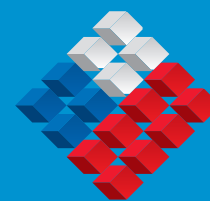


56

2007



GOBIERNO DE CHILE  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS ARCHIVOS Y MUSEOS



CHILE

ISSN - 0027 - 3910

**BOLETIN** MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

# BOLETIN

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - Nº 56 - 134 p. - 2007



ISSN - 0027 - 3910

# BOLETIN

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - Nº 56 - 134 p. - 2007

## MINISTERIO DE EDUCACION PÚBLICA

Ministra de Educación Pública	Yasna Provoste C.
Subsecretaria de Educación	Pilar Romaguera G.
Directora de Bibliotecas Archivos y Museos	Nivia Palma M.

Este volumen se terminó de imprimir  
en Diciembre de 2007  
Impreso por MAVAL LTDA.  
Santiago de Chile



**BOLETÍN DEL  
MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE**

**Director**

Claudio Gómez P.

Director del Museo Nacional de Historia Natural

**Editor**

Daniel Frassinetti

**Comité Editor**

Pedro Báez R.

Mario Elgueta D.

Juan C. Torres - Mura

**Consultores invitados**

Nibaldo Bahamonde:	Academia de Ciencias del Instituto de Chile
Alan Baker:	Museo de Nueva Zelanda Te Papa Togarewa, Wellington (retirado)
Elizabeth Barrera:	Museo Nacional de Historia Natural, Chile
Marie Van Bresseem:	Cetacean Conservation Medicine Group, Colombia
Gerardo Lamas:	Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú
Mélica Muñoz:	Museo Nacional de Historia Natural, Chile
Herman Núñez:	Museo Nacional de Historia Natural, Chile
Julio Reyes:	Centro Peruano de Estudios Cetológicos – CEPEC
Fresia Rojas:	Museo Nacional de Historia Natural, Chile
Angel L. Viloria:	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
José Yáñez:	Museo Nacional de Historia Natural, Chile

© Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos  
Inscripción N° 168.234  
Edición de 650 ejemplares  
Museo Nacional de Historia Natural  
Casilla 787  
Santiago de Chile  
[www.mnhn.cl](http://www.mnhn.cl)

Se ofrece y se acepta canje

Exchange with similar publications is desired

Exchange souhaité

Wir bitten um Austausch mit aehnlichen Fachzeitschriften

Si desidera il cambio con pubblicazioni congeneri

Deseja-se permuta con as publicações congéneres

Este volumen se encuentra disponible en soporte  
electrónico como disco compacto

**Esta publicación del Museo Nacional de Historia Natural, forma parte de sus compromisos en la implementación del Plan de Acción País, de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBD).**

El Boletín del Museo Nacional de Historia Natural es indizado en Zoological Records a través de Biosis

Las opiniones vertidas en cada uno de los artículos  
publicados son de exclusiva responsabilidad del autor respectivo.

**BOLETIN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE  
2007**

**56**

SUMARIO

CLAUDIO GÓMEZ

Presentación. ....7

ALVARO TOMÉ, SEBASTIÁN TEILLIER y RICH HOWORT

Contribución al conocimiento de la flora vascular de la Reserva Nacional Tamango, XI Región de Aisén, Chile. ....9

FEDERICO LUEBERT, NICOLÁS GARCÍA y NATALIE SCHULZ

Observaciones sobre la flora y vegetación de los alrededores de Tocopilla ( 22° S, Chile). ....27

PEDRO JARA-SEGUEL

Avances en estudios cromosómicos de moluscos acuáticos chilenos. ....53

GABRIEL HENRÍQUEZ G.

Uso de la tierra y eutrofización en el Humedal El Yali (33° 49' S, 71° 23' W) Comuna de Santo Domingo. ....63

PEDRO BÁEZ y DONALD JACKSON

Crustáceos decápodos en el registro arqueológico del Holoceno medio y tardío en la provincia de Choapa. ....73

HERMAN NÚÑEZ

*Liolaemus frassinettii*, nueva especie de lagartija para los Altos de Cantillana, Región Metropolitana (Reptilia: Sauria). ....81

G. PAOLO SANINO, JOSÉ L. YÁÑEZ and KOEN VAN WAEREBEEK

A first confirmed specimen record in Chile, and sightings attributed to the lesser beaked whale,  
*Mesoplodon peruvianus* Reyes, Mead and van Waerebeek, 1991.....89

DOREL RUSTI y SEBASTIÁN TEILLIER

Zoogeografía de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) de Chile.....97

ARIEL CAMOUSSEIGHT y ALEJANDRO VERA

Estado del conocimiento de los Odonata (Insecta) de Chile.....119

## **Presentación**

*Como ya es tradicional, el Museo Nacional de Historia Natural presenta su Boletín Anual, el que en esta ocasión corresponde al N° 56. Como director del museo, es para mí un honor llegar por este medio a aquellas personas e instituciones interesadas en el patrimonio natural y cultural.*

*Este año, el Museo Nacional de Historia Natural celebró su 177° aniversario, lo que por sí solo es ya un gran hito. Las instituciones las hacen las personas y durante su devenir, el museo ha convocado a profesionales, técnicos, administradores y personal auxiliar que ha mostrado gran entrega por la institución, sus colecciones y sus audiencias. Sin ellos, no tendríamos este próspero y demandante presente.*

*Sin embargo, hoy el museo enfrenta uno de sus más grandes desafíos desde su creación, cual es plantearse el o los escenarios de crecimiento (físico, organizacional, de colecciones y de servicios) que le permitan seguir cumpliendo con su misión y sus funciones de mejor manera por los próximos 50 años o más. Es, entonces, el momento de quienes todos los que somos parte del Museo Nacional de Historia Natural, renovemos nuestro compromiso con él y pensemos en su futuro como parte de un país que avanza hacia mayores niveles de complejidad social y cultural.*

*En este contexto, el museo se ha comprometido a entregar a fines del año 2009 su plan maestro de desarrollo a la directora de Bibliotecas, Archivos y Museos, y es hacia esa meta de mediano plazo a la que deberemos dedicar una cantidad importante de recursos de todo tipo. Pero más que nada, necesitaremos buena voluntad, sentido común y grandes sueños.*

*Para los grupos con algún tipo de interés en el museo, incluyendo los lectores de este Boletín, está abierta la posibilidad de participar en este entretenido y desafiante proceso, opinando sobre cómo imaginan el futuro de nuestra institución.*

*En este plano, al momento de imprimirse este Boletín, está en ejecución un estudio de público, el que cual nos proveerá información relevante acerca de qué piensan y esperan del museo distintas audiencias.*

*Por otra parte, una consultoría organizacional, también en pleno desarrollo, permitirá al museo definir un plan estratégico a mediano plazo, el que mediante una posición interna consensuada debiera llevarnos a una buena alineación de intereses, recursos y resultados por los próximos tres o cuatro años.*

*No es una exageración afirmar que el Museo Nacional de Historia Natural está iniciando una etapa crítica y desafiante. Por sobre todo, creo que será un período entretenido y de mucha creatividad para imaginar nuestro futuro.*

Claudio Gómez P.

Director

Museo Nacional de Historia Natural





## CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FLORA VASCULAR DE LA RESERVA NACIONAL TAMANGO, REGIÓN DE AISÉN, CHILE.

ALVARO TOMÉ<sup>1</sup>, SEBASTIÁN TEILLIER<sup>1</sup> & RICH HOWORTH

<sup>1</sup> Escuela de Ecología y Paisaje, Universidad Central de Chile. Santa Isabel 1186. Santiago de Chile.

E-mail: alvarotome@yahoo.com, steillier@chlorischile.cl

### RESUMEN

La Reserva Nacional Tamango (ex R.N. Lago Cochrane) se ubica en la comuna de Cochrane, XI Región de Aisén, Chile. Presenta bosques de *Nothofagus* y estepa patagónica, siendo la razón principal de su establecimiento, la presencia de una población importante de huemules (*Hippocamelus bisulcus* Molina). En el área de la reserva se llevó a cabo un inventario de la flora vascular en los principales ambientes excepto en la estepa patagónica y en las laderas de exposición norte de los cerros Tamango y Tamanguito. Se registraron 199 especies de plantas vasculares, de ellas el 79,9 % (159) son nativas y el 20,1 % (40) alóctonas asilvestradas. Del total de la flora nativa 4 son endémicas para Chile. El porcentaje de alóctonas sobrepasa la media nacional (12 %), y da cuenta del grado de alteración que han sufrido los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en la zona de Aisén, los que han sido reemplazados, previo incendio, por praderas constituidas principalmente por forrajeras introducidas como pasto miel (*Holcus lanatus*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y *Festuca rubra*. Se reporta una especie nueva para Chile: *Carex patagonica* (Cyperaceae) y tres; *Minuartia acutiflora* (Caryophyllaceae), *Leucheria hahnii* (Asteraceae) y *Agrostis umbellata* (Poaceae) representan nuevos registros para la Región de Aisén.

Palabras clave: Flora de Chile, Región de Aisén, Reserva Nacional Tamango.

### ABSTRACT

**Flora of Tamango National Reservation, Región de Aisén, Chile.** The Tamango National Reservation (previously Lago Cochrane NR) it is located near Cochrane, Aisén Region, Chile (47°12'44"S; 72°31'33"W). Its vegetation includes evergreen and deciduous *Nothofagus* forests and Patagonian steppe. The main reason of its establishment is the existence of an important population of "huemules" (*Hippocamelus bisulcus* Molina) a kind of Chilean deer. An inventory of the vascular flora of the reservation was carried out and 199 species of vascular plants were recorded, 79.9% (159) native species and 20.1% (40) aliens. Four native species are endemic to Chile. The alien flora is higher than the national average (12%). A high presence of alien flora is probably related to local historical degradation of the *Nothofagus pumilio* forests. Burned forests were replaced by prairies containing mainly alien grass species, such as *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* and *Festuca rubra*. Further, new records for Chile include: *Carex patagonica* (Cyperaceae), and *Minuartia acutiflora* (Fenzl.) Mattf. (Caryophyllaceae), *Leucheria hahnii* J. Remy (Asteraceae), and *Agrostis umbellata* Colla, represent new records for the Aisén Region.

Key words: Flora of Chile, Aisén, Tamango National Reservation.

### INTRODUCCIÓN

En Chile existe un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), que tiene como objetivo la conservación y la protección de las áreas que merecen ser conservadas por características sobresalientes o únicas de flora, fauna o belleza escénica. En este contexto se eligió a la Reserva Nacional Tamango, como una de las áreas silvestres protegidas en la Región de Aisén. Tiene como principal objetivo la protección de fauna, en especial, las poblaciones de huemul (*Hippocamelus bisulcus* Molina). Sin embargo, en ella se encuentran aún importantes bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga), *Nothofagus antarctica* (ñirre), y *Nothofagus dombeyi* (coigüe) reuniendo en una misma unidad, ambientes de transición bosque-estepa patagónica, estepa patagónica y estepa andina. A pesar del interés en conservar el área, no existen publicaciones hasta ahora respecto de su

flora vascular.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la flora vascular desde el punto de vista de su composición y riqueza, además de entregar datos sobre el origen geográfico de las especies y sus formas de vida. Especial interés se puso en la detección de especies de flora en categorías de conservación (Benoit, 1989; Baeza *et al.*, 1998, Ravenna *et al.*, 1998).

Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto Darwin, con la cooperación de miembros de la Expedición Raleigh, y es parte de una iniciativa para caracterizar los ecosistemas de Aisén. Anteriormente, en el marco del mismo proyecto, se habían publicado floras del Parque Nacional Laguna San Rafael (Pisano, 1988; Teillier & Marticorena, 2002) y un libro destinado a difundir el conocimiento sobre la flora y la fauna de la R. N. Jeinimeni (Torres & Rojas, 2004).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Reserva Nacional Tamango se encuentra en la comuna de Cochrane, provincia Capitán Prat, Región de Aisén (47° 12' S - 72° 30' W), a unos 9 km del pueblo de Cochrane. El área tiene una superficie aproximada de 8.352 hectáreas (Figura 1). Está limitada por el norte por los cerros Tamango (1.722 m.s.n.m.) y Tamanguito (1.485 m.s.n.m.), por el oeste se encuentra el poblado de Cochrane, por el sur limita con el río Cochrane y por el este con el cordón montañoso valle de Chacabuco y el lago Cochrane. En la unidad se encuentran dos cuerpos de agua: las lagunas Elefantita y Tamanguito (Fig. 1). Fue declarada área silvestre protegida en 1967 (CONAF, 1986).

### Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el clima corresponde al trasandino con degeneración esteparia. La zona tiene temperaturas medias superiores a los 10° C, que varía entre 2 y 4 meses y con un periodo seco entre 2 y 6 meses en el cual la evapo-transpiración potencial es mayor que la precipitación. Las temperaturas medias mensuales fluctúan entre los 1,5° C en Julio y los 14,4° C en Enero; la temperatura media anual es de 7,6° C. Las precipitaciones alcanzan los 805 mm anuales con una máxima en Mayo de 118 mm y el mínimo en febrero con 35 mm (Cuadro 1).

### Vegetación

De acuerdo con Gajardo (1994), la vegetación del área pertenece a la Región del Bosque Andino-Patagónico, donde la formación dominante corresponde al Bosque Caducifolio de Aisén. Luebert & Pliscoff (2006), a su vez, proponen para el área la existencia del matorral arborescente caducifolio, templado-patagónico, de *Nothofagus antarctica* (ñirre) y *Berberis microphylla* (michay).

El área de estudio fue explorada en marzo-abril de 2002 y luego en febrero del 2003. Las exploraciones comprendieron los sectores Guardería, cerro Tamanguito, las lagunas Elefantita y Tamanguito, el sector del embarcadero, el sector Correntadas, la playa Paleta y el sector El Húngaro.

El muestreo de la flora fue dirigido y se estratificó con el fin de comprender todos los tipos de vegetación del área: bosque de lenga, bosque de coigüe, matorral arborescente de ñirre, estepa andina, praderas y humedales.

El material fue herborizado y determinado con ayuda de la literatura pertinente. Una colección de referencia se depositó en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO). Las familias se citan de acuerdo con Marticorena & Quezada (1985), algunas de ellas han sido recientemente propuestas por el Angiosperm Phylogeny Group (Stevens, 2001). La nomenclatura de las especies sigue a Marticorena & Quezada (1985), a Marticorena & Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005) y a la base de datos de flora de Chile mantenida por el profesor C. Marticorena.

Las especies en categorías de conservación siguen a Benoit (1989), Baeza *et al* (1998), Belmonte *et al* (1998), Ravenna *et al.* (1998) y el sitio web de CONAMA con la lista de especies amenazadas (2005, 2006 y 2007)

El origen geográfico de las especies considera tres categorías: nativas (especies autóctonas o indígenas), presentes en Chile antes de la llegada de los españoles; endémicas: exclusivas de Chile y, aloctonas asilvestradas, especies que no son oriundas del país, pero que se han asilvestrado.

Las formas de vida corresponden a las del sistema de Raunkiaer (Raunkiaer en Braun -Blanquet, 1979).

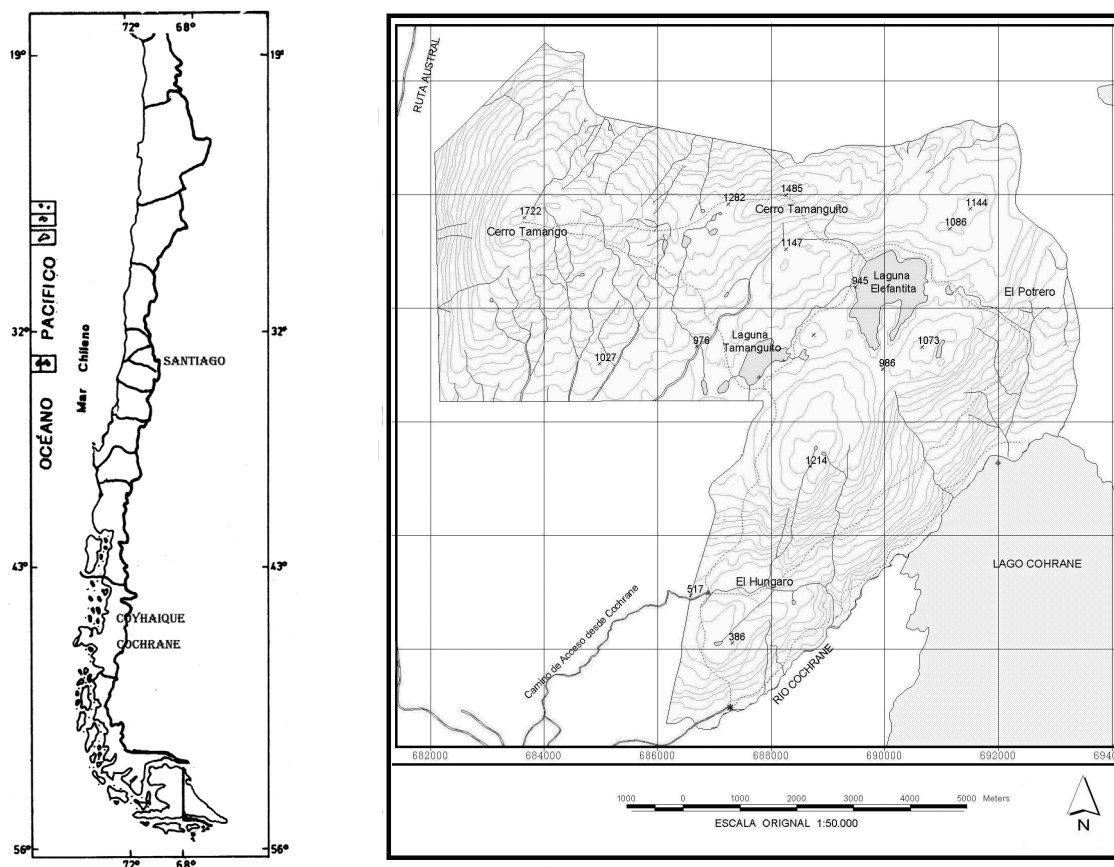


FIGURA 1. Ubicación geográfica de la Reserva Nacional Tamango.

## RESULTADOS

### Riqueza de la flora vascular

Se registraron 199 especies de flora vascular. La lista de ellas con las familias, nombres científicos y vulgares, origen geográfico, forma de vida, categoría de conservación y el n° de colector se muestra en el Apéndice 1. De acuerdo con estos resultados, la flora vascular nativa de la Reserva Nacional Tamango alcanza a 159 especies que representan al 3,57 % de la flora nativa de Chile continental (Marticorena, 1990).

CUADRO 1. Reserva Nacional Tamango: precipitaciones y temperaturas medias mensuales.

