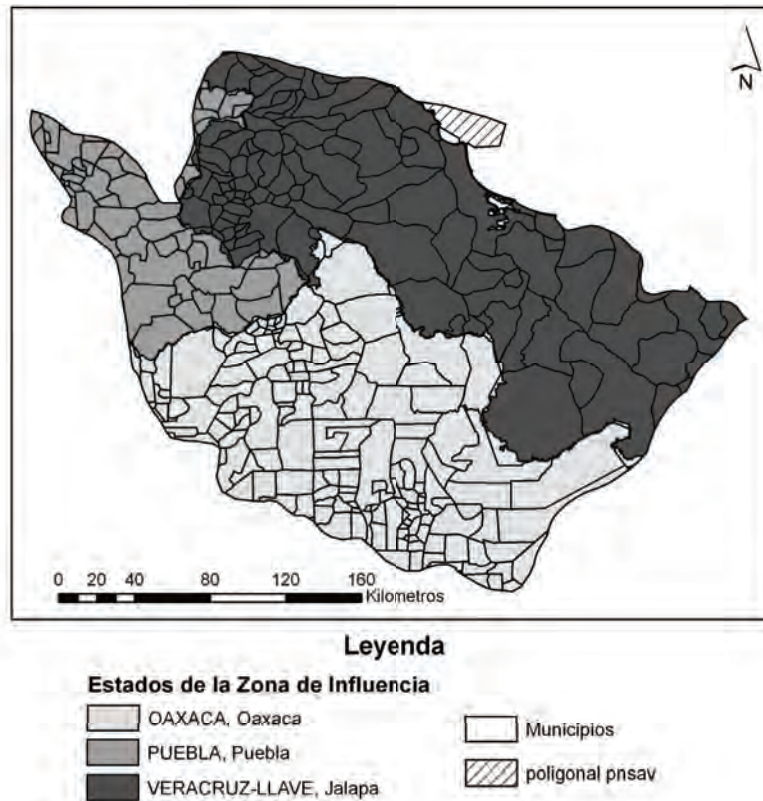


Figura 5. Entidades federales y municipales de la zona de influencia terrestre del PNSAV.

En un estudio sobre el grado de perturbación de la comunidad de arrecifes coralinos del PNSAV, Vargas Hernández y Lozano Aburto (2004) encuentran poco reclutamiento en la mayoría de los arrecifes (excepto arrecife Blanca ubicado hacia el sur del PNSAV), a pesar de existir disposición de sustrato para el asentamiento de larvas. Concluyen que la permanencia de los corales se debe principalmente a la reproducción asexual, lo cual evidencia la fragilidad del ecosistema.

Por su parte, Jordán Dahlgren (2000), en un análisis sobre la distribución de especies de corales blandos (gorgonáceos) entre el Caribe y el Golfo de México, identifica dos patrones en cuanto a abundancia y composición supraespecífica y específica en los arrecifes del Golfo de México: una disminución de la diversidad y abundancia de estos organismos desde la península de Yucatán hasta el PNSAV y también un declive en abundancia y diversidad desde el PNSAV hasta los arrecifes de isla Lobos. Atri-

buye esta situación a una limitada conectividad ecológica a mesoescala del SAV con los arrecifes de la plataforma de Yucatán, principalmente a causa de la dinámica de las corrientes oceánicas y costeras, así como por efectos continentales y locales. Estos últimos factores, en conjunto con la temperatura de las aguas, han sido citados por otros autores (Horta Puga y Carricart Ganivet, 1993; Carricart Ganivet y Horta Puga, 1993; Vargas Hernández *et al.*, 1993; Salazar Vallejo, 2000) como limitantes del asentamiento de sistemas de arrecifes duros en la zona suroeste del Golfo de México.

Sin embargo, es posible asegurar que, de acuerdo con estudios regionales de la costa oeste del Golfo de México (Zavala Hidalgo *et al.*, 2003; Morey *et al.*, 2003; Lugo Fernández *et al.*, 2001), si existe una conectividad de masas de agua entre la región de la sonda de Campeche y de las plataformas continentales de Tamaulipas y Texas, e incluso de Florida, con la plataforma de Vera-

cruz, relacionada principalmente con variaciones temporales (con un claro patrón temporal) y con la ocurrencia de fenómenos meteorológicos como nortes (Zavala Hidalgo *et al.*, 2003) y huracanes (Lugo Fernández *et al.*, 2001). Bajo este criterio sería necesario considerar a estas zonas como parte de la ZP del PNSAV, lo cual incluye no sólo al gobierno de los Estados Unidos de América, sino también a las autoridades estatales y municipales encargadas de administrar las porciones del territorio emergido que influyen sobre estas masas de agua.

#### EL CASO DEL PUERTO DE VERACRUZ

La presencia del puerto de Veracruz le confiere un carácter especial al PNSAV, y es por ello que se decidió crear este apartado. La ubicación del puerto y su límite con el polígono de protección del parque es una situación poco común ya que, a pesar de que este puerto no se encuentra dentro del polígono de protección, todo movimiento de entrada o salida de embarcaciones tiene que realizarse a través del PNSAV, lo cual obliga considerarlo en la ZP. El movimiento de buques y embarcaciones que entran o salen de puerto se da a través de las rutas de navegación planteadas por la Secretaría de Marina y la Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER), tan-

to que existe una zona claramente definida en la poligonal del parque para fondeo de embarcaciones en espera de maniobras portuarias (SEMAR, 1998; CEP, 2000; CONANP, 2006). Esta situación “transfiere” al PNSAV la ZP del puerto, la cual se extiende a las rutas comerciales de las cuatro principales empresas de transporte marino del mundo que incluyen varios puertos de Europa, Norteamérica, el Caribe y Sudamérica (Martner, 2002) sin dejar de considerar el transporte por otras compañías que tienen conexiones con puertos en Cuba, Argentina, España, Rusia y Bélgica entre otros (APIVER, 2004).

La Zona de Influencia Territorial o hinterland (Martner, 2002) del puerto, que está definida por la conexión comercial entre el puerto de Veracruz y el continente, está determinada por las principales vías de comunicación, así como por la presencia de zonas industriales y comerciales que importan o exportan productos a través del puerto. Este hinterland se clasifica en primario o secundario de acuerdo con la importancia de las transacciones comerciales efectuadas e incluye en el primer caso al Distrito Federal, estado de México, Puebla y Veracruz, mientras que en el segundo a Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, Michoacán, Morelos, Tlaxcala, Oaxaca, Tabasco y Chiapas (Fig. 6).

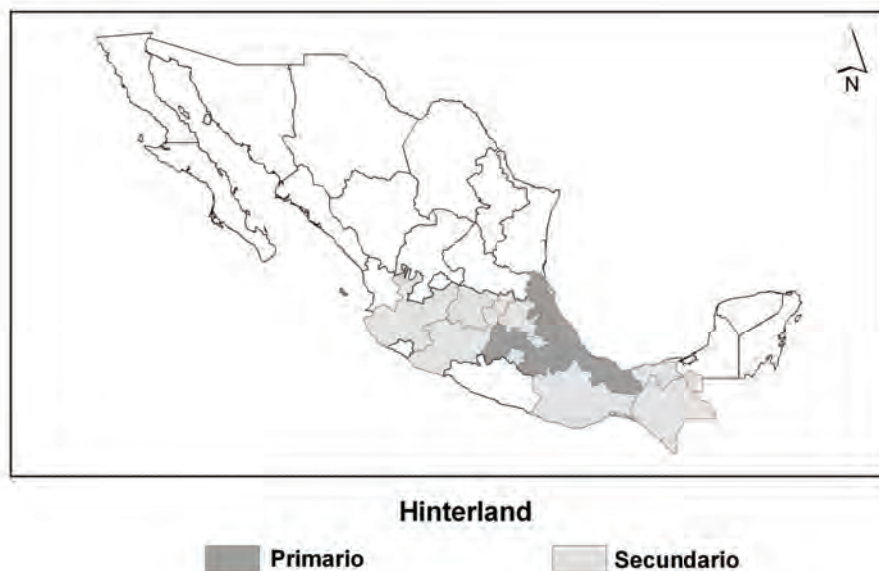


Figura 6. Hinterland primario y secundario del Puerto de Veracruz.

### IMPPLICACIONES PARA EL MANEJO DEL PNSAV

El PNSAV y su ZP representan un claro ejemplo de un sistema complejo, formado de unidades homogéneas interrelacionadas que en conjunto le brindan características únicas que lo diferencian de otras áreas protegidas. Por ello, con la finalidad de facilitar el análisis de las implicaciones que la ZP tiene para el manejo del PNSAV, es necesario distinguir entre aquellas que provienen del estudio del componente terrestre y las del componente marino.

En la parte terrestre, se nota una gran heterogeneidad fisiográfica en las cuencas de influencia, en donde destacan cambios de uso de suelo de vocación natural a usos agropecuarios, los cuales tienen una repercusión directa en la erosión y en el aporte de agroquímicos a las corrientes de agua de la región, que eventualmente repercuten en el PNSAV; no obstante, el carácter difuso de estas fuentes de impacto dificulta su tratamiento.

Aunado a esta problemática, se evidencia la complejidad administrativa de la ZP, toda vez que la presencia de tres entidades federativas y 358 municipios casi imposibilita implementar acciones para regular la influencia sobre el sistema coralino. Para ello, habría que considerar las atribuciones que otras instancias pueden cumplir, como son los Consejo de Cuenca o los Comités de Desarrollo Sustentable que se encargan de los ordenamientos territoriales y ecológicos, que a nivel municipal o regional pueden generar políticas públicas que influyan en la asignación de cambios de uso de suelo para disminuir la erosión en las tierras altas y controlar el uso de agroquímicos entre otros impactos que derivan directamente al mar (Espejel *et al.*, 2004; Espejel *et al.*, 2005; León *et al.*, 2005).

En la zona de influencia marina, destaca la complejidad de los flujos de masas de agua desde la zona norte, centro y sur del Golfo de México asociados con los giros ciclónicos y anticiclóni-

cos que se desprenden de la Corriente del Lazo. Esta situación aumenta la complejidad espacial y temporal del PNSAV, y obliga a generar esquemas de monitoreo y de prevención que permitan su protección a través de acciones inmediatas ante desastres como los inducidos por derrames de petróleo en la zona de la sonda de Campeche (*n. gr.* el derrame del Ixtoc en 1979). Otros instrumentos de política ambiental que existen y podrían considerarse como parte de las acciones de manejo del PNSAV son los estudios de vulnerabilidad y riesgo, los cuales pueden aportar información sintética útil para evaluar y prevenir impactos negativos en el sistema arrecifal.