<i>Mes mm</i>	<i>Precipitaciones media ° C</i>	<i>Temperatura</i>
<i>Enero</i>	58,8	14,4
<i>Febrero</i>	35	13,2
<i>Marzo</i>	54,7	10
<i>Abril</i>	90,2	6,8
<i>Mayo</i>	118	3,7
<i>Junio</i>	83,7	1,8
<i>Julio</i>	84	1,5
<i>Agosto</i>	99,2	3
<i>Septiembre</i>	59,3	5,4
<i>Octubre</i>	32,5	7,6
<i>Noviembre</i>	53,8	10,5
<i>Diciembre</i>	35,9	12,8
<i>Total</i>	805	<i>X mensual 7,6</i>

Fuente: IREN (1979), en CONAF (1986), Estación meteorológica de Cochrane

### Riqueza taxonómica

La flora presenta 7 especies de Pteridophyta, 139 de Gimnospermas y 53 de Angiospermas. Las especies encontradas pertenecen a 47 familias. Las familias con un mayor número de especies son: Asteraceae (Compositae) con 44 (23%), Poaceae (Gramineae) con 34 (17%), Cyperaceae con 10 (5%), Fabaceae con 8 (4%) y Rosaceae con 7 (3,5%).

Se encontraron especies pertenecientes a 122 géneros, lo que representa 1,6 especies/género. Los géneros que presentan la mayor riqueza de especies corresponden a: *Carex* con nueve, *Senecio* con siete, *Acaena*, *Agrostis*, *Festuca*, *Nothofagus* y *Poa* con cuatro.

En relación con las familias y los géneros presentes en la flora de Chile continental, se detectaron un 25,5 % de las familias y un 12,1 % de los géneros (Marticorena, 1990).

### Endemismo y origen geográfico

De acuerdo con el origen geográfico de la flora, 159 especies corresponden a nativas (79,9 %) y 40 especies (20,1 %) corresponden a flora alóctona asilvestrada o introducida. De las 159 especies nativas, sólo 4 son endémicas de Chile, lo que corresponde a un 2,5 %.

### Nuevos registros

*Carex patagonica* Speg. (Cyperaceae) es nueva para Chile, previamente conocida en Argentina (Barros 1969).

Se amplia hasta la Región de Aisén la distribución de las siguientes especies: *Minuartia acutiflora* (Fenzl.) Mattf. (Caryophyllaceae), previamente conocida hasta la Región del BíoBío (VIII); *Leucheria hahnii* J. Remy (Asteraceae) y *Agrostis umbellata* Colla (Poaceae), ambas conocidas hasta la Región de la Araucanía.

### Formas de vida

El espectro de formas de vida está formado por 125 especies de hemcriptófitas (62,8%), seguidas por las fanerófitas con 28 (14,1 %), las terófitas con 21 (10,6 %), las caméfitas con 17 (8,5 %) y las geófitas con 8 (4 %) (Cuadro 2).

CUADRO 2. Reserva Nacional Tamango: Especies por forma de vida y por origen geográfico.

<i>Forma de vida</i>	<i>Total</i>	<i>Nativas</i>	<i>Alóctonas</i>
<i>Caméfitas</i>	17	17	-
<i>Fanerófitas</i>	28	27	1
<i>Hemcriptófitas</i>	125	100	25
<i>Geófitas</i>	8	8	-
<i>Terófitas</i>	21	7	14
<i>Total</i>	199	159	40

En relación con la flora nativa, dominan ampliamente, en términos de riqueza de especies, las hemcriptófitas con un 62,8 %, seguida por las fanerófitas con 17 %, las caméfitas con un 10,7 %, las geófitas con un 5 % y las terófitas con 4,4 %. Entre las alóctonas dominan con un alto porcentaje las hemcriptófitas con 62,5 %, seguidas por las terófitas con un 35 % y las fanerófitas con 2,5 %.

### Flora en Categorías de Conservación

No se registraron especies en categoría de conservación (Benoit (1989), Baeza *et al* (1998), Belmonte *et al* (1998), Ravenna *et al* (1998) y el sitio web de CONAMA con la lista de especies amenazadas (2005, 2006 y 2007).

## DISCUSIÓN

### Riqueza

De acuerdo con los datos del Cuadro 3 se observa que de las tres áreas silvestres protegidas de Aisén, ubicadas en un rango entre los 46° 50' y 47° 50' grados de latitud sur, la Reserva Nacional Tamango presenta una alta riqueza en relación con el área que protege. Sin embargo, registra, a la vez, un alto número de especies alóctonas asilvestradas lo que da cuenta de un importante grado de alteración respecto de la flora original.

CUADRO 3. Riqueza de especies de la flora de plantas vasculares en tres unidades del SNASPE de Aisén ubicadas entre los 46° 50' y 47° 50' LS. Los números entre paréntesis corresponden a especies nativas.

<i>Área silvestre protegida</i>	<i>Riqueza (N ° especies)</i>	<i>Superficie (Há)</i>
<i>R.N. Tamango</i>	199 (159)	6925
<i>P.N. San Rafael*</i>	235 (215)	625000***
<i>R.N. Jeinimeni**</i>	232 (202)	161100

\* Marticorena & Teillier, 2002; \*\* G. Rojas, comunicación personal. \*\*\*No incluye glaciares.

En relación con unidades con presencia de estepa patagónica, Domínguez *et al* (2004), realizan un catastro de la flora del P.N. Pali Aike, XII Región, donde detectan 164 especies, de las cuales 146 (90%) son nativas y 18 (19 %), alóctonas asilvestradas, una cantidad menor de especies que en Tamango.

En relación con el grado de similitud, calculado con el coeficiente de Soehrensén, ésta alcanza a un 18 % cuando se compara la flora de la R.N. Tamango con la del P.N. Laguna San Rafael y a un 66 % con la de la R.N. Jeinimeni (Datos base: Teillier y Marticorena, 2002 y G. Rojas, comunicación personal –R.N. Jeinimeni). Los datos muestran un grado de sobreposición con la R.N. Jeinimeni, que posiblemente aumente cuando se haga el inventario de las nuevas áreas incorporadas a la R.N. Tamango. Es posible que la mayor especificidad de la flora vascular de la R.N. Tamango corresponda a la flora andina-patagónica de los cerros Tamango y Tamanguito, por sobre los bosques de *Nothogagus pumilio* (lenga) cuyo límite se encuentra alrededor de los 1200 m de altitud.

### Riqueza taxonómica

En relación con las familias, predominan las mismas que en el resto del territorio nacional (Marticorena, 1990). La dominancia de Poaceae se acentúa en la Patagonia según muestran Zuloaga et al. (1999), en tanto que Asteraceae domina hacia el norte del país (Arroyo et al., 1982; Arroyo et al., 1984) y en Chile Central (Navas, 1973-1979).

De los géneros con mayor número de especies, *Carex*, *Senecio*, *Agrostis* y *Poa* son también importantes en la flora del parque Laguna San Rafael (Teillier & Marticorena, 2002).

### Especies alóctonas asilvestradas

La R.N. Tamango presenta el mayor número y porcentaje de especies alóctonas asilvestradas entre las unidades del SNASPE de la Región de Aisén que se comparan en el Cuadro 4. Especies dominantes son algunas gramíneas forrajeras como *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus* (Poaceae), además, son frecuentes, *Verbascum thapsus* (Scrophulariaceae) y *Achillea millefolium* (Asteraceae). El porcentaje de especies alóctonas asilvestradas encontradas en el área de estudio, 20,1 % (40 especies), es mayor al registrado para la flora de Chile (11,4%, Marticorena, 1990).

CUADRO 4. Riqueza de especies de la flora alóctona asilvestrada en tres unidades del SNASPE de Aisén ubicadas entre 46° 50' y 47° 50' LS.

Área silvestre protegida	Alóctonas	
	Nº	%
R.N. Tamango	40	20,1
P.N. San Rafael*	20	8,5
R.N. Jeinimeni**	30	12,9

\*: Teillier & Marticorena, 2002; \*\*: G. Rojas, comunicación personal.

### Formas de vida

En el Cuadro 5 se muestra una comparación entre las formas de vida de las áreas protegidas de Laguna San Rafael, Jeinimeni y Tamango. Se observa que las hemicriptófitas son dominantes en los tres tipos de ambiente; el mayor número de fanerófitas está en laguna San Rafael por la presencia de mayor diversidad de bosques en ella. Un número comparativo apreciable de terófitas en Tamango podría indicar condiciones de mayor perturbación, de hecho 12 de ellas corresponden a alóctonas asilvestradas.

CUADRO 5. Formas de vida de Raunkiaer (n° de especies) en la flora de plantas vasculares en tres unidades del SNASPE de Aisén ubicadas entre 46° 50' y 47° 50' LS.

Forma de vida (%) / Área silvestre	Fanerófitas	Caméfitas	Geófitas	Hemicriptófitas	Terófitas
R.N. Tamango	14	9	4	63	11
P.N. San Rafael*	21	5	3	66	5
R.N. Jeinimeni**	14	10	6	65	5

\*: Teillier & Marticorena, 2002; \*\*: G. Rojas, comunicación personal.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a CONAF Región de Aisén, y a Isabel Cáceres por la ayuda en terreno. A los curadores y al personal de los herbarios SGO y CONC por las facilidades para el acceso a ellos. El trabajo se hizo en el marco del proyecto Biodiversidad de Aisén Darwin-Raleigh International. Al profesor C. Marticorena por el acceso a la base de datos de Flora de Chile y por sus sugerencias de nomenclatura y la información sobre la distribución de las especies. El Dr. G. J. Wheeler, determinó las especies de *Carex*. Al Dr. V. Finot agradecemos su determinación de *Trisetum*. Nicolás García identificó algunas especies. Los datos de la flora de la R. N. Jeinimeni son cortesía de G. Rojas (M.N.H.N.)

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, M. T. K., VILLAGRÁN, C., MARTICORENA, C., & ARMESTO, J.  
1982 Flora y relaciones biogeográficas en los Andes del norte de Chile. (18-19° LS). En: Veloso A Bustos E (Eds.): El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del norte de Chile (Arica, Lat. 18°28'S). Vol. 1. Rostlac, Montevideo: 71-92.
- ARROYO, M. T. K., C. MARTICORENA & C. VILLAGRAN, C.  
1984 La flora de la cordillera de los Andes en el área de laguna Grande y Chica, III Región. Chile Gayana Botánica, Chile 41 (1-2): 3-51.
- BAEZA, M. E. BARRERA; J. FLORES; C. RAMÍREZ & RODRÍGUEZ, R.  
1998 Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23-46.
- BARROS, M.  
1969 Cyperaceae, en M.N. Correa (ed.). Flora Patagónica: 38-92. Col. Científica. INTA. Buenos Aires. Argentina.
- BELMONTE, E., FAUNDEZ, L., FLORES, J., HOFFMANN, A & TEILLIER, S.  
1998 Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 47: 69-89.
- BENOIT, I.  
1989 Libro rojo de la flora terrestre de Chile (primera parte) CONAF. Santiago de Chile. 157 p.
- BRAUN-BLANQUET, J.  
1979 Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ediciones H. Blume, España.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA)  
2005-2007 Sitio web con la clasificación de especies nativas. URL: <http://www.conama.cl/clasificacionespecies/>
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)  
1986 Guía de manejo Reserva Nacional Tamango, documento de trabajo N° 15. CONAF XI Región.



- DOMINGUEZ, E., C. MARTICORENA, A. ELVEBAKK & PAUCHARD, A.  
2004 Checklist of the vascular flora of Pali Aike National Park, Patagonia, Chile. *Gayana Botánica* 61 (2): 67-72.
- GAJARDO, R.  
1994 La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 p.
- LUEBERT, F. & PLISCOFF, P.  
2006 Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Chile 316 p.
- MARTICORENA, C.  
1990 Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica*, Chile 47 (3-4): 85-113.
- MARTICORENA, C. & QUEZADA, M.  
1985 Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42 (1-2): 157. Universidad de Concepción, Chile.
- MARTICORENA, C. & RODRÍGUEZ, R.  
1995 Flora de Chile. Vol. 1. Pteridophyta-Gymnospermae. 351 pp. Universidad de Concepción. Chile.  
2001 Flora de Chile. Vol 2. Winteraceae-Ranunculaceae. 99 pp. Universidad de Concepción. Chile.  
2003 Flora de Chile. Vol 2 (2). Berberidaceae-Betulaceae. 93 pp. Universidad de Concepción. Chile.  
2005 Flora de Chile. Vol 2 (3). Plumbaginaceae-Malvaceae. 127 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- NAVAS L. E.  
1973-79 Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Santiago. 3 vols. Ediciones de la Universidad de Chile.
- PISANO, E.  
1988 Sectorización fitogeográfica del archipiélago sud patagónico-fueguino: II. Vegetación y flora vascular del área del Parque Nacional "Laguna San Rafael", Aisén (Chile). *Anales. Inst. Patagonia Ser. Ci. Nat.* Vol. 18: 5-34.
- RAVENNA, P., TEILLIER, S., MACAYA, J., RODRIGUEZ, R. & ZÖLLNER, O.  
1998 Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, Chile 47: 47-68.
- STEVENS, P. F.  
2001 Angiosperm Phylogeny Website. Version 7, May 2006. URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Consultada el 26 de Julio de 2007.
- TEILLIER, S. & MARTICORENA, C.  
2002 Riqueza florística del Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, Chile 51: 43-73.
- TORRES, J.C. & ROJAS, G. Editores  
2004 Historia Natural Reserva Natural Lago Jeinimeni. ISBN956-7669-09-0. 88 p.
- ZULOAGA, F. O., MORRONE, O. & RODRÍGUEZ, D.  
1999 Análisis de la biodiversidad de plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27 (1): 17-168.

Contribución recibida: 12.04.07; aceptada: 31.07.07

## APÉNDICE 1

Familias, nombres científicos y vulgares, origen geográfico, forma de vida, categorías de conservación y número de colecta.

**1. Origen geográfico**

N: Nativa  
E: Endémica  
A: Alóctona

**2. Forma de vida**

MF: Macrofanerófito  
NF: Nanofanerófito  
C: Caméfito  
HC: Hemicriptófito  
T: Terófito  
G: Geófito

**PTERIDOPHYTA****ADIANTACEAE**

*Adiantum chilense* Kaulf.

N. HC. NA. “Culantrillo”

Tomé, Cáceres 338

*Cheilanthes glauca* (Cav.) Mett.

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 421, 422

**BLECHNACEAE**

*Blechnum penna-marina* (Poir.) Kuhn

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 389, 390

**DRYOPTERIDACEAE**

*Polystichum plicatum* (Poepp. ex Kunze)

Hicken ex Hosseus

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 652, 653, 654

*Rumohra adiantiformis* (G. Forster) Ching

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 681

**3. Categorías de conservación**

NA: No amenazada  
SC: Sin clasificación

**WOODSIACEAE**

*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 447

*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. var.

*apiiformis* (Gand.) C. Chr.

N. HC. NA.

Tomé, Cáceres 448, 449

**MAGNOLIOPHYTA****CLASE MAGNOLIOPSIDA**

(DICOTYLEDONEAE)

**APIACEAE (Umbelliferae)**

*Azorella fuegiana* Speg.

N. C. SC.

Tomé, Cáceres 367

*Azorella lycopodioides* Gaudich.

N. C. SC.

Tomé, Cáceres 368

*Mulinum spinosum* (Cav) Pers.

N. C. NA.

Tomé, Cáceres 575, 576

*Osmorhiza berterii* DC

N. HC. SC.

Howorth 609, 610

## ARALIACEAE

*Pseudopanax laetevirens* (Gay) H. Baillon  
N. MF. NA.  
Tomé, Cáceres 657, 658

## APOCYNACEAE (Asclepiadoideae)

*Diplolepis nummulariifolia* (Hook. et Arn.) Liéde et Rapini  
(*Cynanchum nummulariifolium* Hook. et Arn.)  
N. C. NA.  
Tomé, Cáceres 445, 456  
*Cynanchum pachyphyllum* (Decne.) K. Schum.  
E. MF. NA.  
Tomé, Cáceres 444

## ASTERACEAE (Compositae)

*Achillea millefolium* L.  
A. HC. SC. "Milenrama".  
Tomé, Cáceres 332, 333  
*Adenocaulon chilense* Poepp. ex Less.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 334,335,336,337  
*Antennaria chilensis* Remy  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 351,352  
*Baccharis magellanica* (Lam.) Pers.  
N. C. NA.  
Tomé, Cáceres 369,370,371,372,373,374  
*Baccharis obovata* Hook. et Arn.  
N. NF. NA.  
Tomé, Cáceres 375, 376, 377  
*Baccharis patagonica* Hook. et Arn.  
N. NF. NA.  
Tomé, Cáceres 378  
*Carduus nutans* L.  
A. HC. SC.  
Howorth 401  
*Chiliotrichum diffusum* (G. Forst.) Kuntze  
N. MF. NA.  
Tomé, Cáceres 424,425  
*Chiliotrichum rosmarinifolium* Less.  
N. MF. NA.  
Tomé, Cáceres 426,427  
*Cirsium arvense* (L.) Scop.  
A. HC. SC. "Cardo negro".  
Howorth 433  
*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.

A. HC. SC. "Cardo negro".  
Sin colección.  
*Conyza larrainiana* J. Remy  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 438,439  
*Crepis capillaris* (L.) Wallr.  
A. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 443  
*Erigeron cinereus* Hook. et Arn.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 478  
*Erigeron myosotis* Pers.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 479  
*Gamochaeta polybotrya* (Phil.)  
Cabrera  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 504  
*Gamochaeta spiciformis* (Sch. Bip.)  
Cabrera  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 505, 506  
*Hieracium glaucifolium* Poepp. ex  
Froel.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 530  
*Hypochoeris radicata* L.  
A. HC. SC. "Hierba del chanco".  
Tomé, Cáceres 539, 540, 541  
*Lagenophora hariotii* Franch.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 543  
*Leucheria hahnii* (J.Remy) Reiche  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 547  
*Leucheria nutans* (J. Remy) Reiche  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 548, 549  
*Macrachaenium gracile* Hook. f.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 556, 557  
*Madia sativa* Molina  
N. T. SC. "Melosa".  
Tomé, Cáceres 558  
*Matricaria discoidea* DC.  
A. T. SC.  
Tomé, Cáceres 559  
*Mutisia spinosa* Ruiz et Pav.  
N. MF. NA.