La presencia del puerto de Veracruz, motiva a generar estudios que como experimentos naturales (Diamond, 1986; Eberhardt y Thomas, 1991), evalúen la influencia de las actividades portuarias y del tráfico marítimo sobre el sistema arrecifal. Para ello, se requiere estudiar la presencia de especies exóticas y/o invasoras que afecten la zona, toda vez que la actividad portuaria tiene más de 500 años. Además, poco se sabe sobre el cumplimiento de acuerdos internacionales sobre el manejo de aguas de lastre y aguas de las sentinas de las más de 1500 embarcaciones que anualmente arriban al puerto.

En resumen, la consideración de las presiones generadas por la ZP del PNSAV, tanto marinas como terrestres, requiere de la generación de esquemas de gestión a cargo de las autoridades responsables del PNSAV (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP y Secretaría de Marina SEMAR), pero en complicidad con la gran cantidad de agencias que manejan las externalidades que afectan directa e indirectamente al área focal de protección. Es necesario crear alianzas en políticas y programas ambientales federales, estatales y municipales para que consideren dentro sus apartados la presencia de un ANP y se reconozcan como la zona de influencia y por lo tanto de planeación del PNSAV.

## AGRADECIMIENTOS

A los doctores Anamaría Escofet, Francisco Correa, Patricia Arceo y Gabriela Montañó por la revisión y comentarios efectuados al presente trabajo. A la Biól. Elvira Carvajal y al Capitán Jorge Juárez Sarvide por sus valiosos comentarios. Al Programa de Doctorado en Oceanografía Costera de la Facultad de Ciencias Marinas de

la Universidad Autónoma de Baja California. Al CONACYT por apoyar al primer autor con una beca para estudios de Doctorado y a los Fondos Sectoriales SEMARNAT-CONACyT por aportar recursos a través del proyecto FOSEMAR-NAT-2004-01-181.

## LITERATURA CITADA

- APIVER, 2004. Página WEB de la Administración Portuaria Integral de Veracruz. <http://www.apiver.com/>
- Carricart Ganivet, J.P., y G. Horta Puga, 1993. Arrecifes de coral en México. p 81-92. *In:* S. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México.
- CEP (Centro de Ecología y Pesquerías), 2000. Propuesta de Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Veracruzana, México
- Cervantes Zamora, Y., S.L. Cornejo Olgín, R. Lucero Márquez, J. M. Espinoza Rodríguez, E. Miranda Viquez, y A. Pineda Velázquez, 1990. Provincias Fisiográficas de México. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 1997. CARTA "Provincias biogeográficas de México". Escala 1:4,000,000. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 1999. CARTA "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 1,000,000. México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2006. Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Inédito.
- Cotler, H., y A. Priego, 2004. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. p. 63-74. *In:* H. Cotler (Ed.) El Manejo Integral de Cuencas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Diamond, J.M., 1986. Overview: laboratory experiments, field experiments, and natural experiments. p. 3-22. *In:* J. Diamond and T.J. Case (Eds). Community Ecology. Harper and Row, New York, USA.
- DOF, 1992. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDLXVII. No. 16. México, D. F., a lunes 24 de agosto de 1992. 6-16.
- DOF, 2000. Diario Oficial de la Federación. Jueves 30 de noviembre de 2000.
- Eberhardt, L.L., y J.M. Thomas, 1991. Designing environmental field studies. *Ecological Monographs*, 61:53-73.
- Espejel, I., A. Hernández, H. Riemann, y L. Hernández. 2004. Propuesta para la un nuevo municipio con base en las cuencas hidrográficas. *Gestión y Política Pública*, XVI:129-168.
- Espejel I., C. Leyva, A. Espinoza Tenorio, R. Martínez, G. Arámburo, H. Riemann, Y. Cruz, S. Bullock, y Tonatiuh Mendoza, 2005. Estrategias metodológicas para el manejo de la zona costera: Área de protección de flora y fauna; Valle de los Cirios, Baja California. *In:* P. Moreno Casasola, E. Pérez Barbosa, A.C Rojas y B. Travieso (Eds). Manejo Costero Integral: El enfoque municipal. Instituto de Ecología, A.C. 1266 p.

- Ferrusquía Villafranca, I., 1990. CARTA "Provincias Bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos)" en Regionalización Biogeográfica, IV.8.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Gutzwiller J.K., (Ed.), 2002. Applying Landscape Ecology in Biological Conservation. Springer. New York. 518 p.
- Hernández, V.L., 2004. Técnicas de diagnóstico ambiental enfocadas al manejo y gestión del Área de Protección de Flora y Fauna "Valle de los Cirios": exploración del Modelo de Límites. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente, Colegio de la Frontera Norte, México. 59 p.
- Horta Puga, G., y J.P. Carricart Ganivet, 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. p 66-80. *In*: S. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2000. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Ingram, G.B., 1997. Tradeoff analysis in planning networks of protected areas for biodiversity conservation. *Biopolicy Journal*, 2:1-29.
- Jordán Dahlgren, E., 2002. Gorgonian distribution patterns in coral reef environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity?. *Coral Reefs*, 21: 205-215.
- León, C.I. Espejel, I.C. Bravo, J.L. Fermán, B. Graizbord, L.J. Sobrino, y J. Sosa. 2005. El Ordenamiento ecológico como un instrumento de la política pública para impulsar el desarrollo sustentable: caso en el noroeste de México. p. 341-352. *In*: E. Rivera Arriaga,, G.J. Villalobos, I. Azuz Adeath, y F. Rosado May (Eds). El Manejo Costero en México. Univ. Autón. Camp. Semarnat, CETyS, Univ. Q. Roo. 654 p.
- Lugo Fernández, A., K.J.P. Deslarzesa, J.M. Priceb, G.S. Bolanda, y M.V. Morin, 2001. Inferring probable dispersal of Flower Garden Banks Coral Larvae (Gulf of Mexico) using observed and simulated drifter trajectories. *Continental Shelf Research*, 21(2001):47-67.
- Martner Peyrelongue, C., 2002. Puertos Pivote en México: límites y posibilidades. *Revista de la CEPAL*, 76:124-141.
- McClanahan, T.R., 1999. Is there a future for coral ref parks in tropical countries?. *Coral Reefs*, 18: 321-325.
- Morey, S.L., P.J. Martin, J.J. O'Brien, A.A. Wallcraft, y J. Zavala-Hidalgo, 2003. Export pathways for river discharged fresh water in the northern Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 108(C10):1-15
- Mulongoy K.J., y S. Chafe, 2004. Protected Areas and Biodiversity. UNEP-WCMC Biodiversity Series, Num. 21. 52 p.
- Salazar Vallejo, S., 2000. Biogeografía marina del Gran Caribe. *Interciencia*, 25(1): 7-12.
- SEMAR (Secretaría de Marina Armada de México), 1991. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Estudio que fundamenta su declaración e instrumentos legales emitidos por el Ejecutivo Federal relacionados con esta Área Natural Protegida.
- Sorensen, J.C., S.T. McCreary, y A. Brandani, 1992. Costas: Arreglos Institucionales para Manejar Ambientes y Recursos Costeros. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Rhode Island. 185 p.
- Vargas Hernández, J.M., y Lozano Aburto, 2004. Grado de Perturbación de los arrecifes coralinos del Sistema Arrecifal Veracruzano mediante la metodología de AGRRA (Atlantic and Gula Rapad Ref. Assessment). *In*: Indicadores de Perturbación Antropogénica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Informe Final. Veracruz, México. 76 p.
- Vargas Hernández, J.M., A. Hernández Gutiérrez, y L.F. Carrera Parra, 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. p 559-575. *In*: S. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México..
- Zavala Hidalgo, J., S.L. Morey, y J.J. O'Brien, 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research*, 108: 1-19.



- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

Arceo, P., y L. Ortiz Lozano, 2007. Indicadores de capital social para el manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, p. 287-304. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

19



# Indicadores de Capital Social para el Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

INDICATORS OF SOCIAL CAPITAL FOR MANAGING THE VERACRUZ  
REEF SYSTEM NATIONAL PARK

*P. Arceo*<sup>1\*</sup> y *L. Ortiz Lozano*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías. Universidad Veracruzana  
<sup>2</sup>Programa de Doctorado en Oceanografía Costera, UABC,

## RESUMEN

El Capital Social (CS) se refiere a las relaciones existentes en las comunidades y la manera en que son utilizadas para incrementar la calidad de vida de los habitantes de las mismas. En este trabajo se hace un primer análisis sobre CS en tres comunidades de la costa de Veracruz, con base en cuestionarios aplicados en Antón Lizardo, Boca del Río y Veracruz. Se realiza un análisis para obtener una línea base de las comunidades y grupos estudiados que permita posteriormente ahondar en el estudio de las relaciones comunitarias y afinar los instrumentos de medición de estas. Para ello, se aplicó un cuestionario a hogares basado en el propuesto por el Banco Mundial. Se examinaron seis bloques que construyen el CS: los grupos y redes existentes, la confianza y solidaridad, la acción colectiva y cooperación, la información y comunicación, la cohesión social e inclusión y, finalmente, el empoderamiento y acción política. Con el fin de reportar resultados específicos, se construyeron índices de cada uno de los aspectos de CS analizados y al final se conformaron todos en un índice general. Los resultados muestran la existencia de un nivel de CS por debajo de la media considerada para los tres lugares analizados, siendo Boca del Río el lugar donde se encontró el valor mayor. Se compararon los sitios estudiados y se discuten tanto los valores encontrados como los métodos aplicados para asignar valores. Se hacen algunas sugerencias para la aplicación de políticas públicas que incrementen este aspecto en relación con el manejo del PNSAV.

## ABSTRACT

The term Social Capital (SC) refers to the relationships that exist in communities and the ways those relationships are utilized to increase the life quality of their inhabitants. In this study, a preliminary analysis of

\* e-mail: [patarceo@yahoo.com](mailto:patarceo@yahoo.com)

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

SC is made in three communities of the Veracruz coast based on questionnaires applied in Antón Lizardo, Boca del Río and Veracruz. Through this preliminary study, a base line was obtained in the communities and groups. This will be the basis for more detailed studies in the future and to tune up the instruments for this purpose. A household questionnaire was applied based on the questionnaire proposed by the World Bank. The existent SC is examined through the existent groups and networks, the trust and solidarity, the collective actions and cooperation, the information and communication, the social cohesion and inclusion and, finally, the empowerment and political action. To report the specific results obtained, indicators were created from each of the SC aspects as well as a general indicator of SC. The results show the existence of a SC level below the average considered for the three communities analyzed, being Boca del Río the place where the SC value was higher. The studied sites are compared and the values and methods used to assign those values are discussed. Suggestions are made regarding the development of public policies aimed to increase the SC value *vis-à-vis* the PNSAV management.