Tomé, Cáceres 577, 578, 579  
*Mutisia spinosa* Ruiz et Pav. var.  
*pulchella* (Speg.) Cabrera  
 N. MF. NA.  
 Tomé, Cáceres 580, 581, 582  
*Nassauvia argentea* Phil.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 585  
*Nassauvia aculeata* var *azorelloides* Speg.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 586  
*Nassauvia pygmaea* (Cass.) Hook. f.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 587  
*Perezia linearis* Less.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 615, 616  
*Perezia pedicularidifolia* Less.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 617, 618  
*Senecio chionophilus* Phil.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 690  
*Senecio hieracium* J. Remy  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 687, 688, 689  
*Senecio martiniensis* Dusén  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 691, 692  
*Senecio neaei* DC.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 693, 694  
*Senecio patagonicus* Hook. et Arn.  
 N. C. NA.  
 Tomé, Cáceres 695, 696, 697  
*Senecio smithii* DC.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 698  
*Senecio triodon* Phil.  
 N. C. SC.  
 Tomé, Cáceres 699  
*Solidago chilensis* Meyen  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 706, 707  
*Solidago patagonica* Phil.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 708  
*Symphotrichum glabrifolium* (DC.) G. L. Nesom

[*Aster glabrifolius* (DC.) Reiche]  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 361, 362, 363, 364, 365  
*Symphotrichum vahlii* (Gaudich.) G. L. Nesom  
 [*Aster vahlii* (Gaud.) Hook. et Arn.]  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 366  
*Taraxacum officinale* Weber  
 A. HC. SC. “Diente de león”  
 Tomé, Cáceres 710

#### BERBERIDACEAE

*Berberis darwinii* Hook.  
 N. NF. NA. “Calafate”.  
 Tomé, Cáceres 379, 380  
*Berberis empetrifolia* Lam.  
 N. NF. NA.  
 Howorth 381, 382, 383  
*Berberis microphylla* G. Forst.  
 N. NF. NA.  
 Tomé, Cáceres 386, 387, 388

#### BRASSICACEAE (Cruciferae)

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.  
 A. T. SC. “Bolsita del pastor”.  
 Sin colección  
*Cardamine flaccida* Cham. et Schlecht.  
 N. HC. SC.  
 Howorth 399, Tomé, Cáceres 589  
*Cardamine glacialis* (G. Forster) DC.  
 N. HC. SC.  
 Howorth 400  
*Draba magellanica* Lam.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 461, 462  
*Onuris spagazziniana* Gilg et Muschl.  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 608  
*Weberbaueria colchaguensis*  
 (Barnéoud) Al-Shehbaz  
 N. HC. SC.  
 Tomé, Cáceres 709

#### CARYOPHYLLACEAE

*Cerastium arvense* L.  
 A. HC. SC.

Tomé, Cáceres 418, 419, 420

*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 437

*Minuartia acutiflora* (Fenzl.) Mattf.

E. T. SC.

Tomé, Cáceres 569, 570

#### CELASTRACEAE

*Maytenus disticha* (Hook. f.) Urb.

N. C. NA.

Tomé, Cáceres 560, 561, 562

*Maytenus magellanica* (Lam.) Hook. f.

N. MF. NA. "Leña dura".

Tomé, Cáceres 563, 564

#### CHENOPODIACEAE

*Chenopodium album* L.

A. T. SC.

Tomé, Cáceres 423

#### EMPETRACEAE

*Empetrum rubrum* Vahl ex Willd.

N. C. NA. "Brecillo".

Tomé, Cáceres 474, 475, 476, 477

#### ERICACEAE

*Gaultheria mucronata* (L.f.) Hook. et Arn.

N. NF. NA.

Tomé, Cáceres 507, 508, 509, 510

*Gaultheria pumila* (L.f.) D. J. Middleton

N. NF. NA. "Chaura".

Sin colección

#### ESCALLONIACEAE

*Escallonia rubra* (Ruiz et Pav.) Pers.

N. NF. NA. "Siete camisas".

Tomé, Cáceres 481, 482, 483, 484, 485

*Escallonia virgata* (Ruiz et Pav.) Pers.

N. NF. NA.

Tomé, Cáceres 486, 487, 488

#### FABACEAE (Papilionatae)

*Lathyrus magellanicus* Lam.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 544, 545, 546

*Lupinus polyphyllus* Lindl.

A. HC. SC.

Tomé, Cáceres 550, 551

*Medicago lupulina* L.

A. T. SC. "Trebillo".

Tomé, Cáceres 565, 566

*Trifolium dubium* Sibth.

A. T. SC.

Howorth 712

*Trifolium pratense* L.

A. HC. SC. "Trébol rosado".

Tomé, Cáceres 713, 714

*Trifolium repens* L.

A. HC. SC. "Trébol blanco",

Howorth 715, 716, 717

*Vicia graminea* Sm.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 736

*Vicia magellanica* Hook. f.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 737, 738

#### FAGACEAE

*Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst.

N. MF. NA. "Ñirre".

Tomé, Cáceres 590, 591, 592, 593, 594

*Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst.

N. MF. NA. "Coigüe de Magallanes".

Tomé, Cáceres 595, 596

*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.

N. MF. NA. "Coigüe".

Tomé, Cáceres 597, 598, 599

*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser

N. MF. NA. "Lenga".

Tomé, Cáceres 600, 601, 602, 603, 604, 605

#### GENTIANACEAE

*Centaurium cachenlahuen* (Molina) B. L. Rob.

N. T. SC. "Cachenlahuén"

Tomé, Cáceres 415, 416, 417

*Gentianella magellanica* (Gaudich.) Fabris

ex D. M. Moore  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 515

#### GERANIACEAE

*Erodium cicutarium* L'Hér. ex Aiton  
A. HC. SC. "Alfilerillo".  
Tomé, Cáceres 480  
*Geranium berteroanum* Colla  
N. HC. SC. "Core-core".  
Tomé, Cáceres 516, 517, 519, 520, 521, 522  
*Geranium pusillum* L.  
A. T. SC.  
Tomé, Cáceres 523  
*Geranium sessiliflorum* Cav.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 524

#### GROSSULARIACEAE

*Ribes cucullatum* Hook. et Arn.  
N. NF. NA.  
Tomé, Cáceres 666, 667, 668, 669  
*Ribes magellanicum* Poir.  
N. NF. NA. "Zarzaparrilla".  
Tomé, Cáceres 670, 671, 672, 673, 674, 675,  
676

#### GUNNERACEAE

*Gunnera magellanica* Lam.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 529

#### HYDROPHYLLACEAE

*Phacelia secunda* J. F. Gmel.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 619, 620, 621

#### LAMIACEAE

*Mentha x piperita* L.  
A. HC. SC. "Menta".  
Howorth 567  
*Prunella vulgaris* L.  
A. HC. SC. "Yerba mora".  
Howorth 655, 656

#### MISODENDRACEAE

*Misodendrum linearifolium* DC.  
N. MF. SC. "Injerto".  
Tomé, Cáceres 571  
*Misodendrum punctulatum* Banks ex DC.  
N. MF. SC. "Injerto".  
Tomé, Cáceres 572, 573, 574

#### ONAGRACEAE

*Fuchsia magellanica* Lam.  
N. NF. NA. "Chilco, fucsia".  
Tomé, Cáceres 496, 497, 498  
*Oenothera stricta* Ledeb. ex Link  
N. HC. SC. "Don Diego de la noche"  
Tomé, Cáceres 606, 607

#### OXALIDACEAE

*Oxalis adenophylla* Gillies ex Hook. et Arn.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 614

#### PLANTAGINACEAE

*Plantago barbata* G. Forst.  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 628, 629  
*Plantago lanceolata* L.  
A. HC. SC. "Siete venas".  
Tomé, Cáceres 630, 631, 632, 633, 634  
*Plantago major* L.  
A. HC. SC. "Llantén".  
Tomé, Cáceres 635, 636, 637

#### PLUMBAGINACEAE

*Armeria maritima* (Mill.) Willd. ssp. *andina*  
(Poepp. ex Boiss.) D. M. Moore et Yates  
N. HC. SC.  
Tomé, Cáceres 355, 356, 357, 358, 359

#### POLEMONIACEAE

*Collomia biflora* (Ruiz et Pav.) Brand  
N. T. SC. "Coccinea"  
Tomé, Cáceres 436  
*Microsteris gracilis* (Hook.) Greene  
N. T. SC.

568 Tomé, Cáceres

### POLYGONACEAE

*Rumex acetosella* L.

A. HC. SC. "Vinagrillo".

Tomé, Cáceres 678, 679

*Rumex crispus* L.

A. HC. SC. "Romaza".

Tomé, Cáceres 680

### PROTEACEAE

*Embothrium coccineum* J. R. Forst. et G.

Forst.

N. MF. NA "Ciruelillo, notro."

Tomé, Cáceres 471, 472, 473

### RANUNCULACEAE

*Anemone multifida* Poir.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 347, 348, 349, 350

*Ranunculus peduncularis* Sm. var.

*erodiifolius* (Gay) Reiche

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 663, 664

*Ranunculus repens* L.

A. HC. SC. "Cáustico de vega"

Tomé, Cáceres 665

### RHAMNACEAE

*Colletia hystrix* Clos

N. NF. NA. "Crucero".

Tomé, Cáceres 434, 435

*Discaria chacaye* (G. Don) Tortosa

N. NF. NA. "Chacay".

Tomé, Cáceres 459, 460

### ROSACEAE

*Acaena antarctica* Hook. f.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 324

*Acaena ovalifolia* Ruiz et Pav.

N. HC. SC. "Trun".

Tomé, Cáceres 327, 328

*Acaena pinnatifida* Ruiz et Pav.

N. HC. SC. "Cadilla".

Tomé, Cáceres 325, 326, 329, 330

*Acaena sericea* J. Jacq.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 331

*Fragaria chiloensis* (L.) Mill.

N. HC. SC. "Frutilla silvestre, lahueñe".

Tomé, Cáceres 494, 495

*Geum magellanicum* Pers.

N. HC. SC. "Hierba del clavo".

Tomé, Cáceres 525, 526, 527, 528

*Rosa rubiginosa* L.

A. NF. SC. "Rosa mosqueta".

Tomé, Cáceres 677

### RUBIACEAE

*Galium aparine* L.

A. T. SC. "Lengua de gato".

Tomé, Cáceres. 499, 500, 501

*Galium fuegianum* Hook. f.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 502

*Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 503

### SANTALACEAE

*Arjona tuberosa* Cav.

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 353, 354

*Myoschilos oblongum* Ruiz et Pav.

N. NF. NA. "Orocoipo".

Tomé, Cáceres 583, 584

*Quinchamalium chilense* Molina

N. HC. SC. "Quinchamali".

Tomé, Cáceres 659, 660, 661, 662

### SAXIFRAGACEAE

*Saxifraga magellanica* Poir.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 683, 684, 685

### SCROPHULARIACEAE

*Calceolaria biflora* Lam.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 398

*Euphrasia cockayniana* Petrie

E. HC. SC.

Tomé, Cáceres 489

*Ourisia ruelloides* (L. f.) Kuntze

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 611, 612, 613

*Verbascum thapsus* L.

A. T. SC. "Hierba del paño".

Tomé, Cáceres 729, 730

*Veronica peregrina* L.

A. T. SC.

Tomé, Cáceres 731

*Veronica serpyllifolia* L.

A. HC. SC.

Tomé, Cáceres 732, 733, 734, 735

#### TRIBELACEAE

*Tribeles australis* Phil.

N. C. NA.

Tomé, Cáceres 711

#### VALERIANACEAE

*Valeriana carnososa* Sm.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 723, 724

*Valeriana fonkii* Phil.

N. HC. SC. "Valeriana".

Tomé, Cáceres 725, 726, 727

*Valeriana lapathifolia* Vahl

N. HC. SC. "Guahuilque".

Tomé, Cáceres

#### VIOLACEAE

*Viola reichei* Skottsbo.

N. HC. SC. "Violeta amarilla".

Tomé, Cáceres 739, 740, 741, 742, 743

#### CLASE LILIOPSIDA

(MONOCOTYLEDONAE)

#### CYPERACEAE

*Carex aphylla* Kunth

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 402

*Carex atropicta* Steud.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 403

*Carex banksii* Boott

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 404

*Carex canescens* L.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 405, 406

*Carex chillanensis* Phil.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 410, 411

*Carex excelsa* Poepp. ex Kunth

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 414

*Carex fuscula* D'Urv.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 407, 408, 409

*Carex magellanica* Lam.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 412

*Carex patagonica* Speg.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 413

*Schoenoplectus californicus* (C. A. Mey.) Soják

N. HC. SC. "Batro".

Tomé, Cáceres 686

#### IRIDACEAE

*Sisyrinchium patagonicum* Phil. ex Baker

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 700, 701

*Sisyrinchium pearcei* Phil.

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 702

*Solenomelus segethii* (Phil.) Kuntze

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 703, 704, 705

#### JUNCACEAE

*Juncus stipulatus* Nees et Meyen

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 542

*Luzula racemosa* Desv.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 552, 553, 554, 555

#### ORCHIDACEAE



*Chloraea gaudichaudii* Brongn.

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 428

*Chloraea magellanica* Hook. f.

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 429, 430, 431, 432

*Gavilea araucana* (Phil.) M. N. Correa

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 511

*Gavilea lutea* (Pers.) M. N. Correa

N. G. SC.

Tomé, Cáceres 512, 513, 514

### POACEAE (Gramineae)

*Agrostis capillaris* L.

A. HC. SC.

Sin colección

*Agrostis meyenii* Trin.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 340, 341

*Agrostis umbellata* Colla

E. T. SC.

Tomé, Cáceres 345

*Agrostis vidalii* Phil.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 342, 343, 344

*Aira caryophyllea* L.

A. HC. SC.

Tomé, Cáceres 346

*Anthoxanthum juncifolium* (Hack.) Veld.

N. HC. SC. "Ratonera".

Tomé, Cáceres 531, 532

*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. et

K. Presl var. *bulbosum* (Willd.) Schub. et Martens

A. HC. SC. "Pasto cebolla".

Tomé, Cáceres 360

*Bromus catharticus* Vahl

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 395, 396, 397

*Bromus coloratus* Steud.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 391, 392

*Bromus setifolius* J. Presl

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 393, 394

*Calamagrostis gayana* (Steud.) Soreng

[*Deyeuxia erythrostachya* Desv.]

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 456, 457

*Calamagrostis stricta* (Timm) Koeler

[*Deyeuxia poaeoides* (Steud.) Rúgolo]

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 458

*Cortaderia araucana* Stapf

N. HC. SC. "Cortadera".

Tomé, Cáceres 440, 441, 442

*Cortaderia pilosa* (d'Urv.) Hack.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 722

*Dactylis glomerata* L.

A. HC. SC. "Pasto oவில்".

Tomé, Cáceres 450, 451

*Deschampsia antarctica* E. Desv.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 452

*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 453

*Deschampsia laxa* Phil.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 454, 455

*Elymus angulatus* J. Presl

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470.

*Festuca magellanica* Lam.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 490

*Festuca purpurascens* Banks et Sol. ex

Hook. f.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 491, 492

*Festuca rubra* L.

A. HC. SC.

Tomé, Cáceres 493

*Festuca thermanum* Phil.

N. HC. SC.

Sin colección

*Holcus lanatus* L.

A. HC. SC. "Pasto miel".

Howorth, Cáceres 533, 534, 535, 536, 537

*Hordeum pubiflorum* Hook. f.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 538

***Phleum alpinum*** L.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 622, 623, 624, 625, 626, 627

***Poa alopecurus*** (Gaudich.) Kunth

N. T. SC.

Tomé, Cáceres 638, 639, 649, 650, 651

***Poa annua*** L.

A. T. SC. “Pasto piojillo”.

Tomé, Cáceres 640

***Poa nemoralis*** L.

A. T. SC.

Tomé, Cáceres 614, 642, 643

***Poa pratensis*** L.

A. T. SC. “Pasto de mallín”.

Tomé, Cáceres 644, 645, 646, 647, 648

***Trisetum ambiguum*** Rúgolo et Nicora

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 721

***Trisetum caudulatum*** Trin.

N. HC. SC.

Tomé, Cáceres 718, 719, 720

***Vulpia bromoides*** (L.) Gray

A. T. SC. “Pasto sedilla”.

Tomé, Cáceres 744



## OBSERVACIONES SOBRE LA FLORA Y VEGETACIÓN DE LOS ALREDEDORES DE TOCOPILLA (22°S, CHILE)

FEDERICO LUEBERT<sup>1,2</sup> NICOLÁS GARCÍA<sup>1</sup> NATALIE SCHULZ<sup>3</sup>

1 Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile. E-mail: fluebert@uchile.cl, ngarcia@uchile.cl

2 Institut für Biologie - Systematische Botanik und Pflanzengeographie, Freie Universität Berlin, Altensteinstraße 6, D-14195 Berlin, Deutschland. E-mail: fluebert@zedat.fu-berlin.de

3 Institut für Geographic, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Kochstr. 4/4 91054 Erlangen, Deutschland. E-mail: nataschulz@hotmail.com

### RESUMEN

La flora de los alrededores de Tocopilla está compuesta por 146 especies de plantas vasculares. Entre las formas de vida, las terófitas presentan el mayor número de especies en la flora (43%), pero están totalmente ausentes durante los años secos. Dos unidades de vegetación pueden ser identificadas: matorral desértico de *Nolana peruviana*, en las quebradas y laderas bajo 500 m de altitud, y matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana*, en las laderas sobre 500 m. Se discuten algunos aspectos relativos a la flora y la relación entre el clima y la vegetación.

---

Palabras clave: Ambientes áridos, Biogeografía, Clima, Comunidades vegetales, Desierto de Atacama.

### ABSTRACT

**Observations on the flora and vegetation of Tocopilla surroundings (22°S, Chile).** The flora of Tocopilla and adjacent zones is composed of 146 vascular plant species. Among the life-forms, the therophytes represent the highest proportion of the flora (43%), but are absent during the dry years. Two vegetation units can be identified: desert scrub of *Nolana peruviana* on the creeks and slopes below 500 m of altitude, and desert scrub of *Eulychnia iquiquensis* and *Ephedra breana* on the slopes above 500 m. Some aspects regarding the flora and the relationships between vegetation and climate are discussed.

---

Key words: Arid environments, Atacama Desert, Biogeography, Climate, Plant communities.