## INTRODUCCIÓN

El Capital Social (CS) se puede definir como el conjunto de las redes sociales, las reciprocidades que son resultado de éstas y el valor que tienen en cuanto a la obtención de objetivos comunes (Schuller *et al.*, 2000). A Putman (1995) se le atribuye el acuñar el término CS para explicar los mecanismos que grupos de individuos desarrollan (como las reglas o normas) para un autogobierno del grupo. Estas normas se plantean como estrategias para el desarrollo de una serie de interacciones entre los miembros de una comunidad mediante las cuales se aumentaría este CS. Este capital puede llegar a ser una herramienta de las comunidades para mejorar su calidad de vida (Macgillivray y Walker, 2000). En este sentido, Bowles (1999) aclara que es algo que los grupos de personas poseen y lo diferencia de gobierno comunitario, el cual sería las cosas que hacen las personas del grupo.

El pionero en examinar el CS fue Pierre Bourdieu (1985) quien realizó estudios en los años sesentas y setentas sobre la influencia de la cultura en las relaciones que se dan en una sociedad. Dicho autor define CS como “*el agregado de recursos actuales y potenciales que están relacionados con la posesión de redes duraderas de relaciones más o menos institucionalizadas de relaciones y reconocimiento mutuos...*” las cuales proveen a sus miembros el respaldo de un capital colectivo. Existen diversos estudios sobre CS, por ejemplo aquellos que lo relacionan con la educación (Coleman, 1988), la participación social contra el crimen y la corrupción en el norte y sur de Italia (Putnam *et al.*, 1993), aplicaciones sobre efectos económicos del CS (Cárdenas *et al.*,

2000) o incluso como un bien productivo que reduce los costos de información para acceder a bienes y servicios (Schmid, 2000), señalando que la confianza es un ingrediente principal del CS (Knack y Keefer 1997). Dasgupta (2002) apunta la dificultad del CS para ser rastreado como bien económico, por su dificultad para medirlo ya que sus componentes son muchos y variados y, en muchas ocasiones, intangibles. En relación al concepto central del CS, la confianza se define como las expectativas que tiene un individuo acerca de las acciones de otros y que se traducen en una actitud en su elección de acción, cuando esa acción debe ser elegida antes que ella observe las acciones de otros (Schmid, 2000). La confianza es importante por que influencia nuestras acciones (Dasgupta, 2002). En suma, para la mayor parte de los autores y para fines del presente trabajo, se define que el CS tal como lo hace Schuller (2001), como las redes, normas y confianza, y la manera que esta permite a los agentes e instituciones ser más efectivos en alcanzar objetivos comunes.

Aunque el concepto aun está evolucionando y recibe críticas por parte de algunos autores (Sobel, 2002; Solow, 1999), algunos otros (Ostrom, 2000) lo relacionan como con el uso de recursos naturales por parte de las comunidades y el estudio de las instituciones que se forman en las mismas, así como la toma colectiva de decisiones que puedan ayudar a lograr un mejor manejo de éstos. En este sentido, Ostrom (2000), se refiere a CS, como la habilidad de alcanzar acuerdos entre los usuarios de los recursos, llevar

los acuerdos a la práctica y diseñar reglas de uso, vigilancia y sanciones. Así, el CS es un concepto relevante para la aplicación de políticas públicas (Productivity Commission, 2003), como las que se plantean en el caso particular del programa de manejo del PNSAV.

Dada la potencial importancia del CS en la administración de los recursos naturales, a continuación se presentan los resultados del estudio realizado en tres localidades aledañas al PNSAV, que hacen uso de los recursos que en él se encuentran.

## ANTECEDENTES

Los estudios que relacionan el CS con sus impactos se han enfocado a aspectos de comportamiento económico (Helliwell y Putman, 1995; Helliwell, 1996; Inglehart, 1997; Knack y Keefer 1977; La Porta *et al.*, 1977; Narayan y Princhett, 1997; Temple y Jonson, 1998; Knack, 2000; Miguel *et al.*, 2001; Stone *et al.*, 2003), eficacia gubernamental (Putnam *et al.*, 1993; Putnam 2000; La Porta *et al.*, 1997; Knack, 2000; Rice, 2001), educación y bienestar infantil (Putnam, 2000; Coleman, 1998; Bryk *et al.*, 1993; Teachman *et al.*, 1997; Runyan *et al.*, 1998; Garbarino y Sherman, 1980), salud (Putnam, 2000; Kawachi *et al.*, 1999; Rose, 2000; Baum *et al.*, 2000; Berkam y Syme, 1979; Blazer, 1982; House *et al.*, 1982; Siahpush y Singh, 1999; Welin *et al.*, 1985; Kuo y Tsai, 1986; Cohen *et al.*, 1997; Manning y Fullerton, 1988), crimen y violencia (Sampson *et al.*, 1997; OECD, 2001; Halpern, 2001) e igualdad (OECD, 2001).

En este sentido, el estudio del CS en relación al manejo de los recursos naturales no ha sido abordado como tal. Algunas instancias como la Productivity Comisión de Australia han estudiado muy ampliamente el tema implicando que el desarrollo del CS puede redituarse en un mejor manejo de los recursos. Otros estudios relacionan la productividad económica, que abarca el aprovechamiento de recursos, con este tema. También, de manera indirecta, se puede citar a Ostrom (2000), cuyo análisis de las causas del

fracaso o éxito del uso comunitario de recursos naturales dan paso a la exploración de las relaciones entre el capital social y el manejo de los mismos. Asimismo, Cárdenas *et al.* (2000) aplican la economía experimental para evaluar los efectos económicos del CS en relación al uso comunitario de recursos naturales en presencia y ausencia de comunicación y confianza. La importancia de establecer los vínculos entre la sociedad y las relaciones que se establecen, y su concordancia con la manera en que se emplean los recursos, cobra importancia cuando se analizan las causas del agotamiento de los mismos, por ejemplo los pesqueros, y los intentos por crear políticas gubernamentales para evitar su depleción. Sin embargo, tal como lo establece la Productivity Commission de Australia (2003) en ocasiones es complicado establecer el vínculo entre el CS y otras variables económicas de interés o en este caso, con la conservación y el uso de los recursos naturales.

Con base en lo antes expuesto, este estudio se hace con el objetivo de presentar un panorama general del estado del CS en las comunidades aledañas al PNSAV, para hacer las recomendaciones pertinentes en relación a los recursos sociales y el manejo del Parque, sugiriendo algunas acciones de política pública que pueden ayudar a fortalecer la formación de instituciones para su manejo.

## ÁREA DE ESTUDIO

La figura 1, muestra la localización de las tres comunidades estudiadas. Las cuales se encuen-

tran en el estado de Veracruz, en la costa del Golfo de México.

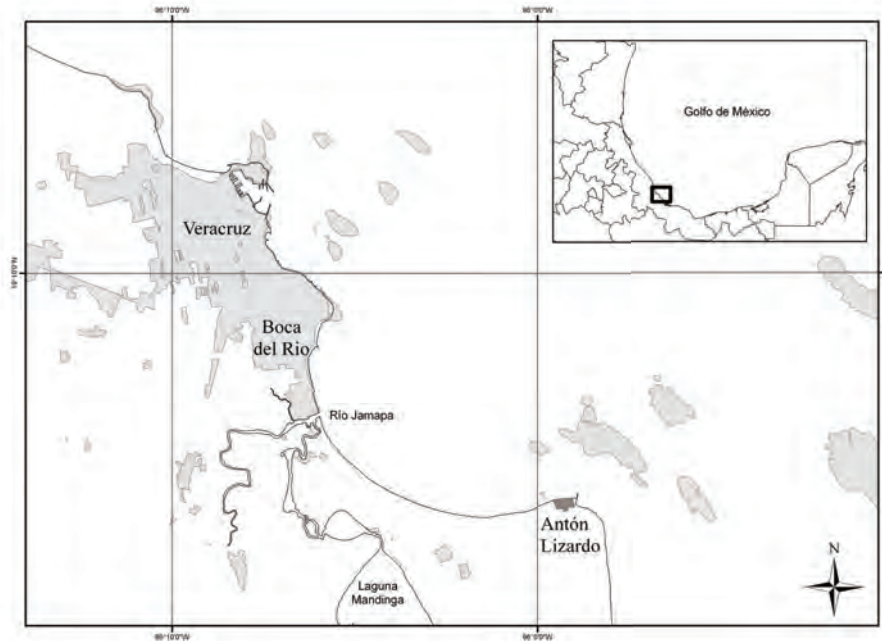


Figura 1. Localización de las comunidades estudiadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### DISEÑO DE MUESTREO

Debido a los altos costos que representaría hacer las suficientes entrevistas a hogares para tener un tamaño de muestra suficiente y poseer una representación confiable de la población, en el caso de la Ciudad de Veracruz (V) debido a su gran tamaño de población (411, 582 habitantes según INEGI, 2005) las entrevistas se dirigieron a los pescadores, prestadores de servicios como paseos en lancha, tiendas de buceo y restaurantes. El listado de estos se obtuvo de las autoridades correspondientes de la SAGARPA y la Dirección del PNSAV.