### INTRODUCCIÓN

La flora de los alrededores de Tocopilla es conocida gracias a los trabajos de Karl Reiche (1907), Ivan M. Johnston (1929b, 1932) y Félix Jaffuel (1936) quienes recorrieron esas áreas durante la primera mitad del siglo XX. Con anterioridad, la mayor parte de los antecedentes botánicos provienen de las cercanías de Cobija, situado ca. 50 km al sur de Tocopilla, donde se han reportado 15 especies (Dillon & Hoffmann 1997). Algunas especies han sido descritas sobre la base de materiales recolectados en Cobija por Cuming [1828], d'Orbigny [1830], Gaudichaud [1836] y Bridges [1844] (cf. Johnston 1928, 1929b, Jaffuel 1936, Marticorena 1995). A. Mozer también recolectó en Tocopilla en el año 1904 y en la década de 1940 Marcial Espinosa [1941] y William Biese [1949] colectaron plantas en Tocopilla y Cobija respectivamente; sus materiales se encuentran depositados en el herbario del Museo Nacional de Historia Natural en Santiago. En los últimos 50 años son importantes las exploraciones en Tocopilla de Mario Ricardi y colaboradores [1964], Carlos Jiles [1969], Sebastián

Teillier [1987], Michael O. Dillon [1988] y Max Quezada y Eduardo Ruiz [1991], cuyos datos han sido recopilados en los trabajos de Marticorena *et al.* (1998) y Dillon (2005a).

Reiche (1907) hace referencia a Tocopilla citando 12 especies y poniendo de relevancia el colorido de su flora durante la primavera de los años lluviosos. Johnston recorrió la primera quebrada de Tocopilla, situada frente a caleta Duendes, el 18 de Octubre de 1925, recolectando 52 especies de plantas vasculares (Johnston 1929b). El padre Félix Jaffuel, mientras viajaba con su congregación, exploró las tres quebradas situadas inmediatamente al norte de Tocopilla durante los meses de Septiembre y Octubre de los años 1930, 1931 y 1932, logrando recolectar un total de 84 especies (Jaffuel 1936).

Con relación a la vegetación, Pisano (1956, 1966) incluye el área dentro de la zona xeromórfica, en la clase de las Comunidades Desérticas Litorales. Con mayor o menor precisión y detalle, diferentes autores han incluido el área de Tocopilla en la denominada formación de Lomas (Johnston 1929a, Schmithusen 1956, Quintanilla 1983, Lailhacar 1986, Dillon & Hoffmann 1997, Dillon 2005b) o desierto costero (Fuenzalida 1967a, Quintanilla 1983, 1988, Lailhacar 1986, 1990, Rundel *et al.* 1991, Gajardo 1994). La mayor parte de los autores reconocen, para el desierto costero en general, una zona de matorral con suculentas y arbustos altos, usualmente sometida a la influencia de las neblinas costeras, denominada “piso fértil” o “piso de neblinas”, y dos zonas de matorral bajo muy abierto en los sectores sin influencia de neblina, es decir por encima y por debajo del piso fértil. Para los alrededores de Tocopilla, muy pocos trabajos ofrecen información confiable sobre las especies dominantes en cada uno de los pisos de vegetación; Johnston (1929b) señala la existencia de un piso fértil humedecido por las neblinas, que se reconoce por la presencia de *Cereus iquiquensis* [sic] (= *Eulychnia iquiquensis*); Gajardo (1994) identifica para el piso fértil la comunidad de *Eulychnia iquiquensis*-*Frankenia chilensis*, dentro de la formación vegetacional del Desierto Costero de Tocopilla; Rundel *et al.* (1991) y Dillon & Hoffmann (1997) señalan la presencia de *Eulychnia iquiquensis* (K. Schum.) Britton et Rose y especies del género *Copiapoa* por sobre los 500 m de altitud, destacando algunos endemismos del área de Tocopilla como *Malesherbia tocopillana* Ricardi (Malesherbiaceae), *Mathewsia collina* I.M. Johnston (Brassicaceae) y *Nolana tocopillensis* I.M. Johnston (Solanaceae). Estudios más detallados de la vegetación del desierto costero de Chile, se han publicado tanto al norte (Muñoz-Schick *et al.* 2001) como al sur (Rundel & Mahu 1976, Rundel *et al.* 1996) del área de Tocopilla.

El propósito de este trabajo es reportar las observaciones de la flora y vegetación realizadas en los alrededores de Tocopilla durante la primavera de los años 2004 y 2005 e integrarlas con los datos de estudios y exploraciones previas.

En cuanto al clima, el área se presenta bajo la influencia de un régimen desértico con nublados abundantes (Fuenzalida 1967b), según la clasificación de Köppen (1948), o tropical hiperdesértico (Amigo & Ramírez 1998, Luebert & Pliscoff 2006), según la clasificación de Rivas-Martínez (2004). Los datos pluviométricos proporcionados por Almeyda (1950) son muy escasos, pero indican la ocurrencia de precipitaciones entre los años 1925 y 1930, justamente cuando Johnston y Jaffuel recorrieron el área. Las condiciones climáticas están marcadas por una aridez extrema, originada en primera línea por la presencia casi permanente del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudoriental, en cuyo borde oriental, la subsidencia del aire seco y cálido y la formación de una inversión térmica contribuyen a una gran estabilidad atmosférica, reduciendo considerablemente los procesos de convección y precipitación (Rutllant 1977, Aceituno *et al.* 1993). Reforzando lo anterior, la presencia de la corriente de Humboldt y el fenómeno de surgencia de aguas frías a lo largo de la costa, estabilizan adicionalmente la capa atmosférica. Por otra parte, la cordillera de los Andes constituye una barrera que impide el transporte de las masas de aire húmedo provenientes desde el océano Atlántico (Rutllant 1977, Vargas *et al.* 2000). Característica del área litoral es la presencia frecuente de nubosidad baja (“camanchaca”), que al penetrar hacia el interior del continente, es detenida por laderas occidentales de la cordillera de la Costa, donde forma una densa neblina debajo de 1.000 m de altitud. Las precipitaciones son sumamente escasas, no superando en gran parte del área los 5 mm anuales. Los raros eventos de lluvia

se producen generalmente en los meses de invierno y tienen su origen en perturbaciones frontales o están generados por bajas segregadas (Vuille y Amman 1997, Pizarro & Montecinos 2000, Vargas *et al.* 2000, Fuenzalida *et al.* 2005). Debido a esto, los eventos de lluvia presentan heterogeneidad espacial y variaciones de intensidad (Vargas *et al.* 2000). Se ha reconocido que la ocurrencia de las lluvias está estrechamente asociada con eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur), que durante sus fases cálidas permite la penetración de sistemas frontales hacia el norte producto del debilitamiento de la intensidad del anticiclón (Vargas *et al.* 2000, Ortlieb 1995). La evolución de precipitaciones en el último siglo muestra un patrón que coincide con variaciones interdecadales del sistema océano-atmósfera en el Pacífico Oriental (Oscilación Decadal del Pacífico - ODP) (Garreaud & Battisti 1999, Montecinos *et al.* 2000, Quintana 2004, Schulz en prep.). Durante las fases positivas de ODP a principios del siglo XX, y a partir de la década de 1970, se observa un incremento de las lluvias, patrón que se interrumpe entre las décadas del 1940 y 1970, período relativamente seco en toda la costa del norte chileno (fase negativa de ODP). En el área de estudio esta fase fue iniciada con un período marcado de aproximadamente 11-13 años con precipitaciones nulas. Aunque Houston (2006) no encontró para ninguna de las estaciones meteorológicas del norte de Chile una tendencia significativa hacia condiciones más húmedas o más secas durante el último siglo, los resultados de análisis propios (Schulz, datos no publicados) así como estudios previos (Aceituno *et al.* 1993, Quintana 2004) indican una disminución de la precipitación en la costa norte (excepto Arica), así como en Chile central y austral durante las últimas décadas del siglo XX.

El área de Tocopilla se ubica en la franja existente entre el límite oeste de la cordillera de la Costa y la línea de costa (Börgel, 1983). En la zona, esta cordillera alcanza 1-2 km de altura y 25-45 km de ancho (Mortimer *et al.* 1974), y expone basamento paleozoico así como rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivos mesozoicos (Boric *et al.* 1990, Armijo & Thiele 1990). De acuerdo con Hartley *et al.* (2000), una de las características más importantes de la cordillera de la Costa en esta zona geográfica es el abrupto acantilado en su borde oeste (acantilado o farellón costero), resultado de erosión marina durante el alzamiento del bloque costero desde el Plioceno. En su flanco este, la cordillera de la Costa presenta una suave topografía que marca el límite con la depresión central (Hartley *et al.* 2000). El origen de la configuración actual del antearco del norte chileno aún no se resuelve, sin embargo varios autores sugieren que su extremo oeste está controlado por fallas normales, las cuales elevan esta parte de la corteza al menos desde el Oligoceno (Paskoff 1979, 1989, Armijo y Thiele, 1990; Hartley *et al.*, 2000; González *et al.*, 2003).

## MÉTODOS

Durante los años 2004 y 2005 fueron visitadas las quebradas Chapacase (22°01'S, 70°10'W), Limón (22°02'S, 70°10'W), La Higuera (22°03'S, 70°10'W), primera quebrada (22°03'S, 70°10'W) y los cerros situados inmediatamente al este de Caleta Vieja (22°03'S, 70°10'W) en el área norte de Tocopilla; también se visitaron las quebradas de La Higuera (22°18'S, 70°13'W) y Cobija (22°33', 70°16'W), al sur de Tocopilla (Figura 1).

Se recolectaron y herborizaron las plantas vasculares presentes en estado vegetativo o con alguna estructura reproductiva. Los materiales recolectados fueron depositados en los herbarios SGO y EIF. Paralelamente se realizó una revisión de los antecedentes documentales de flora a partir de la bibliografía botánica del área (Reiche 1907, Johnston 1929b, 1932, Jaffuel 1936, Marticorena *et al.* 1998, Dillon 2005a). La construcción de la lista de especies se basó en los trabajos mencionados y en el chequeo de monografías específicas (e.g., Cactaceae: Ritter 1980, Katterman 1994, Lüthy 1994, Loasaceae: Grau 1997, Rubiaceae: Ricardi & Quezada 1963, Solanaceae: Johnston 1936, Dillon, 2005b). Se revisaron y, en su caso, corrigieron determinaciones sobre colecciones de los herbarios CONC, F, GH, SGO, para especies cuya presencia en el área es reportada en la literatura, pero genera inconsistencias entre los diferentes estudios analizados. En situaciones puntuales fue necesario revisar

el material tipo para aclarar la identidad de colectas cuya determinación resultaba dudosa. En algunos casos se efectuaron modificaciones en la nomenclatura de los taxones, con respecto a la publicada originalmente, con el objeto de actualizar los nombres científicos. Se han excluido de este trabajo las especies adventicias o cultivadas que han sido colectadas al interior del área urbana de Tocopilla y del antiguo asentamiento de Cobija.

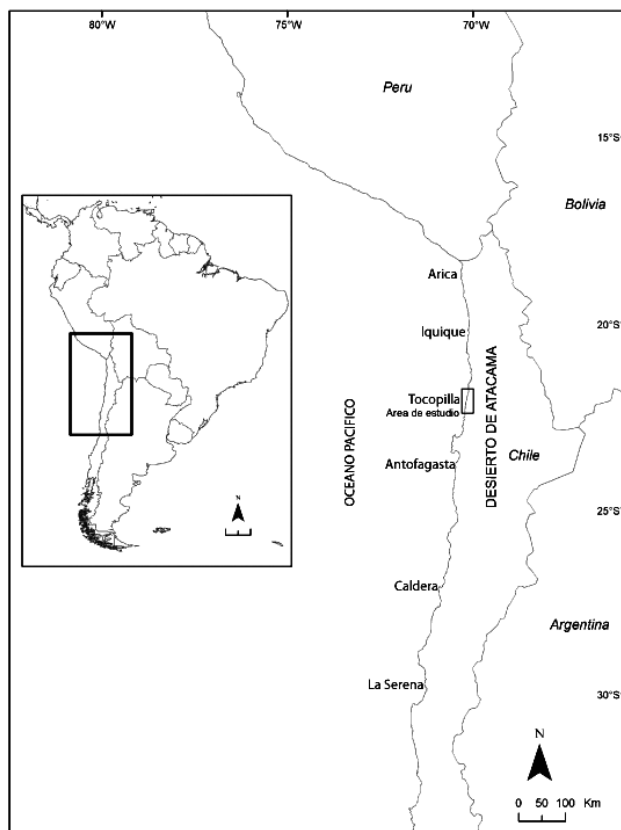


FIGURA 1. Ubicación geográfica del área de estudios.

Para cada especie se determinó la forma de vida según Raunkiaer (1934). Se construyeron los espectros biológicos para el total de la flora, y para las plantas encontradas en el área en 1925 (Johnston 1929b), 1930-1932 (Jaffuel 1936) y 2004-2005 (este trabajo), a objeto de comparar la composición de formas de vida en años lluviosos y secos.

La dificultad para desplazarse en el campo debido a las fuertes pendientes y la naturaleza del sustrato, impone limitaciones para efectuar muestreos sistemáticos en el área. Cuando fue posible, se realizaron inventarios fitosociológicos según el método del “relevé” (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) o anotaciones generales sobre la vegetación observada.

Con el propósito de discutir eventuales relaciones entre la vegetación y el clima del área, se registraron las precipitaciones anuales para las estaciones meteorológicas de los alrededores de Iquique, Tocopilla y Antofagasta desde 1900 a la fecha. Los datos fueron obtenidos de los anuarios meteorológicos (Oficina Meteorológica de Chile, Dirección Meteorológica de Chile), Almeyda (1950) y Dirección de Agua Potable (Tocopilla, período 1994-2005).

## RESULTADOS

**Flora**

En total, se ha registrado hasta el momento la presencia de 146 especies de plantas vasculares en el área costera comprendida entre Cobija (22°33'S) y Cerro Mamilla (22°00'S). La lista completa de flora se presenta en el Cuadro 1.

De la flora total registrada en el área de estudio, 138 (95%) taxones corresponden a especies autóctonas de Chile. Las familias más representadas son Solanaceae (23 spp.), que aporta el 17% de la flora autóctona, y Asteraceae (18 spp.). Les siguen en relevancia las familias Cactaceae, Brassicaceae s.l., Loasaceae y Portulacaceae, representadas por 7 especies cada una, y Boraginaceae s.l. y Poaceae, por 6 taxones. El género con mayor número de especies es *Nolana* (Solanaceae), que está representado en el área por 16 taxones. De este género, destacamos a *N. balsamiflua* (Gaudich.) Mesa, que al igual que *N. tocopillensis*, tienen su distribución restringida al área de estudio. Con muchas menos especies, sobresalen los géneros *Calandrinia* s.l. (Portulacaceae), con 6 taxones, y *Oxalis* (Oxalidaceae), con 4 especies.

Además de las 4 especies endémicas al área de estudio, ya mencionadas (*Malesherbia tocopillana*, *Mathewsia collina*, *Nolana balsamiflua* y *N. tocopillensis*), se puede agregar *Eriosyce laui* Lüthy, *Copiapoa humilis* (Phil.) Hutchison subsp. *tocopillana* (F.Ritter) D.R.Hunt (Cactaceae), *Heliotropium jaffuelii* I.M.Johnst. (Boraginaceae) y *Ophryosporus anomalus* (B.L.Rob.) King et H.Rob. (Asteraceae), completando un total de 8 taxones (~6%) con distribución restringida a la zona costera entre Cobija y Tocopilla.

De las recolecciones efectuadas en terreno y la revisión de materiales de herbario resulta interesante el hallazgo de *Malesherbia tocopillana* Ricardi, ya reportado por García & Luebert (2005), además de 14 nuevos registros para la flora de los alrededores de Tocopilla, que se detallan a continuación:

***Calandrinia lamprosperma* I.M.Johnst. (Portulacaceae)**

Esta especie había sido previamente registrada para el área de Miguel Díaz (Johnston 1929a), de donde fue descrita, y para los alrededores de Antofagasta de acuerdo con Marticorena *et al.* (1998, cuadrante #34). El material citado fue anotado y determinado por Donna Ford en 1992.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, K. Reiche s/n (SGO 48670).

***Ciclospermum laciniatum* (DC.) Constance (Apiaceae)**

Esta especie había sido mencionada para la zona costera de Antofagasta (Johnston 1932), Alto Patache (Muñoz-Schick *et al.* 2001) e Iquique (Johnston 1929b). Su presencia en Tocopilla es esperable, ya que las otras localidades mencionadas se ubican inmediatamente al sur y al norte del área de estudio.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, quebrada del Rosario, M. Espinosa s/n, 12-XI-1941 (SGO 143270).

***Cristaria integerrima* Phil. (Malvaceae)**

Constituye un nuevo límite norte para la especie, que había sido reportada con anterioridad desde la provincia de Huasco hasta el área costera de Antofagasta (23°45'S), por el norte (Muñoz-Schick 1995, 2005).

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, quebrada Barriles, M. Espinosa s/n, 30-X-1941 (SGO 143277).



***Cryptantha cf. filaginea* (Phil.) Reiche (Boraginaceae)**

Previamente citada para la costa del norte de Chile (provincias de Copiapó, Chañaral y Antofagasta), y Perú (departamento de Arequipa) (Johnston 1927, 1929a), por lo que su presencia en Tocopilla, aunque no reportada anteriormente, está dentro de su rango geográfico conocido. El material citado presenta la inflorescencia bracteada característica de *C. filaginea*, pero se acerca también a *Cryptantha parviflora* (Phil.) Reiche por sus nuececillas de borde anguloso delgado (cf. Johnston 1927).

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, camino a Mina Mantos de la Luna, M. Quezada y E. Ruiz 20, 28-IX-1991 (CONC).

***Cumulopuntia sphaerica* (C.F.Först.) E.F.Anderson (Cactaceae)**

Aunque no había sido citado anteriormente para la costa de Tocopilla, esta cactácea está ampliamente distribuida desde la Región Metropolitana en Chile y llegando al norte hasta el departamento de Arequipa, Perú (Ritter 1980, Muñoz-Schick *et al.* 2001). En el área de estudio fue registrada en los cerros al este de Caleta Vieja, inmediatamente al norte de la ciudad de Tocopilla, entre 700 y 1.000 m de altitud.

***Cuscuta odorata* Ruiz et Pav. (Convolvulaceae)**

Considerando este nombre en su sentido amplio (i.e., incl. *Cuscuta purpurata* Phil., cf. Yuncker 1922, Johnston 1929a: 95-96), ha sido previamente reportada en el norte de Chile para el área de Pan de Azúcar-Taltal (Johnston 1929a, Marticorena *et al.* 1998). La especie parece tener una amplia distribución en Ecuador, Perú, Bolivia y norte de Chile (Yuncker 1922), pero no había sido referida para la zona de Tocopilla-Cobija.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, quebrada Cañas, 500-800 m, W. Biese 3081, 4-XII-1949 (SGO).

***Huidobria chilensis* Gay, Fl. Chile 2: 440. 1847. (Loasaceae)**

Nuevo registro para el área de Tocopilla, previamente citada hasta el área norte de la península de Mejillones, en el camino entre Antofagasta y Tocopilla (Grau 1997). Marticorena *et al.* (1998), sin embargo, refieren esta especie en los cuadrantes #7 y #18, al norte y al sur del área de estudio, respectivamente.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, quebrada Barriles, M. Espinosa s/n, 30-X-1941 (SGO 139535); Tocopilla, quebrada que baja al sur a Barriles, M. Espinosa s/n, 15-XI-1941 (SGO 139543); quebrada cerca del camino de Tocopilla a Mina Despreciada, único individuo, 550 m, 23°29'19,1"S, 70°10'09,8"W, N. García, F. Luebert & N. Schulz 967/2573, 1-X-2005 (SGO).

***Loasa elongata* Hook. et Arn. (Loasaceae)**

No existe a la fecha una revisión actualizada del género *Loasa* en Chile. Marticorena *et al.* (1998) citan la especie para su cuadrante #7, ubicado en el sector costero al norte de Tocopilla, pero no la reportan para la zona de estudio.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, Aguada Cañas, W. Biese 3101, 4-XII-1949 (SGO).

***Nolana cf. deflexa* (I.M.Johnst.) I.M.Johnst (Solanaceae)**

Este taxón ha sido colectado tanto en Cobija como en Tocopilla y el material citado ha sido determinado en primera instancia por Aldo Mesa en agosto de 1997. Utilizando el trabajo de Johnston (1936) nuestra determinación sobre este material se aproxima a *Nolana deflexa*, lo que significaría una extensión considerable de su rango geográfico con relación a la distribución anteriormente citada para

este taxón (Pan de Azúcar, ca. 26°06'S, Johnston 1936, Dillon 2005b). Por ende, mantenemos dudas respecto a la determinación de los materiales aquí citados.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, quebrada Barriles, M. Espinosa s/n, 30-X-1941 (SGO 139536); Tocopilla, quebrada que baja al sur a Barriles, M. Espinosa s/n, 15-XI-1941 (SGO 139544); Cobija, Aguada Cañas, 500-800 m, W. Biese 3072, 4-XII-1949 (SGO).

***Oxalis* aff. *megalorrhiza* Jacq. (Oxalidaceae)**

Taxón de amplia distribución en la costa pacífica desde el norte de Perú (departamento de Cajamarca) hasta el centro sur de Chile (provincia de Concepción), pero que no había sido previamente reportado para el área de estudio (Lourteig 2000). Perteneció a un grupo de compleja delimitación específica y vaga comprensión (C. Heibl, com. pers.), por lo que mantenemos dudas respecto a su determinación.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, Aguada Cañas, W. Biese 3089, 4-XII-1949 (SGO), W. Biese 2784, 16-X-1949 (SGO).

***Polyachyrus* cf. *sphaerocephalus* D. Don (Asteraceae)**

Ricardi y Weldt (1974), señalan esta especie para las áreas andinas y preandinas entre el departamento de Lima en Perú y la provincia de Tarapacá en Chile en altitudes que oscilan entre 2.000 y 4.000 m. Marticorena *et al.* (1998) lo citan para la región de Antofagasta. Su presencia en Tocopilla constituiría la primera cita para zonas litorales, pero se trata de un material muy incompleto, por lo que su determinación es provisional. El material fue recolectado por Reiche, pero no está citado en la revisión de Ricardi y Weldt (1974), aunque es posible que estos autores lo hayan revisado y colocado en la carpeta correspondiente a este taxón de SGO.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Tocopilla, K. Reiche s/n (SGO 64793).

***Schoenoplectus americanus* (Pers.) Volkart ex Schinz et R. Keller (Cyperaceae)**

Es una especie de amplia distribución en América (Blum *et al.* 2005), pero hasta el momento no había sido reportada para Cobija. Parte del material estudiado había sido citado por Marticorena *et al.* (1998) como *Scirpus pungens* Vahl (= *Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla), especie muy similar a *Sch. americanus*, pero diferenciable por caracteres morfológicos de las brácteas florales (R. Guaglianone, com. pers.).

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, aguada en la playa, 30 m, W. Biese 2777, 16-X-1949 (SGO); Cobija, 15 m, Pfister s/n, 1950 (CONC 9511)

***Stachys eremicola* Epling (Lamiaceae)**

Se conoce desde Carrizal, provincia de Huasco (tipo de *Stachys crenata* Phil.), hasta Taltal, en Antofagasta (Johnston 1929a, Epling 1937), implicando este registro un nuevo límite norte para la especie. También ha sido citada para las comunas costeras de las provincias de Elqui y Limarí en la región de Coquimbo (Marticorena *et al.* 2001), donde conviviría con la otra especie anual (*Stachys truncata* Kunze ex Benth.) que habita en Chile.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, Aguada Cañas, 500-800 m, W. Biese 2786, 16-X-1949 (SGO).

***Werdermannia* cf. *macrostachya* (Phil.) O.E. Schulz (Brassicaceae)**

Esta especie ha sido previamente recolectada en el área costera comprendida entre Aguada Cachina (ca. 25°55'S) y Quebrada Anchuña (ca. 25°12'S), Chile (O.E. Schulz en Werdermann 1928, Johnston 1929a, Marticorena *et al.* 1998). La presente cita constituye un nuevo límite norte para la

especie. El material ha sido determinado por el especialista en Brassicaceae, Dr. Ihsan A. Al-Shehbaz, en forma tentativa. Johnston (1929a) ubica este nombre bajo la sinonimia de *Werdermannia anethifolia* (Phil.) I.M.Johnst., indicando la existencia de dos formas diferenciables, de las que una corresponde al tipo de *Werdermannia macrostachya*. Marticorena *et al.* (1998) refieren sólo el primer nombre.

Material estudiado: Chile. II Región, Prov. Tocopilla, Cobija, Aguada Cañas, 500-800 m, W. Biese 2783, 16-X-1949 (SGO), W. Biese 3059, 4-XII-1949 (SGO).

### Formas de vida

El Cuadro 2 muestra el número y porcentaje de las formas de vida de Raunkiær (1934) para la flora de los alrededores de Tocopilla. En términos de estos espectros biológicos la principal diferencia entre años lluviosos (1925, 1930-32) y secos (2004-05) es la presencia o ausencia de plantas herbáceas, hemicriptófitas, geófitas y terófitas, especialmente estas últimas. Contrariamente, el número de plantas leñosas o suculentas no varía significativamente entre los diferentes años.

Cabe señalar que el esfuerzo de colecta realizado por los diferentes autores no es el mismo. Johnston (1929b: 142) realizó colectas sólo en una ocasión (18 de Octubre de 1925), mientras Jaffuel (1936: 266) declara haber colectado en tres años consecutivos (1930-1932), “aunque por pocas horas cada vez”; los autores en tanto emplearon un total de 6 días completos recorriendo el área entre 2004 y 2005, y se pudo registrar la presencia de sólo 25 especies, de las cuales ninguna es geófito o terófito (Cuadro 2).

### Vegetación

En concordancia con lo planteado por diversos autores para el desierto costero de Chile en general, la vegetación de los alrededores de Tocopilla puede ser caracterizada a partir de dos pisos de vegetación: uno situado en la franja altitudinal sometida a la influencia de neblinas y otro, situado por debajo de dicha zona, que podría ser homologado a lo que algunos autores denominan comunidades de bajada (“bajada communities”, Rundel *et al.* 1996). La zona de neblinas corresponde a un matorral desértico con suculentas columnares, dominado por *Ephedra breana* Phil. y *Eulychnia iquiquensis* (Schum.) Britton et Rose, mientras que el segundo es un matorral desértico dominado por *Nolana peruviana* (Gaudich.) I.M.Johnst. (Figura 2).

Matorral desértico de *Nolana peruviana* (Cuadro 3, Invs. 1-2, Figura 3)



1



2

FIGURA 2. Localización relativa de las unidades de vegetación identificadas en los cerros costeros de Tocopilla. Se observa en las partes altas una zona bajo influencia de neblinas donde se desarrolla el Matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana*, por debajo del que se encuentra el Matorral desértico de *Nolana peruviana*. 1: I quebrada de Tocopilla; 2: Quebrada Chapacase

Presenta una cobertura muy baja, generalmente sin superar 10%, donde los arbustos, que pueden alcanzar hasta 1 m de altura, se disponen agrupadamente en torno a roqueríos o fondos de quebrada, sitios en que la humedad tiende a incrementarse localmente en relación con el resto del terreno (Figura 3). En este piso de vegetación, las principales especies pertenecen a la familia Solanaceae, siendo *Nolana peruviana* la especie que presenta mayor cobertura, asociándose frecuentemente con *Solanum brachyantherum*, *S. chilense*, *Nolana linearifolia*, *N. clivicola* o, más ocasionalmente *Polyachyrus fuscus*, *Nolana sedifolia* o *Tetragonia angustifolia*. En este piso de vegetación fue observada *Malesherbia tocopillana*, uno de los endemismos del área (García & Luebert 2005). Se ubica en una franja altitudinal entre el nivel del mar y los 500 m, altitud en la que crecen los primeros ejemplares de *Eulychnia iquiquensis*, que indican el comienzo de la zona de influencia de neblinas.



FIGURA 3. Matorral desértico de *Nolana peruviana* en la III quebrada de Tocopilla.

Matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana* (Cuadro 3, Invs. 3-5, Figura 4)

Compuesto por una estrata de arbustos bajos, generalmente de entre 0,5 y 0,7 m de altura y una estrata muy conspicua de suculentas columnares (*Eulychnia iquiquensis*) que pueden llegar a 4 m de altura. La cobertura de la estrata de arbustos generalmente alcanza el 10%, mientras que las suculentas pueden alcanzar la misma cobertura, llegando a valores de cobertura total entre 10 y 20%, ya que las estratas no muestran traslape. Las especies dominantes en los respectivos estratos, *Ephedra breana* y *Eulychnia iquiquensis*, se encuentran generalmente acompañadas por las Solanaceae *Lycium* cf. *stenophyllum*, *Solanum brachyantherum*, *S. chilense*, *Nolana clivicola* o, con menor frecuencia, *Nolana balsamiflua*, *N. peruviana*, *Tetragonia angustifolia*, *Frankenia chilensis*, *Ophryosporus triangularis*, *Cumulopuntia sphaerica* y *Copiapoa humilis* subsp. *tocopillana*. Ocupa las laderas y márgenes de las quebradas de la zona influenciada por neblinas, que se encuentra entre 500 y 1.000 m de altitud, pero su mayor desarrollo se encuentra sobre 700 m (Figura 4).

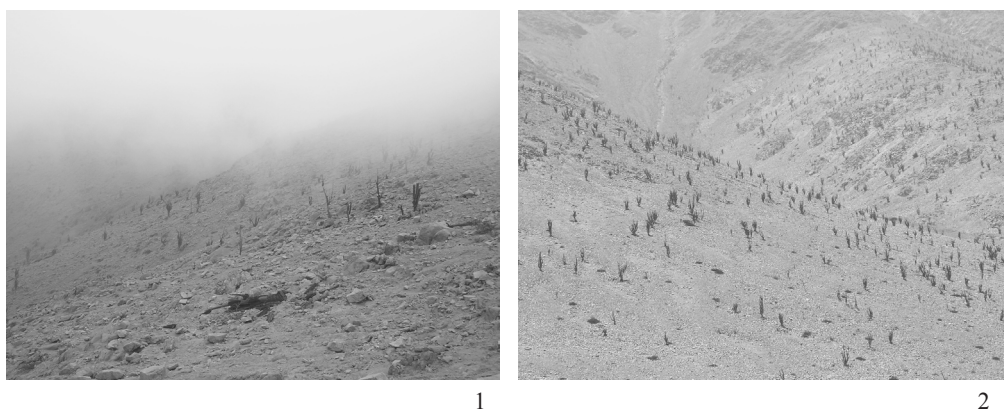


FIGURA 4. Matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana* en la I quebrada de Tocopilla (1) y en Cobija (2).

En ambos pisos de vegetación, pero especialmente en el matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana*, una parte importante de las plantas observadas se encontraban secas y gran parte de la cobertura vegetal correspondía a individuos cuya determinación taxonómica no fue posible, ya que sólo presentaban restos leñosos de sus tallos (Figura 5). En algunos sectores, como quebrada Chapacase, no fue posible observar, en los recorridos efectuados, ningún individuo con órganos vegetativos activos en la zona de neblinas, aunque se cuenta con información que sería posible hallarlos (Martín Escobar, com. pers.).

CUADRO 1. Lista de especies de plantas vasculares reportadas por diferentes autores para los alrededores de Tocopilla. Ref. (Referencias): 1: Reiche (1907), 2: Johnston (1929b), 3: Johnston (1932), 4: Jaffuel (1936), 5: Katterman (1994), 6: Lüthy (1994), 7: Dillon (2005a), 8: Dillon (2005b), 9: Hoffmann & Walter (2004), 10: Ritter (1980), 11: Grau (1997), 12: Marticorena *et al.* (1998), 13: Ford (1992), 14: Ricardi & Quezada (1963), 15: Taylor (1994), 16: Johnston (1930), 17: Teillier (1996), X: este trabajo. FV (Forma de Vida): M: Microfanerófitas, N: Nanofanerófitas, C: Caméfitas, H: Hemicriptófitas, G: Geófitas, T: Terófitas. \* indica especie alóctona. Nomenclatura de familias y clases de angiospermas de acuerdo con Angiosperm Phylogeny Group (2003).

			Ref.	FV
Polypodiopsida	Adiantaceae	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>hirsutum</i> Hook.et Grev.	2,4,12	G
		Grev.		
		<i>Cheilanthes mollis</i> (Kunze) C.Presl	2,4,12	G
Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i> Phil.	2,4,12	XN
Monocots	Alliaceae	<i>Leucocoryne appendiculata</i> Phil.	12	G
		<i>Leucocoryne narcissoides</i> Phil.	2,4,12	G
	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria paupercula</i> Phil.	2,4,12	G
	Anthericaceae	<i>Pasithea caerulea</i> (Ruiz et Pav.) D.Don var. <i>grandiflora</i> I.M.Johnst.	2,4,12	G
	Hyacinthaceae	<i>Oziroë biflora</i> (Ruiz et Pav.) Speta	2,4,12	G
	Iridaceae	<i>Tigridia philippiana</i> I.M.Johnst	1,2,12	G
	Tecophilaeaceae	<i>Conanthera campanulata</i> Lindl.	1,2,12	G
		<i>Zephyra elegans</i> D.Don	2,4,12	G
Commelinids	Bromeliaceae	<i>Puya boliviensis</i> Baker	2,	XC
	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz et R.Keller		XG

	<b>Poaceae</b>	<i>*Avena</i> sp.	4	T
		<i>Bromus berterioanus</i> Colla	4,12	T
		<i>*Bromus catharticus</i> Valh	12	T
		<i>*Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	12	T
		<i>Stipa annua</i> Mez	2,12	T
		<i>Stipa plumosula</i> Nees ex Steud.	2,4,12	H
Eudicots	<b>Fumariaceae</b>	<i>*Fumaria agraria</i> Lag.	12	T
Core Eudicots	<b>Aizoaceae</b>	<i>Tetragonia angustifolia</i> Barnéoud	4,12,15,	XN
		<i>Tetragonia ovata</i> Phil.	1,2,4,12	T
	<b>Amaranthaceae</b>	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	4,12	H
		<i>Atriplex</i> sp.	4,12	C
		<i>Chenopodium hastatum</i> Phil.	4,12,	XC
		<i>*Chenopodium murale</i> L.	7,12	T
		<i>Suaeda foliosa</i> Moq.	17	C
	<b>Cactaceae</b>	<i>Copiapoa humilis</i> (Phil.) Hutchison subsp.	5,	XC
		<i>tocopillana</i> (F.Ritter) D.R.Hunt		
		<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F.Först.) E.F.Anderson		XC
		<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm.) F.M.Knuth	10	C
		<i>Eriosyce laui</i> Lüthy	6,12	C
		<i>Eulychnia iquiquensis</i> (Schum.) Britton et Rose	2,4,12,	XM
		<i>Pyrrhocactus iquiquensis</i> F.Ritter	5,12,	XC
		<i>Trichocereus deserticola</i> (Werderm.) Looser	9,10	N
	<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Drymaria paposana</i> Phil.	2,4,7,12	T
		<i>Spergularia aberrans</i> I.M.Johnst.	3,4,12	C
		<i>Spergularia stenocarpa</i> (Phil.) I.M.Johnst.	3,4,12	T
	<b>Crassulaceae</b>	<i>Crassula connata</i> (Ruiz et Pav.) Berger	4,12	T
	<b>Frankeniaceae</b>	<i>Frankenia chilensis</i> C.Presl	2,3,4,12,16,	XC
	<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Mirabilis elegans</i> (Choisy) Heimerl	2,4,12	H
	<b>Portulacaceae</b>	<i>Calandrinia cachinalensis</i> Phil.	3,4,12	H
		<i>Calandrinia calycina</i> Phil.	2,4,12	T
		<i>Calandrinia cephalophora</i> I.M.Johnst.	2,4,12	T
		<i>Calandrinia chrysantha</i> I.M.Johnst.	2,3,4,12	T
		<i>Calandrinia lamprosperma</i> I.M.Johnst.		XH
		<i>Calandrinia trifida</i> Hook. et Arn.	2,4,12,13	T
		<i>Philippiamra amaranthoides</i> (Phil.) O.K.	12	T
	<b>Santalaceae</b>	<i>Quinchamalium chilense</i> Mol.	2,3,4,12	H
Rosids	<b>Geraniaceae</b>	<i>*Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	3,4,12	T
		<i>*Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	3,4,12	T
	<b>Onagraceae</b>	<i>Oenothera arequipensis</i> Munz et I.M.Johnst.	2,4,12	T
Eurosids I	<b>Cucurbitaceae</b>	<i>Sicyos baderoa</i> Hook. et Arn.	2,4,12	T
	<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Argythamnia canescens</i> (Phil.) F. Phil.	2,12	C
	<b>Fabaceae</b>	<i>Adesmia tenella</i> Hook. et Arn.	2,4,12	T
		<i>Astragalus triflorus</i> (DC.) A.Gray	2,3,4,12	T
		<i>Hoffmanseggia prostrata</i> Lag. ex DC.	2,4,12	H
		<i>Senna brongniartii</i> (Gaudich.) H.S.Irwin et Barneby	2,4,12	N
	<b>Malesherbiaceae</b>	<i>Malesherbia humilis</i> Poepp.	2,4,12	T
		<i>Malesherbia tocopillana</i> Ricardi	4,12,	XN
	<b>Malpighiaceae</b>	<i>Dinemandra ericoides</i> A.Juss.	2,4,12	H
	<b>Oxalidaceae</b>	<i>Oxalis bulbocastanum</i> Phil.	4,12	G
		<i>Oxalis aff. megalorrhiza</i> Jacq.		XG
		<i>Oxalis micrantha</i> Bertero ex Colla	2,4,12	T
		<i>Oxalis ornithopus</i> Phil.	2,12	G
	<b>Urticaceae</b>	<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.	3,4,12	T
	<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. et Arn.	4,12	C