En el caso de Boca del Río (BR), las entrevistas se hicieron en las colonias aledañas al centro del municipio, ya que en ellas se concentran los pescadores y prestadores de diversos servicios que tienen relación con el PNSAV. En estas colonias se realizó un muestreo sistemático tomando una de cada cuatro casas para realizar la entrevista a hogares. La población total que reportó el municipio es de 7,104. En el caso de Antón Lizardo

(AL), al tratarse de una población relativamente pequeña de 6,396 habitantes (INEGI, 2005) y bien delimitada, se realizaron entrevistas a hogares a través de un muestreo sistemático al igual que en Boca del Río. Las entrevistas se hicieron en dos períodos en los meses de septiembre y octubre del 2005. El total de entrevistas aplicadas en esta fase fue de 66 en Veracruz (V), 183 en Boca del Río (BR) y 195 en Antón Lizardo (AL), con lo cual, tomando un promedio de 4 habitantes por hogar, se cubrió aproximadamente el 15% de la población o de los pescadores y prestadores de servicios registrados

### ENCUESTA A HOGARES

Las encuestas se diseñaron para obtener información sobre: Indicadores sociales (edad, escolaridad, años de residencia en el lugar y las actividades a las que se dedican); utilización de los recursos (actividades a las que se dedican los entrevistados en relación con el PNSAV); percepción de los recursos en relación a la re-

glamentación del PNSAV; el CS, de acuerdo a la entrevista sugerida por el Banco Mundial (Groo-taert *et al.*, 2004); y el estilo de vida material, es decir los materiales con los que están construidas las viviendas y los servicios con los que cuentan. En la encuesta sobre CS se incluyeron preguntas de un cuestionario simplificado ya que en esta etapa se está iniciando el estudio y la vinculación con la comunidad relacionada directamente con el uso de los bienes y servicios relacionados con el PNSAV. Las preguntas relacionadas con el Capital Social se dividieron en seis secciones que conforman seis rubros de indicadores de CS: 1) Grupos y redes, 2) Confianza y solidaridad, 3) Acción colectiva y cooperación, 4) Información y comunicación, 5) Cohesión social e inclusión, y 6) Empoderamiento y acción política. La figura 2 muestra las relaciones entre estos componentes del CS.

### ÍNDICES

Con los resultados de las respuestas obtenidas se construyeron índices para evaluar los diferentes aspectos de manera colectiva, por localidad; por ejemplo, en el caso de la pertenencia a grupos o asociaciones y su importancia, el índice se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_g = \sum_{i=1}^n (F_{a_i} \times F_{Ia_i} \times G_{Ia_i})$$

Donde  $I_{g_i}$  es el índice de grupos y redes para cada puerto  $i$ ;  $F_{a_i}$  es la frecuencia relativa por tipo de asociación;  $F_{Ia_i}$  la frecuencia relativa de la importancia de la asociación por puerto ( $i$ ) y  $G_{Ia_i}$  la importancia relativa, la cual podría tomar los valores 1,2 ó 3, según las opciones de la encuesta, de manera tal que:

$$F_{a_i} = \frac{p_{a_i}}{p_i};$$

$$F_{Ia_i} = \frac{p_{Ia_i}}{p_i};$$

Siendo  $p_{a_i}$  el número de personas que dijeron pertenecer a alguna asociación y  $p_i$  el número total de personas entrevistadas en cada puerto  $i$ ; mientras que  $p_{Ia_i}$  el número de personas que consideran que la asociación a la que pertenecen tiene una importancia relativa  $G_{Ia_i}$ .

Otros índices se construyeron con la información de dos respuestas; por ejemplo, en el caso del índice de redes, se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:



$$I_r = \left[ \sum_{j=1}^n f_{na_j} \times na_j \right] \times \left[ \sum_{k=1}^n F_{ae_k} \times nae_k \right]$$

Donde  $I_{r_i}$  es el índice de redes en el puerto  $i$ , el cual es producto de la sumatoria de la frecuencia de número de amigos  $F_{na}$  en el “nivel de amigos”  $j$  por el nivel de amigos  $na_j$ , el cual puede tomar los valores 1, 2 ó 3, multiplicado por la sumatoria de la frecuencia de ayuda económica  $F_{ae}$  en el nivel de seguridad  $k$  por el nivel de seguridad  $nae_k$  que puede tomar los valores de 1, 2 ó 3. Donde:

Figura 2. Elementos tomados para la encuesta de hogares aplicada en su relación conceptual con las modalidades de CS y el bienestar y uso de recursos.

$$Fna_i = \frac{pa_{ij}}{p_{ij}};$$

$$Fae_i = \frac{pae_{ki}}{p_i};$$

en las cuales  $pa_{ij}$  es el número de personas que tiene el nivel de amigos  $j$  en el puerto  $i$ ;  $p_{ij}$  es el número de personas entrevistadas que contestaron esa pregunta;  $pae_{ki}$  es el número de personas que recibe ayuda económica con el nivel de certeza  $k$  y  $p_i$  el número de personas que contestaron esa pregunta en cada puerto.

## RESULTADOS

### GRUPOS Y REDES

Para evaluar este aspecto del CS, se consideró la pertenencia de los miembros de la familia a grupos o asociaciones; la naturaleza de las agrupaciones en cuanto a la membresía, y la importancia de la asociación dentro del hogar.

En la figura 3 se pueden observar los tipos de asociaciones encontradas en las locaciones donde se aplicaron las entrevistas; de ellas, las más frecuentes son las cooperativas, las cuales son predominantemente pesqueras aunque algunas que tienen la doble membresía de pesca y de servicios turísticos. Otras asociaciones fueron las deportivas como equipos de fútbol o béisbol que fueron señaladas como importantes especialmente en Veracruz. Las asociaciones clasificadas como "otras" en la gráfica las componen una gama que va desde sindicatos, grupos religiosos, uniones de campesinos o ganaderos e incluso la armada de México.

Los resultados de las encuestas presentan una mayor asociación en cooperativas pesqueras en las comunidades de BR y AL, mientras que en V es evidente la tendencia a la pertenencia a otro

tipo de organizaciones como aquellas de prestadores de servicios turísticos entre las cuales se encuentran organizaciones de hoteleros. En este sentido, las cooperativas en el puerto de V, son las que tienen menor frecuencia relativa de los tres lugares.

Después de las cooperativas, en AL predomina la pertenencia a asociaciones de ganaderos, campesinos, religiosas y de solidaridad social. Del total de encuestas realizadas, un gran porcentaje de personas (75 %) en AL expresaron no estar afiliados a ninguna asociación, mientras que en V el número de no afiliados es del 16%, similar al de BR (15%). Esto se debe en parte a que en la población existe un porcentaje de personas que se dedican a otra actividad diferente a la pesca, sin embargo es notoria también la baja afiliación a algún otro tipo de asociaciones.

La figura 4 representa la importancia relativa que tienen estas asociaciones para los habitantes de cada localidad. La mayoría de los entrevistados en V considera a las cooperativas como asociaciones muy importantes junto con las otras sociedades a las que pertenecen, mientras que las asociaciones deportivas y las de prestadores de servicios son de mediana importancia.

En BR las cooperativas y las asociaciones de prestadores de servicios son consideradas muy importantes. Sin embargo, existen opiniones divididas en cuanto a la importancia de las cooperativas. En general, en esta localidad se encuentra toda la gama de asociaciones y de grados de importancia de las mismas. En AL las cooperativas

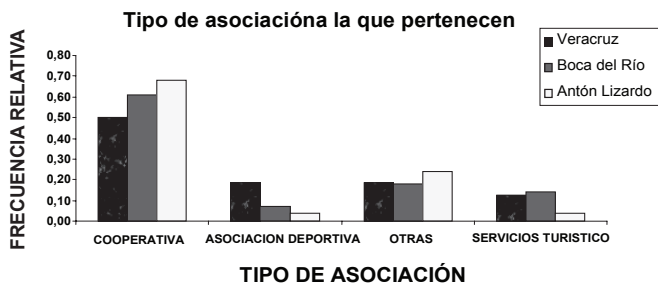


Figura 3. Tipos de asociaciones a las que pertenecen los habitantes de las comunidades estudiadas.

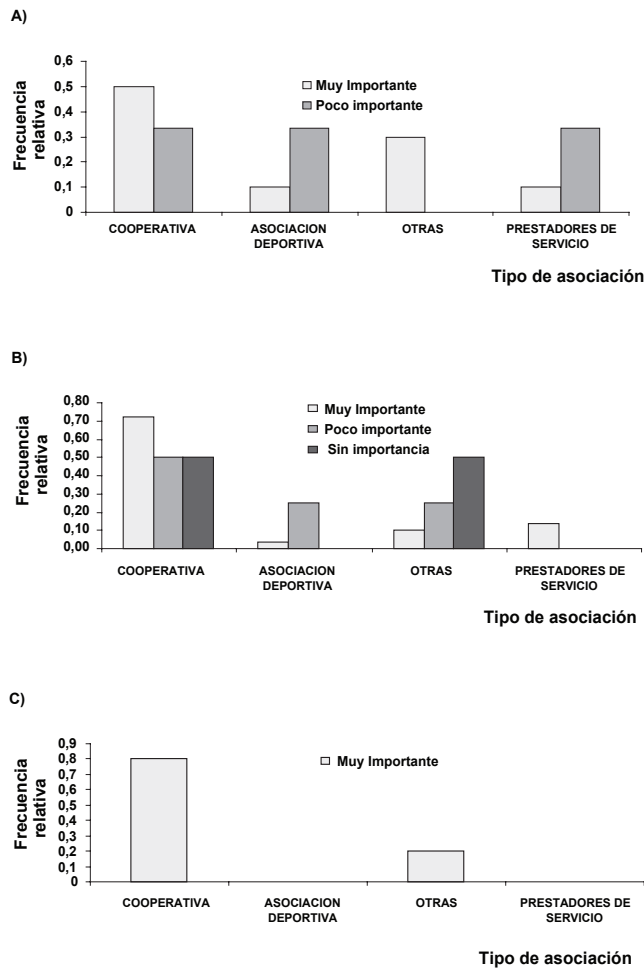


Figura 4. Frecuencia relativa del grado de importancia que representan para los entrevistados las organizaciones a las que pertenecen. A) Veracruz, B) Boca del Río y C) Antón Lizardo.

así como otros tipos de asociaciones civiles son consideradas como de mucha importancia.

Es notable que en este caso no hubiera respuestas de menor importancia a las asociaciones. En la Tabla 1 se identifican a las a redes reflejadas en el número de amigos. Los habitantes de AL consideran con una mayor frecuencia no tener amigos cercanos. En las tres localidades se reporta una mayor incidencia entre los uno a tres amigos cercanos a los que pudieran recurrir en caso de emergencia o con los cuales puedan comentar sobre problemas. Asimismo destaca que, al menos, la quinta parte de los encuestados considera que tiene diez ó más amigos.

Las respuestas expresadas son consistentes con la pregunta sobre la seguridad de obtener ayuda

proveniente de personas de la comunidad. En este caso, casi la mitad de los encuestados expresa que definitivamente puede obtener la ayuda. En AL se expresa con mayor frecuencia una falta de confianza (de aproximadamente la tercera parte de los encuestados) en recibir ayuda en comparación con los otros dos grupos estudiados (Tabla 2).