Eurosids II	Brassicaceae	<i>Cleome chilensis</i> DC.	2,4,12	T
		<i>Descurainia stricta</i> (Phil.) Reiche var. <i>minutiflora</i> (Phil.) O.E.Schulz	2,4,12	T
		<i>Lepidium</i> aff. <i>strictum</i> (S.Wats.) Rattan	12	T
		<i>Mathewsia collina</i> I.M.Johnst.	2,4,12	N
		<i>Menonvillea chilensis</i> (Turcz.) B.D.Jackson	1,2	T
		<i>Mostacillastrum sagittatum</i> (Hook. et Arn.) Al-Shehbaz	1,2,12	H
		<i>Werdermannia</i> cf. <i>macrostachya</i> (Phil.) O.E.Schulz		XH
	Malvaceae	<i>Cristaria integerrima</i> Phil.		XC
		<i>Cristaria molinae</i> Gay	2,4,12	T
		<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell	2,4,12	T
		<i>Palaua inconspicua</i> I.M.Johnst.	2,12	T
	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum beuthii</i> Klotzsch	2,4,12G	
Asterids	Loasaceae	<i>Huidobria chilensis</i> Gay		XN
		<i>Huidobria fruticosa</i> Phil.	11,12	M
		<i>Loasa elongata</i> Hook. et Arn.		XT
		<i>Loasa nitida</i> Desr.	2,4,12	T
		<i>Loasa sessiliflora</i> Phil.	3,4,12	H
		<i>Mentzelia chilensis</i> Gay	2,12	H
		<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	2,4,12	T
	Polemoniaceae	<i>Bryantiella glutinosa</i> (Phil.) J.M.Porter	2	T
Euasterids I	Bignoniaceae	<i>Argylia radiata</i> (L.) D. Don	1,2,4,12	G
	Boraginaceae	<i>Amsinckia calycina</i> (Moris) Chater	2,12	T
		<i>Cryptantha clandestina</i> (Trev.) I.M.Johnst.	2,12	T
		<i>Cryptantha</i> cf. <i>filaginea</i> (Phil.) Reiche		XT
		<i>Cryptantha filiformis</i> (Phil.) Reiche	2,4,12	T
		<i>Heliotropium jaffuelii</i> I.M.Johnst.	4,12	N
		<i>Heliotropium</i> sp.	3,	XC
	Calceolariaceae	<i>Calceolaria paposana</i> Phil.	1,2,12	N
	Convolvulaceae	<i>Cuscuta odorata</i> Ruiz et Pav.		XT
	Lamiaceae	<i>Salvia paposana</i> Phil.	2,4,12	N
		<i>Stachys eremicola</i> Epling		XT
		<i>Stachys pannosa</i> Phil.	1,2,4,12	H
	Plantaginaceae	<i>Plantago litorea</i> Phil.	4,12	T
	Rubiaceae	<i>Cruckshanksia pumila</i> Clos	12,14	T
		* <i>Galium aparine</i> L.	3,4,12	T
	Solanaceae	<i>Lycium leiostemum</i> Wedd.	12	N
		<i>Lycium stenophyllum</i> J.Remy	8,12,	XN
		<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaudich.) I.M.Johnst.	2,3,4,12	T
		<i>Nolana balsamiflua</i> (Gaudich.) Mesa	8,12,	XN
		<i>Nolana clivicola</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.	2,3,4,8,12,	XC
		<i>Nolana deflexa</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.		XC
		<i>Nolana diffusa</i> I.M.Johnst.	7,12	C
		<i>Nolana elegans</i> (Phil.) Reiche	8,12	T
		<i>Nolana gracillima</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.	8	T
		<i>Nolana inconspicua</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.	4,8,12	N
		<i>Nolana jaffuelii</i> I.M.Johnst.	2,4,8,12	T
		<i>Nolana leptophylla</i> (Miers) I.M.Johnst.	3,12	N
		<i>Nolana linearifolia</i> Phil.	8,12,	XC
		<i>Nolana peruviana</i> (Gaud.) I.M.Johnst.	2,3,4,8,12,16,	XN
		<i>Nolana salsoloides</i> (Lindl.) I.M.Johnst.	7	N
		<i>Nolana sedifolia</i> Poepp.	8,	XN
		<i>Nolana stenophylla</i> I.M.Johnst.	8	C
		<i>Nolana tocopillensis</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.	2,4,8,12	XC
		<i>Reyesia chilensis</i> Gay	2,4,8,12	H

	<i>Schizanthus laetus</i> Phil.	2,4,8,12	T
	<i>Solanum brachyantherum</i> Phil.	2,4,8,12,	XC
	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	2,4,8,12,	XC
	<i>Solanum phyllanthum</i> Cav.	2,4,12	T
Euasterids II	<i>Ciclospermum laciniatum</i> (DC.) Constance		XT
	<i>Domeykoa oppositifolia</i> Phil.	3,4,12	T
	<i>Eremocharis fruticosa</i> Phil.	3,12,16,	XN
Asteraceae	<i>Amblyopappus pusillus</i> Hook. et Arn.	1,2,4,12	T
	<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.	1,2,4,12	N
	<i>Centaurea cachinalensis</i> Phil.	7,12	N
	<i>Chaetanthera linearis</i> Poepp. ex Less.	4,12	T
	<i>Chuquiraga ulicina</i> (Hook. et Arn.) Hook. et Arn.	3,4,12	C
	<i>Encelia canescens</i> Lam. var. <i>oblongifolia</i> (DC.) Blake	12	C
	<i>Gnaphalium sphacelatum</i> Kunth var. <i>chilense</i> DC.	2,4	T
	<i>Helenium atacamense</i> Cabrera	3,4,12	T
	<i>Leucheria cumingii</i> Hook. et Arn.	2,12	T
	<i>Malacothrix clevelandii</i> A.Gray	3,4,	12T
	<i>Ophryosporus anomalus</i> R.M.King et H.Rob.	3,4,	12N
	<i>Ophryosporus triangularis</i> Meyen	2,4,12,	XN
	<i>Perityle discoidea</i> (Phil.) I.M.Johnst.	2,4	T
	<i>Perityle emoryi</i> Torr. var. <i>elata</i> (Phil.) I.M.Johnst.	2,12	H
	<i>Polyachyrus annuus</i> I.M.Johnst.	2,4,12	T
	<i>Polyachyrus fuscus</i> Meyen et Walp.	4,12,	XH
	<i>Polyachyrus</i> cf. <i>sphaerocephalus</i> D.Don		XH
	* <i>Sonchus tenerrimus</i> L.	2,4,12	T
Valerianaceae	<i>Valeriana</i> sp.	4	H

CUADRO 2. Espectro de formas de vida de Raunkiær (1934) para la flora de los alrededores de Tocopilla. Se muestra separadamente para la flora total registrada en el área, y para las colectas y observaciones efectuadas por I.M. Johnston en 1925 (Johnston 1929b), F. Jaffuel entre 1930 y 1932 (Jaffuel 1936) y por los autores entre 2004 y 2005. Se indica número de especies y entre paréntesis el porcentaje respecto al total correspondiente. En la última fila se incluye precipitación anual en mm para 1925, 1930 (Almeyda 1950) y 2005 (Dirección de Agua Potable).\*: Aparte de las 52 especies colectadas por Johnston (1929b) se incluyen dos Cactaceae también observadas por el autor en el área.

Forma de vida	Número de especies y porcentaje			Total
	Johnston (1929b)	Jaffuel (1936)	Este trabajo	
Microfanerófitas	1(1,9)	1(1,2)	1(4,0)	2 (1,3)
Nanofanerófitas	4(7,4)	12(14,3)	11(44,0)	22 (15,0)
Caméfitas	6(11,1)	10(11,9)	12(48,0)	26 (17,8)
Hemicriptófitas	4(7,4)	12(14,3)	1(4,0)	18 (12,3)
Geófitas	9(16,7)	10(11,9)	0(0,0)	16 (11,0)
Terófitas	30(55,5)	39(46,4)	0(0,0)	62 (42,6)
Total	54(100,0)*	84(100,0)	25(100,0)	146 (100,0)
P (mm) [año]	9 [1925]	15 [1930]	0 [2005]	



CUADRO 3. Inventarios fitosociológicos realizados en los alrededores de Tocopilla. 1-2: Matorral desértico de *Nolana peruviana*; 3-5: Matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana*.

Inventario N°	1	2	3	4	5
Altitud (m)	275	250	700	570	500
Exposición	I	I	O	I	S
Pendiente (%)	30	-	60	20	-
Cobertura (%)	5	-	10	5	-
Área (m <sup>2</sup> )	25	-	900	400	-

*Eremocharis fruticosa*

(+)

*Nolana sedifolia*

(+) x

*Polyachyrus fuscus*

(+)

*Malesherbia tocopillana*

+

*Nolana linearifolia*

+ x

*Ephedra breana*

+ + +

*Eulychnia iquiquensis*

1 + r

*Frankenia chilensis*

(+)

*Lycium cf. stenophyllum*

(+) r

*Nolana balsamiflua*

+

*Ophryosporus triangularis*

+

*Copiapoa humilis subsp. tocopillana*

(+)

*Cumulopuntia sphaerica*

+

*Nolana peruviana*

1 x + 2

*Nolana clivicola*

(+) 1 +

*Solanum brachyantherum*

+ x + +

*Tetragonia angustifolia*

+ x 1

*Chenopodium hastatum*

(r)

*Nolana tocopillensis*

1

*Solanum chilense*

x + +

Localidades. 1: Tercera Quebrada, 22°03'S, 70°10'W (29/IX/2005), 2: Tercera Quebrada, 22°03'S, 70°10'W (23/IX/2004), 3: Primera Quebrada, 22°03'S, 70°10'W (28/IX/2005), 4: Quebrada La Higuera, 22°18'S, 70°13'W (30/IX/2005), 5: Tercera Quebrada, 22°03'S, 70°10'W (23/IX/2004).

## DISCUSIÓN

### Flora

La flora vascular del área de Tocopilla es comparable con la de otras áreas del desierto costero del norte de Chile. En cuanto a riqueza, la flora de Tocopilla, con 138 especies autóctonas, ocupa una posición intermedia entre la reportada para los cerros costeros del sur de Iquique (72 especies, Muñoz-Schick *et al.* 2001), al norte de Tocopilla, y el área de cerro Moreno-La Chimba (~193 especies,

cuadrantes #25, #26 y #34 en Marticorena *et al.* 1998), inmediatamente al sur del área de estudio. Más hacia el sur, la riqueza reportada para el desierto costero es mayor, con un máximo de 366 especies en el área de Paposo (cuadrante 56 en Marticorena *et al.* 1998, Dillon 2005a, <http://www.sacha.org/envir/deserts/locals/lists/paposo.html>), volviendo a disminuir a 207 especies en el Parque Nacional Pan de Azúcar (Rundel *et al.* 1996). El número de especies de plantas vasculares encontradas en el área de Tocopilla es similar al reportado para el área del Parque Nacional Llullaillaco (126 especies, Marticorena *et al.* 2004), situado en la zona más árida de los Andes del norte de Chile, donde sin embargo las precipitaciones son considerablemente superiores, alcanzando valores anuales en torno a 35 mm (Luebert & Gajardo 2000).

En general, la flora registrada en Tocopilla presenta relaciones de composición con la flora de la costa de Taltal (Johnston 1929a,b) y una proporción relevante de ésta se distribuye hasta las lomas de la costa de Perú (Muñoz-Schick *et al.* 2001). Algunas de estas últimas especies, presentan su límite sur de distribución en la zona de Tocopilla, que a su vez constituye la única localidad en que se han registrado en Chile *Oenothera arequipensis* Munz et I.M.Johnst. (Onagraceae; desde dpto. de Lambayeque, Perú) y *Palaua inconspicua* I.M.Johnst. (Malvaceae; desde dpto. de La Libertad, Perú) (Dietrich 1977, Marticorena 2005).

En el recuento de las especies endémicas del área de Tocopilla-Cobija se ha excluido a *Valeriana tocopillensis* I.M.Johnst. ex Jaffuel (en Cuadro 1 como *Valeriana* sp., Valerianaceae; Jaffuel 1936), ya que constituye un *nomen nudum*, y en la revisión taxonómica disponible del género para Chile no se comenta si corresponde a un sinónimo de alguna especie legítima o si es un taxón independiente (Borsini 1966). Se detectó una colecta hecha por K. Reiche de *Valeriana* en Tocopilla (SGO 57103), la que consta sólo de la porción superior de la planta con flores y frutos, lo que sumado al hecho de que el material colectado por Jaffuel no ha sido visto por los autores, hace difícil establecer si se trata o no de la misma entidad. Más aún, al revisar el material de K. Reiche depositado en SGO con la revisión de Borsini (1966), no fue posible asignarla a ninguna de las entidades previamente citadas para la costa norte de Chile (i.e., *Valeriana fragilis* Clos, *Valeriana atacamensis* Borsini), ni a alguna otra citada para Chile continental. Llama la atención que en una etiqueta de SGO 57103, se lea que O. E. Borsini revisó este material en 1962, a pesar de lo cual no lo cita en su revisión del género para Chile (Borsini 1966). En esa instancia, Borsini determinó la colecta de Reiche como *Valeriana urbanii* Phil., identificación que hemos descartado al contrastarla con el tipo nomenclatural de dicho taxón (Antofagasta, Copacoya; leg. F. Philippi; SGO 56940!, SGO 43510!). La identidad de la *Valeriana* que habita los cerros de Tocopilla es un aspecto aún no resuelto de su flora.

La ubicación y situación actual de uno de los endemismos de Tocopilla, *Mathewsia collina*, constituye un enigma, puesto que para este taxón sólo se conoce el ejemplar tipo (Johnston 1929b). Algo similar ocurre con *Heliotropium jaffuelii* I.M.Johnst., del que aparte del ejemplar tipo, proveniente de la Tercera quebrada de Tocopilla (Jaffuel 1936) ha sido coleccionado sólo una vez más en la misma zona por Ricardi y colaboradores (CONC 30069), y a pesar de los esfuerzos realizados por los autores, ha sido hasta el momento imposible de hallar. En este sentido, cabe también destacar la controversia respecto a la posición taxonómica de *Eriogyne laui*, del cual se conocen sólo tres recolectas, incluido el tipo (Mottram 2001), y para el cual se reconocen afinidades con los géneros *Islaya* (*Eriogyne* subgen. *Islaya sensu* Kattermann) y *Neowerdermannia* (Lüthy 1994, Hoffmann & Walter 2004), y para el que se ha propuesto el género monoespecífico *Rimacactus* Mottram (2001). Se ha señalado que *Rimacactus laui* (Lüthy) Mottram no sería miembro de la subtribu Notocactinae Buxb. ex Doweld, a la cual pertenecen *Eriogyne*, *Islaya* y *Neowerdermannia*, sino que de la subtribu Borzicactinae Buxb., principalmente por la presencia de hojas escamosas, flores zigomorfas y frutos angulares (Mottram 2001).

Respecto a *Ophryosporus anomalus*, es necesario aclarar que King & Robinson (1972) y Brako & Zarucchi (1993) lo señalan para la flora de Perú, probablemente debido a que el material tipo de la especie (*Piqueria cumingii* B.L.Rob.) fue recolectado por Cuming en 1828 (Cuming #953, K, GH!)

en “Cobija, Iquiqui et Arica, Peruvia meridionalis”; las restantes colecciones corresponden a materiales recolectados por Jaffuel en Tocopilla y por Gaudichaud en Cobija (Johnston 1932, Jaffuel 1936); dado que Cuming efectivamente recolectó en casi todos los puertos importantes al norte de Valparaíso durante su viaje por la costa Pacífica (Dance 1980), consideramos que la especie es endémica del área de Tocopilla-Cobija.

Se ha excluido del listado la presencia de *Tetragonia maritima* Barnéoud, citada por Jaffuel (1936), debido a que Taylor (1994) no menciona esta especie para el área, y el material de Jaffuel depositado en el Gray Herbarium (Jaffuel #2512) ha sido determinado posteriormente por C.M. Taylor como *Tetragonia angustifolia* Barnéoud, lo que a su vez es concordante con las determinaciones efectuadas sobre nuestras propias colectas de *Tetragonia* en Tocopilla y quebrada La Higuera. Marticorena *et al.* (1998) mencionan la presencia de *Tetragonia espinosae* Muñoz para el área de estudio, presumiblemente debido a la existencia de un material (Jaffuel #1034, CONC) inicialmente determinado por I.M. Johnston como *T. ovata* y posteriormente corregido por C.M. Taylor como *T. espinosae*; dicho material no presenta frutos que permitan emplear la clave de identificación de Taylor (1994), y tampoco es referido por Taylor (op. cit), quien señala un rango de distribución para *T. espinosae* entre Huasco y Limarí (Taylor 1994: 586 y Fig. 3B); otros materiales determinados inicialmente por C.M. Taylor como *T. espinosae* son posteriormente citados por Taylor (1994) como *T. ovata* (e.g., Ricardi, Marticorena y Matthei #1329, CONC) y existe material de Tocopilla (Johnston #3598, GH) citado bajo *T. ovata* (Taylor 1994), por lo que concluimos que *T. espinosae* no está presente en el área de estudio.

También se ha excluido el nombre *Drymaria cordata* (L.) Willd. ex Schult., citado para el área por Johnston (1929b), Jaffuel (1936) y Marticorena *et al.* (1998), porque de acuerdo con Duke (1961), *D. cordata* corresponde a un complejo pantropical que no está presente en el área de estudio, diferente a *D. paposana* Phil. (cf. Johnston 1929a, Duke 1961: 238).

Tampoco se ha incluido en la lista florística a *Echinocactus marginatus* Salm-Dyck ( $\equiv$  *Copiapoa marginata* (Salm-Dyck) Britton et Rose), citada para el área por Johnston (1929b: 154), con base en la afirmación que los tipos de la especie fueron “probablemente obtenidos en Cobija”. De acuerdo con Ritter (1980), *Copiapoa marginata* es una especie nativa del área de Caldera (Figura 1), mientras que los otros materiales referidos como *Echinocactus marginatus* por Johnston (1929b), colectados cerca de Antofagasta (Pennell #13039, Rose #19410), han sido determinados por Ritter (1980) como *Copiapoa boliviana* (Pfeiff.) F.Ritter, que no ha sido citada para la zona de Tocopilla. El género *Copiapoa* encuentra su límite norte de distribución en el área de estudio y está representado allí únicamente por *C. humilis* subsp. *tocopillana*.