**Índice de grupos.** Los valores resultantes fueron 2.05 para V, 2.78 para BR y 2.10 para AL.

**Índice de redes.** El índice correspondiente a V fue de 7.83, mientras que el valor mayor de redes se obtuvo para BR con 8.01 y el menor para AL con 7.10.

## CONFIANZA Y SOLIDARIDAD

La respuesta a la afirmación “La mayoría de las personas en esta comunidad están dispuestas a ayudar si se necesita” fueron consistentes con las respuestas de la sección anterior ya que se señala que entre un 50 y 60%

de los encuestados piensa que las personas de su comunidad pueden prestar ayuda (Fig. 5). Sin embargo, sólo alrededor del 10% expresaron es-

Tabla 1. Frecuencias relativas sobre el número de amigos cercanos en las tres comunidades.

Número de amigos cercanos	Frecuencia Relativa		
	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
0	0,18	0,17	0,31
1 a 3	0,47	0,41	0,32
4 a 6	0,11	0,18	0,17
7 a 9	0,03	0,02	0,01
10<	0,21	0,22	0,20



**Tabla 2.** Frecuencias relativas de la probabilidad de obtener ayuda de otras personas de la comunidad.

Existen personas que le ayuden	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
Definitivamente	0,47	0,47	0,43
Puede ser	0,28	0,20	0,18
No estoy seguro	0,00	0,08	0,04
Puede que no	0,05	0,05	0,05
Definitivamente no	0,20	0,19	0,31

tar en desacuerdo con la expresión, en contraste con las respuestas de la Tabla 2 en las que al menos el 19% no piensa que existen personas que ayudarían.

Asignándole valor numérico del 1 al 5 a cada uno de los niveles de solidaridad, que perciben los habitantes (ns), multiplicándolo por la frecuencia relativa de cada una de las afirmaciones (Frns) y sumando esos valores para cada puerto *i*, los resultados fueron mayores para V 4.23, seguidos por 4.10 de AL y obteniendo menores valores para BR 3.88. Estos valores forman el índice de solidaridad.

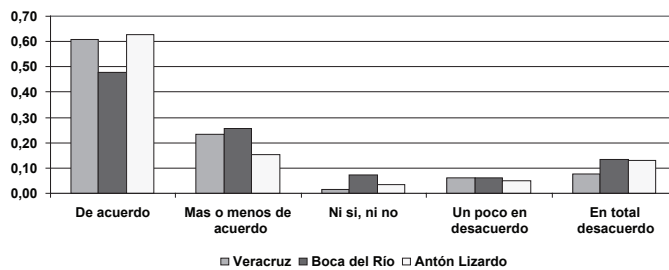
En cuanto al aspecto de la confianza que se señala como un indicador del CS, la figura 6 presenta la confianza en otras personas de la comunidad. En este caso, más del 80% de los encuestados de las tres localidades presentaron una respuesta contundente de desconfianza. Esta se extendió, además a una desconfianza hacia las autoridades locales, estatales y federales, tal como lo muestra la figura 7. Sobresale el caso de V en el que los entrevistados declararon tener algo de confianza en las autoridades tanto locales como externas a la localidad. Tal afirmación se corrobora con la respuesta a la afirmación “en esta comunidad uno tiene que estar alerta o si no, alguien puede aprovecharse de uno” (Fig. 8), en la que, alrededor del 80% en

V y el 60% en las otras localidades afirmaron estar de acuerdo.

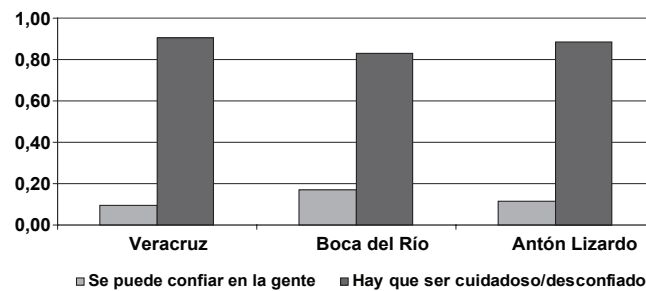
El índice de confianza se formó de manera similar al anterior pero tomando en cuenta las tres preguntas sobre la confianza en las personas de su comunidad (CC), confianza en las autoridades locales (CL) y la confianza en las autoridades de fuera (CF). De igual manera se asignó valor numérico del 1 al 2 a los niveles de CC, y del 1 al 5 a los niveles de confianza en la autoridades (CL y CF). Estos niveles se multiplicaron por la frecuencia relativa de cada una de las afirmaciones (Frns) y sumando esos valores para cada puerto *i*. Los resultados se contrastan en una escala del 3 al 12 siendo tres el menor valor de confianza y 12 el mayor. En este caso V tuvo un valor de 5.57 muy similar al de BR de 5.58, mientras que el menor nivel de confianza fue en AL (5.45).

### ACCIÓN COLECTIVA Y COOPERACIÓN

En este caso las respuestas relacionadas con la participación en proyectos para el bien común



**Figura 5.** Respuestas a la afirmación “La mayoría de las personas en esta comunidad están dispuestas ayudar si se necesita” en las tres localidades estudiadas.



**Figura 6.** Frecuencia relativa de respuestas referentes a la confianza o falta de confianza en las personas de la misma comunidad.

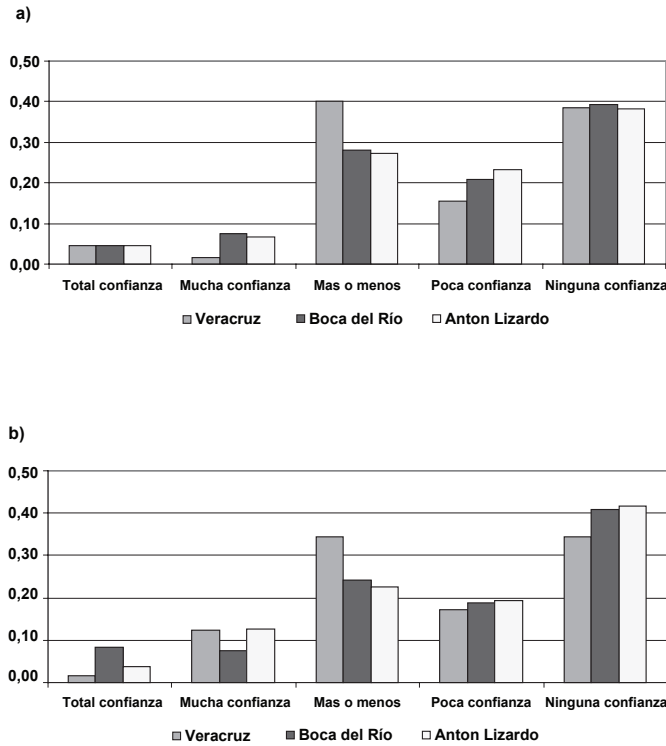


Figura 7. Confiianza en las autoridades a) locales y b) externas.

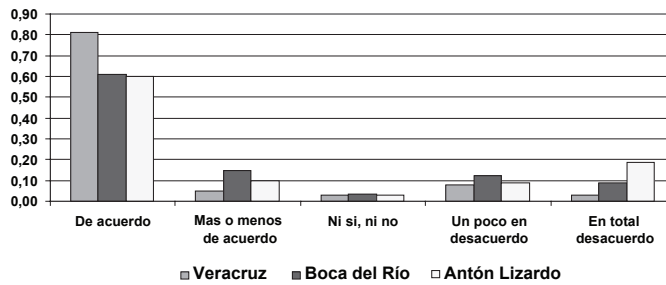


Figura 8. Respuestas a la afirmación "En esta comunidad, uno tiene que estar alerta o si no alguien puede aprovecharse de uno", en las tres localidades estudiadas.

fueron como sigue; a la pregunta hipotética de si los entrevistados estarían dispuestos a colaborar con tiempo o dinero para realizar proyectos de la comunidad que no los beneficiaran directamente, la mayoría de los entrevistados de las tres localidades dijeron estar dispuestos a colaborar con tiempo, dinero o con ambos. Sin embargo, a la pregunta concreta sobre su participación en actividades en la comunidad, las respuestas estuvie-

ron divididas, como lo muestra la Tabla 3, en donde se aprecia que la mayoría de las personas en las tres comunidades de hecho, no han participado en tales actividades. Al final de la tabla se resume el comportamiento general de la localidad.

Además se les inquirió su percepción sobre la participación de las personas de la comunidad para colaborar en proyectos comunitarios, esta pregunta puede ser el reflejo de experiencias pasadas en proyectos comunitarios, así como sus expectativas de la comunidad. La Tabla 4 incluye los resultados de esta respuesta.

Se conformó un índice de manera similar a los incisos anteriores que aglutina tanto las percepciones como su participación real. Este índice, en una escala de 3 a 12, resultó ser 7.18 para V, 7.28 para BR y 8.25 para AL.

## INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Esta pregunta solo incluyó la pregunta directa de la forma en que los entrevistados obtienen información que les puede ser de utilidad, las respuestas más frecuentes en las tres localidades otorgan un sitio preponderante para la apropiación de la información a la televisión, seguida por la radio y los periódicos. Cabe mencionar que en las tres localidades del 9 al 14% de los entrevistados considera a los vecinos y amigos como fuente de información (Fig. 9). Los resultados demuestran que la mayor parte de la información se recibe en medios de comunicación masiva y no entre los individuos de la propia comunidad.