También resulta curiosa la presencia de *Centaurea cachinalensis* Phil., descrita por Philippi (1860) para Cachinal de la Costa (Parque Nacional Pan de Azúcar) y distribuida únicamente en dicha área y zonas adyacentes (fide Johnston 1929a). Esta especie se diferencia claramente de *Centaurea atacamensis* (Reiche) I.M. Johnst. (citada por Philippi (1860) y Reiche (1905) como *Centaurea floccosa* Hook. et Arn.), distribuida inmediatamente hacia el norte, en el área de Taltal-Paposo (Johnston 1929a), por la ausencia de pubescencia lanosa en las brácteas del capítulo (Philippi 1860). El material correspondiente a *Centaurea* proveniente de Tocopilla revisado en CONC (Jiles #5337) concuerda con la descripción de *Centaurea cachinalensis*, que presentaría por lo tanto un hiato en su distribución a lo largo de la zona costera del desierto de Atacama. Falta en todo caso una revisión actualizada del género en Chile y la discontinuidad de su distribución podría deberse a falta de colectas y/o claridad en la delimitación de las especies.

*Calandrinia sitiens* I.M. Johnst es citada para el área por Marticorena *et al.* (1998), pero su presencia en el área no pudo ser comprobada. Su distribución estaría restringida a los cerros costeros al norte de Paposo en el área de Aguada Panulcito (ca. 24°49'S), para donde fue descrita (Johnston 1929a). A pesar de ello Marticorena *et al.* (1998) la reportan también para el área de Antofagasta en su cuadrante #25.

Es interesante la cita para Tocopilla de *Descurainia stricta* (Phil.) Reiche var. *minutiflora* (Phil.) O.E.Schulz ( $\equiv$  *Descurainia minutiflora* (Phil.) Reiche, Brassicaceae; Johnston 1929b, Jaffuel 1936), originalmente descrita para la puna de Calalaste, Argentina (Johnston 1929b), que constituye el único registro de este taxón en Chile, sin haber sido hallado todavía en la puna chilena (C. Marticorena, com. pers.). Ivan M. Johnston la colectó personalmente en Tocopilla (Johnston #3600, GH; Johnston 1929b), y determinó del mismo modo material colectado por el padre Félix Jaffuel (Jaffuel 1936). Nuestra determinación sobre material de *Descurainia* proveniente de Cobija en SGO (Biese #3075), es coincidente con el tipo nomenclatural de *Sisymbrium minutiflorum* Phil. (basiónimo de *Descurainia minutiflora*; Argentina, Calalaste; leg. F. Philippi; SGO 49277!, SGO 63924!) y, por ende, con la interpretación de Johnston (1929b).

Un patrón de distribución similar al de *Descurainia stricta* var. *minutiflora* muestra la distribución de *Nolana gracillima* (I.M.Johnst.) I.M.Johnst. (Solanaceae), la que se distribuye desde la precordillera de Moquehua, Perú, hasta la costa de Tocopilla (Johnston 1936, Dillon 2005a). El vínculo filogenético entre *Malesherbia tocopillana* y *Malesherbia ardens* J.F.Macbr. (Gengler-Nowak 2003), de la precordillera de Moquehua, constituye otra evidencia de conexiones pasadas entre las floras de la costa de Tocopilla y la zona precordillerana-cordillerana del sur de Perú y norte de Chile. La presencia de *Polyachyrus sphaerocephalus* sería también un indicio de estas conexiones, aunque se mantienen las dudas respecto a la identidad del material (véase resultados). A su vez, Mottram (2001) ha señalado que los parientes más cercanos a *Rimacactus laui* estarían en el género *Matucana* Britton & Rose subgénero *Eomatucana* Ritter, que habita el norte de Perú (Ritter 1965, Mottram 2001). En el mismo sentido, Rosas (1989) refiere la presencia de *Atriplex* en el área de Tocopilla como *A. glaucescens* Phil., distribuido principalmente en la precordillera andina, aunque tratándose de un taxón de muy difícil diferenciación, hemos conservado la cita sólo al nivel genérico en concordancia con Jaffuel (1936).

### Formas de vida

La comparación de los espectros biológicos de recolecciones botánicas efectuadas en años húmedos y secos (Cuadro 2), sugiere que la expresión de hemicriptófitas, geófitas y terófitas está controlada por la ocurrencia de eventos de precipitación. Un comportamiento similar de la vegetación ha sido reportado para otras áreas costeras áridas más septentrionales en Perú (Dillon & Rundel 1990) y más australes en Chile, como Fray Jorge (Gutiérrez y Meserve 2003, Meserve *et al.* 2003), Coquimbo (Armesto y Vidiella 1993) y Carrizal Bajo (Vidiella *et al.* 1999). Estos estudios indican que el número de especies de plantas herbáceas, especialmente anuales y geófitas, se incrementa considerablemente después de las lluvias invernales, y se nota un aumento significativo de la proporción de especies anuales en los años más lluviosos, generalmente asociados a eventos El Niño (véase referencias en Holmgren *et al.* 2006).

Lo anterior, asociado a la alta proporción de plantas terófitas o anuales (43%) en el total de la flora vascular de Tocopilla y sus alrededores (Cuadro 2) revela la fuerte dependencia entre la expresión de la vegetación y la variación interanual de las precipitaciones, idea que se ve reforzada al contabilizar terófitas y geófitas, que en conjunto superan el 50% de la flora vascular del área, proporción similar a la reportada por Muñoz-Schick *et al.* (2001) para los cerros costeros del sur de Iquique. Aparentemente, la proporción de plantas anuales disminuye al mismo tiempo que la de arbustos (nanofanerófitas) aumenta en la medida que las precipitaciones son más regulares y los montos de agua caída son mayores en el desierto costero del norte de Chile (Richter 1995). En este sentido Rundel *et al.* (1996) reportan sólo un 18% de plantas anuales para la flora vascular del Parque Nacional Pan de Azúcar, no obstante que aún más al sur (Coquimbo), con aún mayor precipitación, la proporción de plantas anuales vuelve a incrementarse llegando a ~ 40% (Armesto & Vidiella 1993). Esta tendencia contrasta con la reportada para las zonas andinas del norte de Chile, donde Arroyo *et al.* (1988) reportan una predominancia de arbustos en las áreas de mayor aridez y de hierbas perennes (hemicriptófitas +

geófitas) en las áreas de mayor precipitación, mientras que la proporción de plantas anuales tiende a mantenerse sin variaciones significativas y sin superar el 30% en ninguna de las áreas estudiadas por dichos autores.

### Vegetación

Rundel *et al.* (1991) y otros autores (e.g. Johnston 1929a, Schmithüsen 1956, Rundel & Mahu 1976, Kraus 1995, Richter 1995, Rundel *et al.* 1996, Muñoz-Schick *et al.* 2001) han planteado que la zonación vegetacional de las laderas occidentales de los cerros costeros del norte de Chile está fuertemente controlada por la incidencia de neblinas. En efecto, las observaciones efectuadas en los alrededores de Tocopilla son concordantes con el hecho de que las comunidades vegetales dominadas por *Eulychnia iquiquensis*, i.e., el matorral desértico de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana*, se localizan en las zonas de incidencia de neblinas (Figuras 2 y 4). Las neblinas aportan humedad en las laderas medias de los cerros costeros en una franja altitudinal limitada, de modo que su influencia es más frecuente entre 500 y 1.000 m, y generalmente no es captada por las estaciones meteorológicas (Schemenauer *et al.* 1988, Houston 2006). Los montos de humedad, producto de las neblinas, varían localmente de acuerdo a varios factores, especialmente asociados a la exposición, la morfología y elevación de los cerros cercanos a la costa y a la dirección de los vientos predominantes (Schemenauer *et al.* 1988).

En estudios efectuados para otras zonas del desierto costero, como el área de Paposos (Kummerow 1961, Rundel & Mahu 1976) y cerro Moreno (Follmann 1963, Oltremari *et al.* 1987, Richter 1995), se ha planteado la existencia de tres pisos vegetacionales, uno situado en la zona de influencia de neblinas (piso fértil), uno por debajo y otro sobre aquel. Este último piso presenta una fisionomía similar a la de la vegetación situada por debajo del piso fértil, pero con diferencias en la composición de especies dominantes (Rundel & Mahu 1976, Oltremari *et al.* 1987, Richter 1995). Sin embargo, no ha sido reportado para el área de Pan de Azúcar (Rundel *et al.* 1996) ni para los cerros costeros del sur de Iquique (Muñoz-Schick *et al.* 2001), donde la vegetación del piso fértil marca el límite altitudinal superior de la vegetación en la vertiente occidental de los cerros costeros. La altitud de los cerros costeros y la elevación que alcanza la zona de neblinas podrían explicar tales diferencias en la presencia o ausencia de un piso de vegetación diferenciado en las partes altas. Aún son necesarios datos de campo en las zonas más elevadas (i.e. > 1.000 m.s.m.) de la zona costera entre Cobija y Tocopilla, que son las de más difícil acceso, para clarificar la situación local de la vegetación por sobre la zona de neblinas.

Es indudable que las neblinas juegan un rol en la distribución espacial y permanencia de la vegetación, pero aún no existen estudios detallados sobre los factores que controlan la distribución y dinámica de la vegetación costera del norte de Chile, y por lo tanto no es bien conocido el rol que juegan las precipitaciones de lluvia, que posiblemente no es menos importante.

Hoxey (2004), realizó observaciones sobre las cactáceas en Tocopilla en un año seco (2001) y uno más húmedo (2002) y notó el alto nivel de deshidratación de las plantas en 2001 y la consecuente dificultad para establecer si estaban vivas o muertas y para determinar el género al que pertenecían; durante 2002 en cambio, después de las precipitaciones, el área lucía muy diferente, se observaba el desarrollo de una estrata de anuales, e incluso las cactáceas columnares (*Eulychnia*) mostraban signos de actividad vegetativa (Hoxey 2004:32-33).

Respecto a las observaciones realizadas sobre la vegetación en las laderas de los alrededores de Tocopilla en 2004/2005, un aspecto que llama profundamente la atención es el hecho de que, salvo algunos individuos de los géneros *Ephedra* (*Ephedraceae*), *Nolana* (*Solanaceae*), *Solanum* (*Solanaceae*) y *Tetragonia* (*Aizoaceae*), los arbustos y las suculentas muestran sus tejidos aéreos secos (véase Figura 5), y es difícil establecer si están realmente vivos o muertos. Los únicos lugares donde es posible observar numerosas plantas con parte de sus órganos vegetativos o generativos activos es en el fondo de las quebradas (Figura 6). Este hecho ha llevado a algunos autores a plantear que producto de

una supuesta intensificación de la aridez del clima, asociada con una historia de intervención humana en la costa del norte de Chile, varias de las especies vegetales, pero especialmente las poblaciones de Cactaceae, se encuentran en un proceso de extinción local (Ritter 1980, Espinoza 1993, Follmann 1995, Kraus 1995, Richter 1995, Muñoz-Schick *et al.* 2001, Pinto & Kirberg 2005).

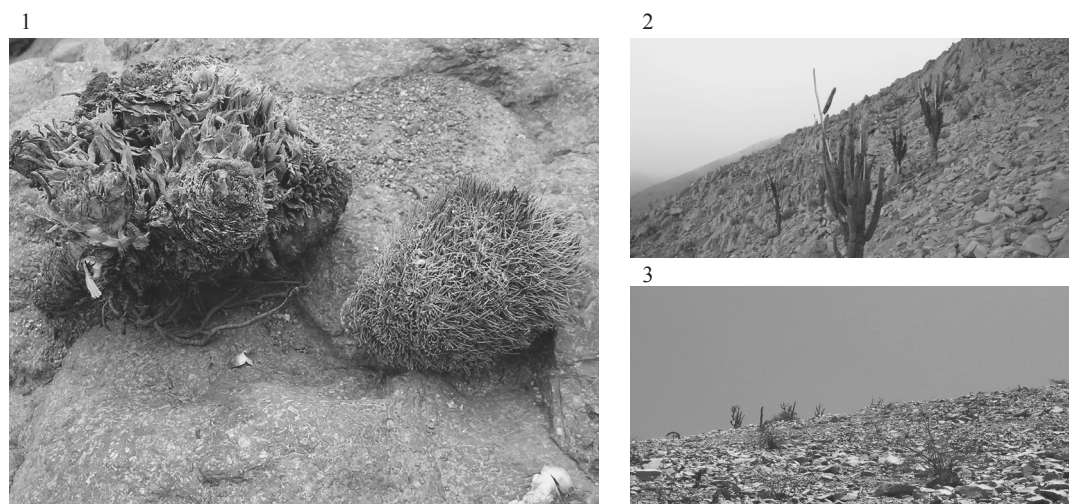


FIGURA 5 Restos de plantas observados en los alrededores de Tocopilla en 2004 y 2005. 1: Restos de *Puya boliviensis* (Bromeliaceae) y *Pyrrhocactus cf. iquiquensis* (Cactaceae) en la Quebrada La Higuera; 2: Aspecto de *Eulychnia iquiquensis* en el piso fértil de la I quebrada; 3: Aspecto general de los arbustos en Cobija.

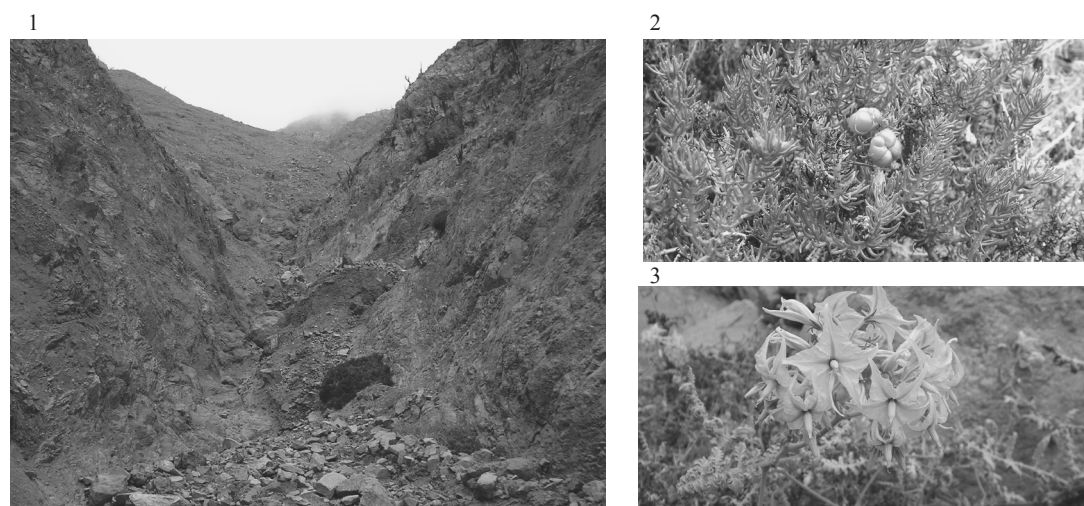


FIGURA 6. Aspecto de la vegetación de los alrededores de Tocopilla en el fondo de las quebradas. 1: Matorral dominado por *Nolana balsamiflua* y *Solanum chilense* en la Quebrada La Higuera; 2: Detalle de una rama de *Nolana balsamiflua*; 3: Detalle de una rama de *Solanum chilense*.

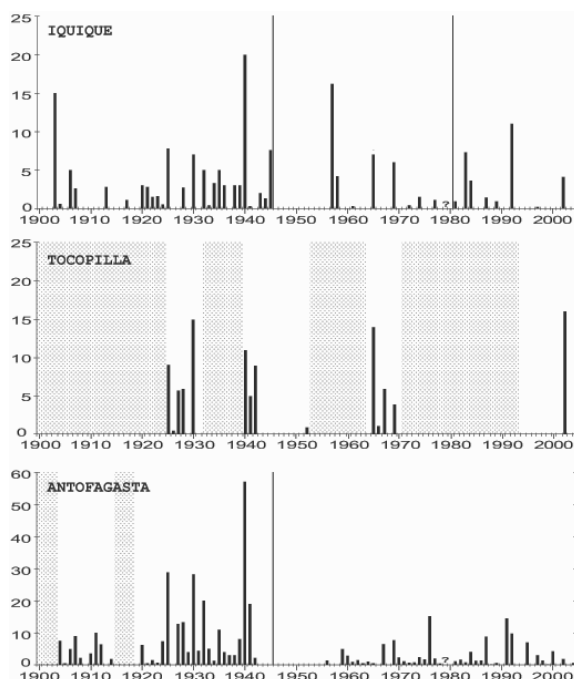


FIGURA 7. Precipitación anual (mm) de las estaciones meteorológicas de Iquique, Tocopilla y Antofagasta en el último siglo. Los cambios de estaciones están indicados con líneas verticales. Las zonas punteadas indican años sin información de precipitaciones.

Las observaciones efectuadas en terreno en este trabajo coinciden con un período de al menos 10 años con precipitaciones nulas, exceptuando 2002, año en que cayó un total de 16 mm, de acuerdo con datos de la Dirección de Agua Potable (Figura 7). La serie de datos de precipitaciones para Tocopilla es muy incompleta (Figura 7). Las estaciones más cercanas, Iquique y Antofagasta, disponen de series de datos más completas y antiguas, pero presentan el problema de varios cambios de estaciones de medición, que sólo permiten considerar cautelosamente la secuencia temporal de las precipitaciones (Houston 2006), aunque al parecer el efecto de cambios de estaciones es menor (Schulz en prep.).

Los antecedentes expuestos dejan abiertas varias preguntas acerca de la dinámica vegetacional en relación con las variaciones del clima de la zona costera entre Cobija y Tocopilla:

- ¿Cuáles son los mecanismos de la dinámica de la vegetación de los alrededores de Tocopilla?

- ¿Cuáles son los elementos del ambiente que afectan la dinámica de la vegetación de los alrededores de Tocopilla?

- ¿Cómo responden en Tocopilla las comunidades bióticas a los cambios ambientales y eventuales perturbaciones vinculadas con la actividad humana?