**Tabla 3.** Resumen de respuestas relacionadas con la acción colectiva.

	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
<b>¿Participaría en proyectos en beneficio de la comunidad?</b>			
Tiempo	64%	76%	68%
Dinero	36%	24%	32%
<b>¿Ha participado en actividades de la comunidad?</b>			
SI	41%	36%	45%
NO	59%	64%	55%
<b>¿Cuántas veces ha participado en el último mes?</b>			
1 vez	46%	33%	25%
2 veces	27%	24%	20%
3 veces	12%	11%	14%
4 veces	0%	9%	8%
5 o más veces	15%	23%	33%

Mediana participación, pero pocas veces	Baja participación, algunos pocas veces y otros en muchas ocasiones	Alta participación en un mayor número de ocasiones
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------

### COHESIÓN SOCIAL E INCLUSIÓN

En esta sección se incluyeron preguntas relacionadas con las diferencias que existen en la comunidad, las causas de las diferencias en cuanto a nivel económico, nivel social, religión, u otras, y que tan marcadas se consideran esas diferencias. Las consecuencias de esas diferencias se reflejan

**Tabla 4.** Respuestas sobre la percepción sobre la participación comunitaria.

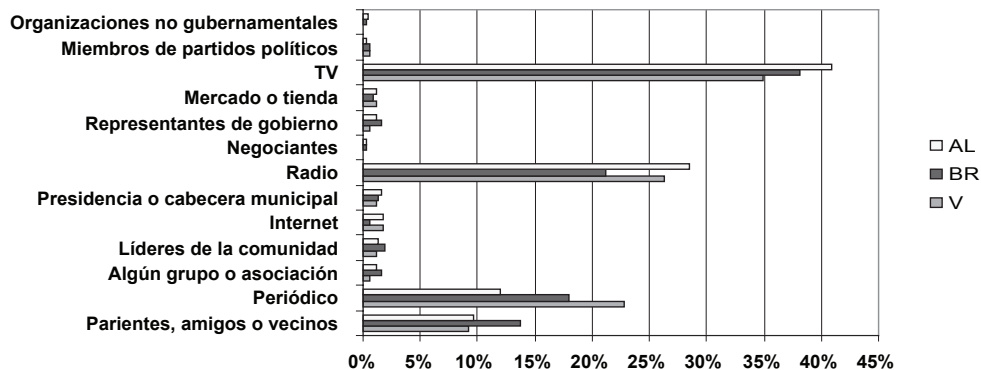
¿Qué tan probable es la participación comunitaria ante un problema?	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
Muy probable	0,53	0,37	0,61
Probable	0,14	0,34	0,11
Más o menos	0,06	0,04	0,04
Poco probable	0,16	0,11	0,12
Muy poco probable	0,11	0,13	0,11

también en el grado de socialización de los encuestados en cuanto a su asistencia a reuniones sociales (Tablas 5, 6 y Fig. 10).

### ÍNDICE DE COHESIÓN SOCIAL E INCLUSIÓN

Para este índice se tomaron en cuenta las preguntas anteriores y se conformó considerando una escala ascendente correspondiente a una mayor cohesión social de manera que, por ejemplo, en la pregunta sobre diferencias si estas eran demasiadas se tomaba una menor puntuación, mientras que pocas o ninguna diferencia tenían un mayor peso al tomar las frecuencias relativas a esta pregunta. La participación en reuniones sociales se tomo directamente para conformar un índice.

En este caso, el índice lo conforman cuatro respuestas de manera que, en una escala de 4 a 15 se



**Figura 9.** Fuentes de información de los habitantes encuestados de Antón Lizardo (AL), Boca del Río (BR) y Veracruz (V).

**Tabla 5.** Frecuencia relativa de la percepción de la medida de las diferencias entre personas de la comunidad y si estas diferencias causan problemas.

Diferencias Evidentes	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
Demasiado	0,19	0,17	0,15
En gran medida	0,08	0,12	0,14
Más o menos	0,17	0,27	0,22
Poco	0,17	0,16	0,21
Nada	0,39	0,29	0,28
<b>Estas diferencias, ¿Causan problemas?</b>			
Si	0,625	0,55	0,61
No	0,375	0,45	0,39
<b>Los problemas, ¿generan violencia?</b>			
Si	19%	29%	32%
No	81%	71%	68%

**Tabla 6.** Frecuencia de participación en reuniones sociales en el mes previo a la entrevista.

	Número de veces que han asistido a una reunión social		
	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
0	0,54	0,62	0,73
1	0,23	0,14	0,12
2	0,13	0,10	0,06
3	0,08	0,06	0,05
4	0,02	0,03	0,01
5 o más	0	0,05	0,02

obtuvieron índices de 7.87 para V, 7.92 para BR y 7.60 para AL. Estos resultados muestran una cohesión baja, si se considera que 9 correspondería a una cohesión social intermedia.

#### EMPODERAMIENTO Y ACCIÓN POLÍTICA

La palabra empoderamiento se refiere a la capacidad que las personas poseen para influenciar, controlar, reclamar, y/o negociar con las institu-

ciones que afectan sus vidas (World Bank, 2002). Tal como lo señala la fuente de la encuesta aplicada, el empoderamiento tiene un significado más amplio que el CS y la acción política es sólo un actividad que se puede llevar a cabo para incrementarlo (World Bank, 2003). En el cuestionario se considera como la habilidad de tomar decisiones que afecten la vida diaria. La figura 11 refleja las respuestas en cuanto a la percepción de seguridad.

Las respuestas relacionadas con el relativo grado de felicidad se presentan en la figura 12. Esta pregunta se relaciona con la capacidad que tienen las personas de buscar cambiar su estatus y por lo tanto con los resultados de la figura 13 relacionados con el poder de tomar decisiones que cambien su vida. Finalmente las figuras 14 y 15 reflejan la participación para hacer peticiones y su participación en las elecciones de gobernantes pasadas, ambas como indicadores de que tan capaces e interesados se sienten para tomar acciones que puedan cambiar su modo de vida.

#### INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla 7 se presentan los resultados de los índices arriba evaluados. Los números resaltados señalan los sitios donde se encontraron los índices más altos. Así, para V el índice más alto lo presentó el apartado de confianza y solidaridad, junto con BR, siendo este rubro por debajo de una media de 7.5. En AL se mostró una mayor Acción Colectiva y Cooperación, probablemente esto se relaciona con el hecho de ser una comunidad relativamente alejada (15 km de Boca del Río) en donde se requiere de acciones conjuntas para obtener beneficios para la comunidad e individuales.

En el caso de los otros indicadores los mayores valores se obtuvieron para BR. Por ello, este último sitio presenta la mayor puntuación cuando se toman todos los valores conjuntos. El valor medio que se considera es aquel entre 25 y 79, siendo éste de 52, lo cual indica que los valores encontrados están por debajo de la media.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

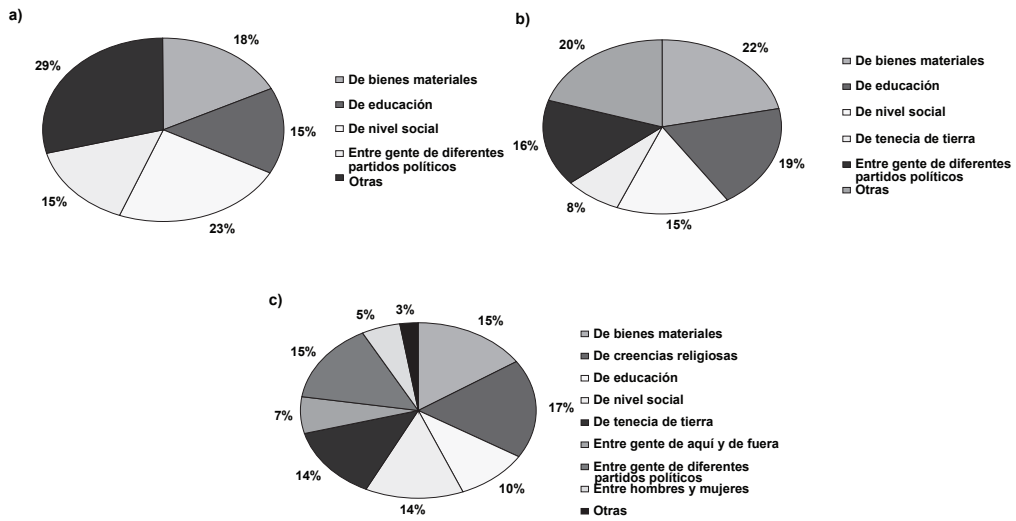


Figura 10. Fuentes de las diferencias entre las personas de la misma comunidad  
a) Veracruz, b) Boca del Río y c) Antón Lizardo.

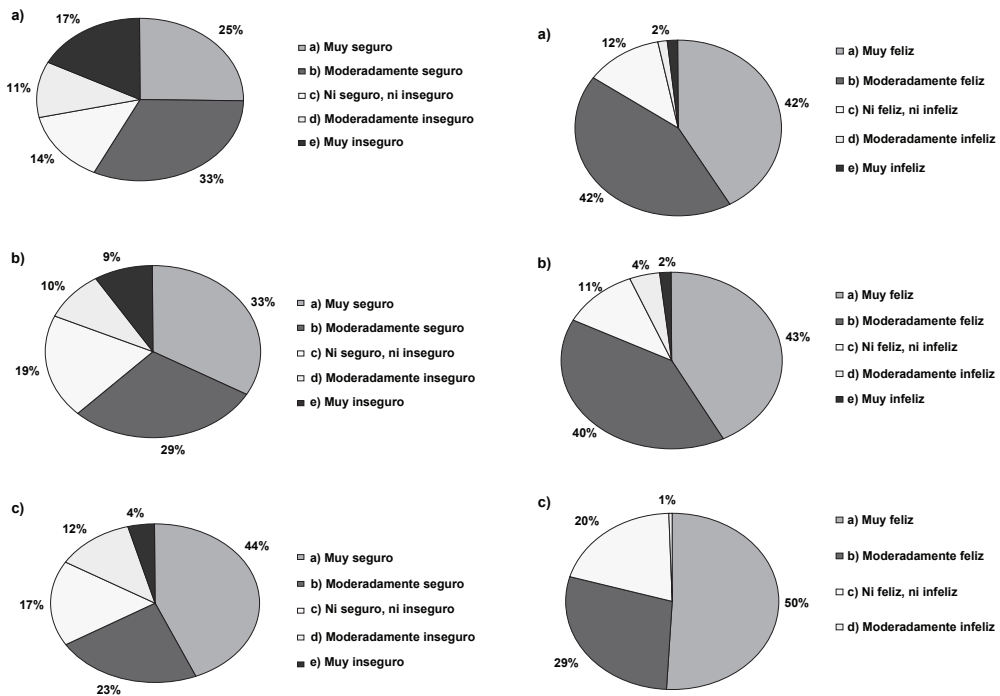


Figura 11. Porcentaje de respuestas a la pregunta “¿qué tan seguro se siente en su casa?” en:  
a) Veracruz, b) Boca del Río y c) Antón Lizardo.

Figura 12. Porcentaje de respuestas a la pregunta “¿qué tan feliz se considera?” en: a) Veracruz,  
b) Boca del Río y c) Antón Lizardo.

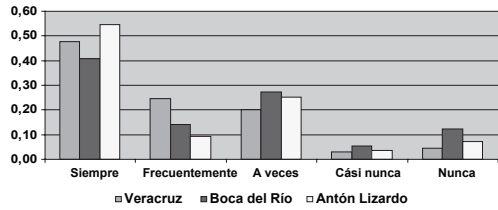


Figura 13. Frecuencia relativa en cuanto al poder de tomar decisiones que cambien su vida en las tres localidades estudiadas.

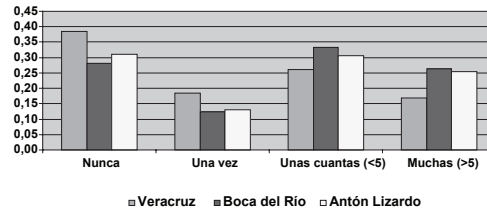


Figura 14. Frecuencia relativa de las respuestas a la participación para hacer peticiones a las autoridades gubernamentales.

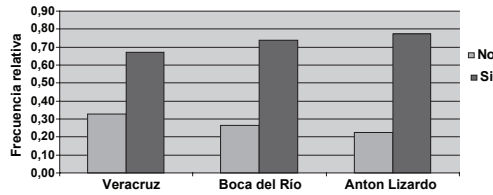


Figura 15. Frecuencia relativa de las respuestas a su participación en las pasadas elecciones.

Tabla 7. Índices de CS encontrados en las comunidades estudiadas.

	Intervalo de Valores	Veracruz	Boca del Río	Antón Lizardo
Grupos y Redes	0-19	9.88	10.79	9.20
Confianza y Solidaridad	3-12	5.57	5.58	5.45
Acción Colectiva y Cooperación	3-12	7.18	7.28	8.25
Información y Comunicación		TV, R, P	TV, R	TV, R
<b>Subtotal</b>	<b>6-43</b>	<b>22.63</b>	<b>23.67</b>	<b>22.90</b>
Cohesión Social e Inclusión	4-15	7.87	7.92	7.60
Empoderamiento y Acción Política	15-21	15.50	16.70	16.50
<b>Subtotal</b>	<b>19-36</b>	<b>23.37</b>	<b>24.62</b>	<b>24.10</b>

## DISCUSIÓN

El Capital Social es un concepto controvertido; sin embargo, ante el hecho que los recursos naturales tienen características de acceso abierto o de acceso común, es relevante analizar a las comunidades de usuarios para caracterizarlas y definir estrategias de acción para su administración. El conocer las características de la población en aspectos de confianza, formación de grupos, pertenencia a organizaciones, entre otros, son aspectos que pueden redituar en una mejor aplicación de estrategias de manejo; sin embargo, la investigación en este campo está todavía empezando

y, como lo recomienda la Comisión de Productividad de Australia (Productivity Commission, 2003) aún queda mucho trabajo y un mayor número de instrumentos teóricos para medir este aspecto de las comunidades tanto para mejorar como para validar los efectos del CS.

Por otra parte, la literatura del tema tiene sus limitaciones debido a las diferentes concepciones y enfoques con los que se trata este concepto. Debido a que el concepto tiene los tres componentes (estructural, cognitivo y trascendental) la evaluación del CS aún se encuentra en evolución

(Grootaert *et al.*, 2004, Productivity Comisión, 2003).

Se considera que la presentación de los resultados en forma de indicadores en el presente trabajo facilita la comparación del CS para las comunidades en estudio y también permite que se tenga una línea base del nivel de CS. Los resultados de este trabajo permiten tener una idea de las relaciones que se dan en las poblaciones que rodean al PNSAV. En general se refleja en los tres sitios una baja confianza, sobre todo en las autoridades. Esto sugiere que se necesitan programas de gobierno que desarrollen su credibilidad en la población.

Existen dos aspectos que se pueden observar en cuando a grupos y redes: por una parte, la membresía reportada por las personas encuestadas fue muy baja, lo cual indica la falta de acciones coordinadas para lograr el bien común. Por otra parte está la presencia mayoritaria de organizaciones cooperativas predominantemente pesqueras, indicando una confluencia de intereses y refleja la tendencia a agruparse para asuntos de trabajo. Sin embargo, la pertenencia a cooperativas tiene un componente histórico ya que el sector pesca del gobierno federal ha incentivado la formación de estas asociaciones. Se encontró un bajo porcentaje de pescadores libres (sin afiliación a ninguna cooperativa) de alrededor de un 1% en los tres sitios. No obstante lo anterior, la mayoría de las respuestas reflejaron la importancia que tiene para los miembros de la comunidad las organizaciones a las que pertenecen.

Esta noción se refuerza con el hecho de que, a pesar de declarar que cuentan con pocos amigos cercanos, una buena parte de los encuestados expresa que tienen a quien acudir en caso de emergencia, en este caso a las organizaciones. No obstante la existencia de organizaciones y la afiliación a ellas, se necesita conocer más a fondo el tipo de organización que éstas tienen y el grado de participación de sus afiliados con el fin de elegir a quién se pueden dirigir programas gubernamentales de educación ambiental, vigilancia y otras estrategias para la conservación de recursos (Fraga *et al.*, 2001).

El integrar los resultados en un índice tiene el inconveniente que se pierde riqueza en la infor-

mación sobre cada uno de los aspectos que conforman el CS. Sin embargo el reducir los datos a índices da una idea general del estado de la comunidad en relación a los aspectos tomados en consideración para conformar el CS. Además el índice permite hacer una comparación rápida de las tres localidades estudiadas.

Aún no existe una definición de CS en la que la mayoría de los autores estén de acuerdo, posiblemente por que el concepto tiene un carácter trasdisciplinario que toma aspectos sociales y económicos del estudio de las comunidades y la apropiación de recursos. Existen estudios que han abordado los temas mencionados de manera separada (OECD, 2001).

En este sentido, el estudio de este tema en relación a la apropiación de recursos naturales que se trató, añade una complejidad adicional a su relación con el medio ambiente y, por tanto la conservación y uso de recursos naturales, interceptándose de esta manera también con las ciencias biológicas. Esto evidencia la necesidad de construir modelos para tratar las complejidades del sistema en su totalidad.

Las relaciones entre los individuos de la comunidad que se han dado en llamar CS, tal como lo señala DeFilippis (2001) no son en realidad un capital en absoluto. En este sentido el concepto de CS involucra a las redes que se necesitan para alcanzar una mejor calidad de vida, además como este autor lo señala: “*La utilidad del CS es que provee un marco para apoyar y priorizar esfuerzos sobre otras partes en el campo del desarrollo comunitario*”. El autor señala que la construcción de redes es fundamental para beneficio de las áreas de bajos recursos generándolas en base a asociaciones y redes preestablecidas.

Partiendo de la premisa que un mayor CS redituará en un mejor aprovechamiento de los recursos, se sugiere el establecimiento de campañas públicas para promover la participación social en el manejo de recursos naturales y la participación de las personas en eventos comunitarios y programas voluntarios, así como la participación de las escuelas de las comunidades en programas relacionados con el cuidado de los recursos (actualmente en el PNSAV se llevan a cabo este tipo de campañas). Asimismo resalta la necesidad de

contar con subsidios gubernamentales para mejorar las telecomunicaciones, internet pública de forma tal que permita a los sectores marginados tener acceso a estos servicios. Además, son necesarias campañas de responsabilidad social corporativa

que permita que empresas tiendan puentes hacia la sociedad civil. Incrementar los niveles de confianza en el gobierno mediante acercamientos con las asociaciones existentes en las comunidades.

## CONCLUSIONES

Se encontraron valores más altos de CS en BR, aunque esta localidad ha sido absorbida por la mancha urbana de Veracruz, la parte del centro del municipio conserva características de una comunidad. La existencia de asociaciones y el hecho de que muchos de los usuarios de los recursos siguen teniendo su residencia en el centro de BR puede ser un factor que contribuya a que se mantenga la unidad entre las personas de la comunidad. En el caso de AL los valores son menores de lo esperado dado que esta comunidad es pequeña y que los habitantes tienen una mayor tradición como usuarios de recursos.

Aún cuando se encuentran valores diferentes de CS para las tres localidades, estos valores están por debajo de la media, es decir, los indicadores de CS son bajos para los tres lugares.

Los resultados obtenidos muestran una consistencia entre los valores de CS en sus dos modalidades (capital social estructural y capital social cognitivo) y sus efectos.

La distribución de CS reportada permitirá priorizar las localidades donde se pueden implementar acciones para mejorar este aspecto en las comunidades y así lograr más efectividad en los programas.

La educación ambiental es una alternativa para incrementar de manera indirecta el CS. En este sentido Fukuyama (1999) señala el hecho que el CS social está fundado sobre las bases religiosas y culturales de las comunidades y que, aunque éstas no son fáciles de mimetizar o cambiar, la educación es una manera de promover su formación al concienciar.

## RECOMENDACIONES

Analizar la distribución de CS entre grupos de usuarios de los recursos y/o grupos sociales, de acuerdo con los ingresos.

Analizar la relación entre los índices encontrados y las variables de bienestar y pobreza. Se recomienda realizar estudios tendientes a ampliar la presente investigación para conocer la causalidad entre las variables estudiadas y aquellas relacionadas con la percepción y uso de recursos en el PNSAV, este estudio no se contempló en la presente investigación.

Medir la dinámica del CS. Esto conlleva dos dimensiones, la primera tiene que ver con medir y complementar el análisis en el tiempo para poder medir los cambios. La segunda tiene un carácter cualitativo. La acumulación de CS es algo que no se puede evaluar simplemente en términos lineales; estos es, entre más, mejor. Las redes se pueden volver más densas (con mayor CS) y, al hacerlo se pueden tener cambios cualitativos con consecuencias negativas cuando pierden apertura y se pueden volver disfuncionales.



## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo financiero del Fondo Mixto CONACYT-SEMARNAT otorgado al proyecto 2004-01-181 "Determinación de Indicadores Críticos para la Operatividad del Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV)". Agradecemos a los alumnos y ex alumnos del Instituto Tecnológico de Boca del Río que participaron como encuestadores, en especial a las Pasantes de Biólogas Bianca Yuridia Pérez Saavedra y Guadalupe Dzul, quienes además participaron

en la alimentación y manejo de las bases de datos. Especial agradecimiento a la M. en C. Ana Lilia Gutiérrez Velásquez y al Biól. Marco Antonio Jiménez Hernández quienes diseñaron las bases de datos correspondientes. Asimismo a los pescadores y prestadores de servicios turísticos del puerto de Veracruz y a las personas que respondieron a las entrevistas en las tres comunidades. A la Biól. Elvira Carvajal Hinojosa, directora del PNSAV, así como al Capitán Jorge Juárez.

## LITERATURA CITADA

- Baum, F., C. Palmer, C. Modra, C. Murray, y R. Bush, 2000. Families, social capital and health. *In: I. Winter (Ed.), Social Capital and Public Policy in Australia*. Australian Institute of Family Studies, Commonwealth of Australia. p. 250-275.
- Berkman, L., y F. Syme, 1979. Social networks, host resistance and mortality: A Nine Year Follow up Study of Alameda County Residents. *American Journal of Epidemiology*, 109:186-204.
- Blazer, D., 1982. Social support and mortality in an elderly community population. *American Journal of Epidemiology*, 115(5):684-694.
- Bourdieu, P., 1985. The Forms of Capital. p. 241-258. *In: J. Richardson (Ed.) Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. Greenwood. New Cork, USA.
- Bowles, S. 1999. Social capital and community governance. *Focus*, 20(3):6-10.
- Bryk, A., V. Lee, y P. Holland, 1993, Catholic Schools and the Common Good. Harvard University Press, Cambridge.
- Cárdenas, J.C., J. Stranlund, y C. Willis, 2000. Local environmental control and institutional crowding Out. *World Development*, 28(10):1-15.
- Cohen, S., W. Doyle, D. Skoner, B. Rabin, y J. Gwaltney, 1997. Social ties and susceptibility to the common cold. *Journal of the American Medical Association*, 277(24):1940-1944.
- Coleman, J., 1988. Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94(suppl.):95-120.
- Dasgupta, P., 2002. Social capital and economic performance: analytics. *In: E. Ostrom and Toh-Kyeong Ahn (Eds.) Social Capital: A Reader (forthcoming)*, Edward Elgar, Cheltenham, UK).
- Fikuyama, F., 1999. Social Capital and Civil Society. The institute of Public Policy. Ms. Prepared for delivery at the IMF Conference on Second Generation Reforms.
- Fraga, J., J. Euán, R. Torres, y R. Chuenpagdee, 2001. Manejo Comunitario de una Reserva Marina Protegida en San Felipe, Yucatán, México. Reporte Final IDRC-IOI-CFRAMP. 121 p.
- Garbarino, J., y D. Sherman, 1980. 'High-risk neighborhoods and high-risk families: the human ecology of child maltreatment. *Child Development*, 51: 188-198.
- Grootaert, C., D. Narayan, V. N. Jones, y M. Woolcock, 2004. Measuring Social Capital. An Integrated Questionnaire. World Bank Working Paper. No. 18. Washington. 53 p.
- Halpern, D., 2001. Moral values, social trust and inequality. *British Journal of Criminology*, 41:236-251.
- Helliwell, J., 1996, Economic Growth and Social Capital in Asia, NBER Working Paper No. 5470.

- Helliwell, J., y R. Putnam, 1995, Economic growth and social capital in Italy. *Eastern Economic Journal*, 21(3):295-307.
- House, J., C. Robbins, y H. Metzner, 1982. The association of social relationships and activities with mortality: perspectives from the Tecumseh community health study. *American Journal of Epidemiology*, 116(1):123-140.
- INEGI, 2005. Censo General de Población y Vivienda No. XII
- Inglehart, R., 1997, Modernization and Postmodernization Cultural, Economic and Political Change in 43 Societies, Princeton University Press, New Jersey. USA.
- Kawachi, I., P. Kennedy, y R. Glass, 1999. Social capital and self rated health: a contextual analysis. *American Journal of Public Health*, 89(8):1187-1193
- Knack, S., 2000. Trust Associational Life and Economic Performance in the OECD, Manuscript, The World Bank.
- Knack, S., y P. Keefer, 1997. Does social capital have an economic pay off? A cross-country investigation. *Quarterly Journal of Economics*, 112(4):1251-1288.
- Kuo, W., y Y. Tsai, 1986. Social networking, hardiness and immigrants mental Health. *Journal of Health and Social Behaviour*, 27(2):133-149.
- La Porta, R., F. López de Silanes, F.A. Shleifer, y R. Vishny, 1997. Trust in large organizations. *American Economic Review*, 87(2):333-338.
- Mac Gillivray, A., y P. Walter, 2000. Local social capital: making it work on the ground. p. 197-212. In: S. Baron, J. Field and T. Schuller. (Eds.) Social Capital. Critical Perspectives. Oxford University Press, Oxford, NY.
- Manning, F., y T. Fullerton, 1988. Health and well-being in highly cohesive units of the U.S. Army. *Journal of Applied Social Psychology*, 18(6):503-519.
- Miguel, E., P. Gertler, y D. Levine, 2001. Did industrialization destroy social capital in Indonesia? World Bank Poverty Net Library. [http://poverty.worldbank.org/files/8145\\_scapind.pdf](http://poverty.worldbank.org/files/8145_scapind.pdf).
- Narayan, D., y L. Princhett, 1997. Cents and Sociability: Household Income and Social Capital in Rural Tanzania. World Bank Policy Research Working Paper no. 1796, World Bank, Washington.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) 2001. The Wellbeing of Nations: the Role of Human and Social Capital. OECD, Paris.
- Ostrom, E., 2000. El Gobierno de los Bienes Comunes. La Evolución de las Instituciones de Acción Colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México-Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-Fondo de Cultura Económica. México. 395 p.
- Productivity Commission, 2003, Social Capital: Reviewing the Concept and its Policy Implications, Research Paper, AusInfo, Canberra. 89 p.
- Putnam, R.D., R. Leonardi, y R.Y. Nanetti, 1993. Making Democracy Works: Civic Traditions in Modern Italy. Princeton University Press. Princeton, NJ. USA. 39 p.
- Putnam, R.D., 1995. Bowling alone: America's declining of social capital. *Journal of Democracy*, 6(1):65-78
- Putnam, R.D., 2000. Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. Touchstone, New York.
- Rice, R., 2001. Social capital and government performance in Iowa communities, *Journal of Urban Affairs*, 23(3-4):375-389.
- Rose, R., 2000. Getting things done in an anti modern society: social capital networks in Russia. p. 147-171. In: P. Dasgupta and I. Serageldin. (Eds.) Social Capital: A Multifaceted Perspective. The World Bank. Washington.
- Runyan, D., W. Hunter, R. Socolar, L. Amaya-Jackson, D. English, J. Landsverk, H. Dubowitz, D. Browne, S. Bangdiwala, y R. Mathew, 1998. Children who prosper in unfavourable environments: the relationship to social capital. *Pediatric*, 101(1):12-18.
- Sampson, R., S. Raudenbush, y F. Earls, 1997. Neighborhoods and violent crime: a multilevel study of collective efficacy. *Science*, 277:918-924.

● INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (SAV)

- Schmid, A., 2000. Sources of Social Capital. Department of Agricultural Economics. Michigan State University. Staff Paper 00-07 19 p.
- Siahpush, M., y G. Singh, 1999. Social integration and mortality in Australia, Australian and New Zealand. *Journal of Public Health*, 23(6):571-577.
- Sobel, J., 2002. Can we Trust Social Capital?. *Journal of Economic Literature*, 40:139-154.
- Schuller, T., S. Baron, y J. Field, 2000. Social Capital: A Review and Critique. p. 1-38. *In: S. Baron, J. Field and T. Schuller. (Eds.) Social Capital. Critical Perspectives.* Oxford University Press, USA.
- Solow, R., 1999. Notes on Social Capital and Economic Performance. p. 6-10. *In: P. Dasgupta and I. Serageldin (Eds). Social Capital: A Multifaceted Perspective.* The World Bank. U.S.A.
- Stone, W., M. Gray, y J. Hughes, 2003. Social Capital at work: How family, friends and civic ties relate to labour market outcomes. Research Paper No. 31. Australian Institute of Family Studies.
- Teachman, J., K. Paasch, y K. Carver, 1997. Social capital and the generation of human capital. *Social Forces*, 75(4):1343-1349.
- Temple, J., y P. Johnson, 1998. Social capability and economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 113:965-990
- Welin, L., G. Tibblin, K. Svardsudd, B. Tibblin, S. Ander-Peciva, B. Barsson, y L. Wilhelmsen, 1985. Prospective study of social influences on mortality. *The Lancet*, 915-918.



---

**Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano**

Se realizó en el Departamento de Difusión y Publicaciones  
del Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche  
La composición, diseño y proceso editorial a cargo de Jorge Gutiérrez.  
Diseño de la cubierta por Juan M. Matú Fierros.

Se terminó de imprimir en enero del 2008, en los talleres de SyG editores  
Cuapinol No. 52, Col. Pedregal de Santo Domingo  
Coyoacán 04369, México DF.

La edición consta de 700 ejemplares  
más sobrantes de reposición

---

Debido a la importancia de sus hábitats para el mantenimiento de la biodiversidad marina, el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) fue declarado parque nacional desde 1992 y recientemente sitio RAMSAR (2004), así como Reserva de la Biosfera (UNESCO 2006). Es uno de los parques marinos mexicanos más importantes, por su dimensión, estructura en zonas emergidas y biodiversidad, cuyo desarrollo se da bajo características únicas ya que convergen un parque nacional, una creciente zona conurbada con vocación turística (Veracruz-Boca del Río-Medellín) y un puerto de altura en expansión, sumado a una intensa temporalidad (“norfes”, huracanes, lluvias e importantes descargas continentales), con lo cual el SAV se encuentra bajo un estrés constante de índole natural e inducido.

Esta obra es de consulta y enseñanza, ya que contiene información sobre las investigaciones realizadas en el SAV por la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías de la Universidad Veracruzana y las instituciones con las que ha estado colaborando desde su creación en el año 2000. Está dirigido a estudiantes de licenciatura y posgrado, académicos y a la comunidad científica en general; no obstante, será de utilidad para todos los sectores de la sociedad, ya que cubre diferentes aspectos de las ciencias marinas, del manejo costero y la conservación de esta área marina única: El Sistema Arrecifal Veracruzano.

El presente libro se realizó en el marco del proyecto Fortalecimiento Disciplinario para el Desarrollo y Consolidación del CA Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos (CA\_MYCRA), cuya finalidad es promover la actualización e integración de sus académicos y estudiantes asociados, incluyendo el fortalecimiento de vínculos intra e interinstitucionales que coadyuvaran en su proceso de consolidación. El CAMYCRA hace evidente que su avance en el proceso de consolidación es sostenido y que los recursos obtenidos están generando resultados en el ámbito científico y social.

ISBN 968-5722-53-6



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE CAMPECHE

**promep**  
Programa de Mejoramiento del Profesorado



CENTRO  
**EPOMEX**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