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera especial a Mélica Muñoz (SGO) por proporcionar valiosa información sobre recolecciones realizadas en Tocopilla y Cobija. Agradecemos también especialmente a Clodomiro Marticorena por sus comentarios, observaciones, datos sobre material depositado en CONC y bibliografía taxonómica. A Roberto Kiesling y a Luis Faúndez por sus observaciones sobre

la sistemática de Cactaceae, a Maximilian Weigend por sus aclaraciones acerca de la sistemática de Loasaceae y a Ihsan Al-Shehbaz por la determinación tentativa de *Werdermannia* colectada en Cobija. Los curadores de los herbarios SGO, CONC, F y GH permitieron el acceso a las colecciones. Patricio Plissock proporcionó el mapa de la Figura 1 y Inelia Escobar (CONC) confirmó la ausencia del género *Eragrostis* en el área de Tocopilla. Tania Villaseñor ayudó con el marco geológico. Michael O. Dillon y Jun Wen proporcionaron financiamiento para parte del trabajo de terreno a través del proyecto National Science Foundation DEB 0415573. Parte de este trabajo fue financiado por Smithsonian Institution, USA, Deutscher Akademischer Austauschdienst, Alemania (F. Luebert) y Studienstiftung des Deutschen Volkes, Alemania (N. Schulz).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO, P., FUENZALIDA, H. & ROSENBLÜTH, B.  
1993 Climate along the extratropical west coast of South America. En: Earth systems response to global change. Contrasts between North and South America (Mooney, H., Fuentes, E. & Kronberg, B., eds.), p. 61-69. Academic Press, San Diego.
- ALMEYDA, E.  
1950 Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas cálidas de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.
- AMIGO, J. & RAMÍREZ, C.  
1998 A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecol.* 136: 9-26.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP  
2003 An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- ARMESTO, J. & VIDIELLA, P.E.  
1993 Plant life-forms and biogeographic relations of the flora of Lagunillas (30° S) in the fog-free Pacific coastal desert. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80: 499-511.
- ARMIJO, R. & THIELE, R.  
1990 Active faulting in northern Chile: ramp stacking and lateral coupling along a subduction plate boundary? *Earth Planet. Sci. Lett.* 98: 40-61.
- ARROYO, M.T.K., SQUEO, F., ARMESTO, J. & VILLAGRÁN, C.  
1988 Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 55-78.
- BLUM, M.J., MCLACHLAN, J.S., SAUNDERS, C.J. & HERRICK, J.D.  
2005 Characterization of microsatellite loci in *Schoenoplectus americanus* (Cyperaceae). *Molecular Ecology Notes* 5: 661-663.
- BÖRGEL, R.  
1983 Geografía de Chile: Geomorfología. Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- BORIC P.R., DIAZ, F. & MAKSAEV, J.V.  
1990 Geología y yacimientos metalíferos de la región de Antofagasta, norte de Chile. Boletín N° 40, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, 246 p., 2 mapas metalogénicos a escala 1:500.000.
- BORSINI, O.E.  
1966 Valerianáceas de Chile. *Lilloa* 32: 375-476.
- BRAKO, I. & ZARUCCHI, J.  
1993 Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Perú. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 45: 1-1286.
- DANCE, S.P.  
1980 Hugh Cuming (1791-1865) Prince of collectors. *J. Soc. Bibliogr. Nat. Hist.* 9: 477-501.
- DIETRICH, W.  
1977 The South American species of *Oenothera* sect. *Oenothera* (*Raimannia*, *Renneria*; Onagraceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 64: 425-626.



- DILLON, M.O.  
2005a LOMAFLO, Searchable Database. Andean botanical information system. URL: <http://www.sacha.org>
- DILLON, M.O.  
2005b The Solanaceae of the Lomas formations of coastal Peru and Chile. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 104: 131-156.
- DILLON, M.O. & HOFFMANN, A.E.  
1997 Lomas formations of the Atacama desert northern Chile. En: *Centres of plant diversity, Volume 3, The Americas* (Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos y A.C. Hamilton, eds.), p. 528-535. The World Wide Fund for Nature - The World Conservation Union, UK.
- DILLON, M.O. & RUNDEL, P.W.  
1990 The botanical response of the Atacama and Peruvian desert floras to the 1982-83 El Niño event. *Elsevier Oceanography Series* 52: 487-504.
- DUKE, J. A.  
1961 Preliminary revision of the genus *Drymaria*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 48: 173-268.
- EPLING, C.  
1937 The Labiatae of Chile. *Revista Universitaria* 22: 167-194.
- ESPINOZA, E.  
1993 Dying Eulychnias. *Cact. Succ. J.* 65: 205-206.
- FOLLMANN, G.  
1963 Nordchilenische Nebeloasen. *Umschau* 4: 101-104.
- FOLLMANN, G.  
1995 On the impoverishment of the lichen flora and the retrogression of lichen vegetation in coastal central and northern Chile during the last decades. *Crypt. Bot.* 5: 224-231.
- FORD, D.I.  
1992 Systematics and evolution of *Montiopsis* subgenus *Montiopsis* (Portulacaceae). PhD Dissertation, Washington University, St. Louis, Missouri.
- FUENZALIDA, H.  
1967a Biogeografía. En: *Geografía Económica de Chile, Texto Refundido*, p. 228-267. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.
- FUENZALIDA, H.  
1967b Clima. En: *Geografía Económica de Chile, Texto Refundido*, p. 99-152. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.
- FUENZALIDA, H.A., SÁNCHEZ, R. & GARREAUD, R.D.  
2005 A climatology of cutoff lows in the Southern Hemisphere. *J. Geophys. Res.* 110, d18101: 1-10.
- GAJARDO, R.  
1994 La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.
- GARCÍA, N. & LUEBERT, F.  
2005 Hallazgo de *Malesherbia tocopillana* Ricardi (Malesherbiaceae) en su localidad tipo. *Chloris Chilensis* 8(2). URL: [www.chlorischile.cl](http://www.chlorischile.cl).
- GARREAUD, R. & BATTISTI, D.S.  
1999 Interannual (ENSO) and interdecadal (ENSO-like) variability in the southern hemisphere tropospheric circulation. *J. Climate* 12: 2113-2123.
- GENGLER-NOWAK, K.M.  
2003 Molecular phylogeny and taxonomy of Malesherbiaceae. *Syst. Bot.* 28(2): 333-344.
- GONZÁLEZ, G., CEMBRANO, J., CARRIZO, D., MACCI, A. & SCHNEIDER, H.  
2003 The link between forearc tectonics and Pliocene-Quaternary deformation of the Coastal Cordillera, northern Chile. *South Amer. Earth Sci.* 16: 321-342.
- GRAU, J.  
1997 *Huidobria*, eine isolierte Gattung der Loasaceae aus Chile. *Sendtnera* 4: 77-93.
- GUTIÉRREZ, J. & MESERVE, P.L.  
2003 El Niño effects on soil seed bank dynamics in north-central Chile. *Oecologia* 134: 511-517.
- HARTLEY, A., MAY, G., CHONG, G., TURNER, P., KAPE, S. & JOLLEY, E.  
2000 Development of a continental forearc: a Cenozoic example from the Central Andes, northern Chile. *Geology* 28: 331-334.

- HOFFMANN, A.E. & WALTER, H.  
2004 Cactáceas. En la flora silvestre de Chile. Segunda Edición. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.
- HOLMGREN, M., STAPP, P., DICKMAN, C.R., GRACIA, C., GRAHAM, S., GUTIÉRREZ, J., HICE, C., JAKSIC, F., KELT, D.A., LETNIC, M., LIMA, M., LÓPEZ, B.C., MESERVE, P.L., MILSTEAD, W.B., POLIS, G.A., PREVITALI, M.A., RICHTER, M., SABATÉ S. & SQUEO, F.A.  
2006 A synthesis of ENSO effects on drylands in Australia, North America and South America. *Adv. Geosci.* 6: 69-72.
- HOUSTON, J.  
2006 Variability of precipitation in the Atacama desert: its causes and hydrological impact. *Int. J. Climatol.* 26: 2181-2198.
- HOXEY, P.  
2004 Some notes on *Copiapoa humilis* and the description of a new subspecies. *Brit. Cact. Succ. J.* 22: 29-42.
- JAFFUEL, F.  
1936 Excursiones botánicas en los alrededores de Tocopilla. *Revista Chilena Hist. Nat.* 40: 265-274.
- JOHNSTON, I.M.  
1927 Studies in the Boraginaceae VI. A revision of the South American Boraginoideae. *Contr. Gray Herb.* 78: 1-118.
- JOHNSTON, I.M.  
1928 The botanical activities of Thomas Bridges. *Contr. Gray Herb.* 81: 98-106.
- JOHNSTON, I.M.  
1929a The coastal flora of the departments of Chañaral and Taltal. *Contr. Gray Herb.* 85: 1-138.
- JOHNSTON, I.M.  
1929b The flora of the Nitrate Coast. *Contr. Gray Herb.* 85: 138-163.
- JOHNSTON, I.M.  
1930 Some notes on the flora of northern Chile. *Revista Chilena Hist. Nat.* 34: 228-234.
- JOHNSTON, I.M.  
1932 New records for the flora of the Nitrate Coast. *Revista Chilena Hist. Nat.* 36: 4-8.
- JOHNSTON, I.M.  
1936 A study of the Nolanaceae. *Proc. Amer. Acad. Arts* 71(1): 1-87.
- KATTERMAN, F.  
1994 *Eriogyne* (Cactaceae): The genus revised and amplified. Succulent Plant Research, Volume One. Royal Botanic Gardens, Kew, England.
- KING, R.M. & ROBINSON, H.  
1972 Studies in Eupatorieae (Asteraceae) CXI. Additions to the genus *Ophryosporus*. *Phytologia* 25: 65-67.
- KÖPPEN, W.  
1948 Climatología. Primera Edición en español. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- KRAUS, R.  
1995 The environmental conditions of Cactaceae in Chile. *Haseltonia* 3: 101-129.
- KUMMEROW, J.  
1961 Nebelpflanzen am Rande der Wüste Atacama. *Kosmos* 57: 319-323.
- LAILHACAR, S.  
1986 Las grandes formaciones vegetales de las zonas desértica y mediterránea perárida y árida de Chile: con énfasis en sus aptitudes forrajeras. *Bol. Soc. Chil. Ci. Suelo* 5: 145-231.
- LAILHACAR, S.  
1990 Evaluación nutritiva de los recursos forrajeros nativos y naturalizados de la I Región. *Avances Prod. Anim.* 15: 61-80.
- LOURTEIG, A.  
2000 *Oxalis* L. subgéneros *Monoxalis* (Small) Lourt., *Oxalis* y *Trifidus* Lourt. *Bradea* 7: 201-629.
- LUEBERT, F. & GAJARDO, R.  
2000 Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. *Lazaroa* 21: 111-130.
- LUEBERT, F. & PLISCOFF, P.  
2006 Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.
- LÜTHY, J.M.  
1994 *Eriogyne laui* J. Lüthy sp. nov. p. 120-124. En: Katterman, F. *Eriogyne* (Cactaceae): The genus revised and amplified. Succulent Plant Research, Volume One. Royal Botanic Gardens, Kew, England.

- MARTICORENA, A.  
2005 Malvaceae Adans. En: Flora de Chile (Marticorena, C. y Rodríguez, R., eds.), Vol. 2, Fasc. 3, p. 22-105. Universidad de Concepción, Concepción.
- MARTICORENA, A., PARDO, V., PEÑALOZA, A., NEGRITTO, M.A., CAVIERES, L. & PARADA, M.  
2004 Adiciones y notas a la flora del Parque Nacional Lluillailaco, II Región, Chile. *Gayana Bot.* 61: 49-54.
- MARTICORENA, C.  
1995 Historia de la exploración botánica de Chile. En: Flora de Chile (Marticorena, C. y R. Rodríguez, eds.), Vol. 1, p. 1-62. Universidad de Concepción, Concepción.
- MARTICORENA, C., MATTHEI, O. RODRÍGUEZ, R.A., ARROYO, M.T.K., MUÑOZ-SCHICK, M., SQUEO, F. & ARANCIO, G.  
1998 Catálogo de la flora vascular de la segunda región (Región de Antofagasta), Chile. *Gayana Bot.* 55: 23-83.
- MARTICORENA, C., SQUEO, F.A., ARANCIO, G. & MUÑOZ-SCHICK, M.  
2001 Catálogo de la flora vascular de la IV Región de Coquimbo. En: Libro Rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo (Squeo, F.A., Arancio, G. & Gutiérrez, J.R., eds.), p. 105-142. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- MESERVE, P.L., KELT, D.A., MILSTEAD, W.B. & GUTIÉRREZ, J.  
2003 Thirteen years of shifting top-down and bottom-up control. *Bioscience* 53: 633-646.
- MONTECINOS, A., GARREAUD, R. & ACEITUNO, P.  
2000 Interdecadal rainfall variability in subtropical South America and its relationship with tropical Pacific SST. Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Santiago.
- MORTIMER, C., FARRAR, T. & SARIC, N.  
1974 K-Ar ages from Tertiary lavas of the northernmost Chilean Andes. *Geologische Rundschau* 63: 484-490.
- MOTTRAM, R.  
2001 *Rimacactus*, a new genus of Cactaceae. *Bradleya* 19: 75-82.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H.  
1974 Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York.
- MUÑOZ-SCHICK, M.  
1995 Revisión del género *Cristaria* (Malvaceae) en Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile* 45: 45-110.
- MUÑOZ-SCHICK, M.  
2005 *Cristaria*. En: Flora de Chile (Marticorena, C. y R. Rodríguez, eds.), Vol. 2(3), p. 33-54. Universidad de Concepción, Concepción.
- MUÑOZ-SCHICK, M., PINTO, R., MESA, A. & MOREIRA-MUÑOZ, A.  
2001 "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena Hist. Nat.* 74: 389-405.
- OLTREMARI, J., SCHLEGEL, F.M. & SCHLATER, R.  
1987 Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida. *Bosque* 8: 21-30.
- ORTLIEB, L.  
1995 Eventos El Niño y episodios lluviosos en el desierto de Atacama: el registro de los últimos dos siglos. *Bull. Inst. fr. études andines* 24: 519-537.
- PASKOFF, R.  
1979 Sobre la evolución geomorfológica del gran acantilado costero del Norte Grande de Chile. *Rev. Geogr. Norte Grande* 6: 8-22.
- PASKOFF, R.  
1989 Zonality and main geomorphic features of the Chilean coast. *Essener Geogr. Arbeiten* 18: 237-267.
- PHILIPPI, R.A.  
1860 Viaje al desierto de Atacama hecho de orden del Gobierno de Chile en el verano de 1853-54. Halle.
- PINTO, R. & KIRBERG, A.  
2005 Conservation status of *Eriosyce* (Cactaceae) in northernmost Chile. *Bradleya* 23: 7-16.
- PISANO, E.  
1956 Esquema de clasificación de las comunidades vegetales de Chile. *Agronomía* 2: 30-33.
- PISANO, E.  
1966 Zonas biogeográficas. En: Geografía Económica de Chile, Primer Apéndice, p.62-73. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.

- PIZARRO, J.G. & MONTECINOS, A.  
2000 Cutoff cyclones off the tropical coast of Chile. Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Santiago.
- QUINTANA, J.  
2004 Estudio de los factores que explican la variabilidad de la precipitación en Chile en escalas de tiempo interdecadal. Tesis, Univ. de Chile, Santiago.
- QUINTANILLA, V.  
1983 Geografía de Chile. Biogeografía. Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- QUINTANILLA, V.  
1988 Fitogeografía y cartografía de la vegetación de Chile árido. *Contr. Cient. Tecnol. Geoci.* 82: 1-28.
- RAUNKIÆR, C.C.  
1934 The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford University Press, Oxford.
- REICHE, K.  
1905 Flora de Chile, Tomo Cuarto. Imprenta Cervantes, Santiago.
- REICHE, K.  
1907 Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. *Die Vegetation der Erde* 8: 1-394.
- RICARDI, M. & QUEZADA, M.  
1963 El género *Cruckshanksia* (Rubiaceae). *Gayana, Bot.* 9: 3-36.
- RICARDI, M. & WELDT, E.  
1974 Revisión del género *Polyachyrus* (Compositae). *Gayana Bot.* 26: 3-34.
- RICHTER, M.  
1995 Klimaökologische Merkmale der Küstenkordillere in der Region Antofagasta (Nordchile). *Geoökodynamik* 16: 283-332.
- RITTER, F.  
1965 Neue Kakteen-Entdeckungen in Peru. *Kakteen Sukk.* 16: 229-230.
- RITTER, F.  
1980 Kakteen in Südamerika. Band 3. Chile. Spangenberg.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.  
2004 Global bioclimatics. Phytosociological Research Center, Madrid.
- ROSAS, M.  
1989 El género *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.* 46: 3-82.
- RUNDEL, P.W. & MAHU, M.  
1976 Community structure and diversity in a coastal fog desert in northern Chile. *Flora* 165: 493-505.
- RUNDEL, P.W., DILLON, M.O., PALMA, B., MOONEY, H., GULMON, S.L. & EHLERINGER, J.R.  
1991 The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13: 1-50.
- RUNDEL, P.W., DILLON, M.O. & PALMA, B.  
1996 Flora and vegetation of Pan de Azúcar National Park in the Atacama desert of northern Chile. *Gayana Bot.* 53: 295-315.
- RUTLLANT, J.  
1977 On the extreme aridity of Coastal and Atacama deserts in northern Chile. Thesis, Univ. of Wisconsin-Madison.
- SCHEMENAUER, R., FUENZALIDA, H.A. & CERECEDA, P.  
1988 A neglected water resource: The Camanchaca of South America. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 69: 138-147.
- SCHMITHÜSEN, J.  
1956 Die raumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. *Bonn. Geogr. Abh.* 17: 1-86.
- TAYLOR, C.M.  
1994 Revision of *Tetragonia* (Aizoaceae) in South America. *Syst. Bot.* 19: 575-589.
- TEILLIER, S.  
1996 Las especies del género *Suaeda* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.* 53: 265-276.
- VARGAS, G., ORTLIEB, L. & RUTLLANT, J.  
2000 Aluviones históricos en Antofagasta y su relación con eventos El Niño/Oscilación del Sur. *Revista Geol. Chile* 27: 157-176.
- VIDIELLA, P.E., ARMESTO, J. & GUTIÉRREZ, J.  
1999 Vegetation changes and sequential flowering after rain in the southern Atacama Desert. *J. Arid Environ.* 43: 449-458.

VUILLE, M. & AMMANN, C.

1997 Regional snowfall patterns in the high arid Andes. *Climatic Change* 36: 413-423.

WERDERMANN, E.

1928 Beiträge zur Kenntnis der Flora von Chile. *Notizbl. Bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem* 10: 460-475.

YUNCKER, T.G.

1922 Revision of the South American species of *Cuscuta*. *Amer. J. Bot.* 9: 557-575.

Contribución recibida: 13.06.07; aceptada: 10.08.07.

## AVANCES EN ESTUDIOS CROMOSÓMICOS DE MOLUSCOS ACUÁTICOS CHILENOS

PEDRO JARA-SEGUEL

Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile. Correo electrónico: pjara@uct.cl

### RESUMEN

Este trabajo es una recopilación de antecedentes sobre los estudios cromosómicos realizados en moluscos acuáticos chilenos. Se entrega información para 25 especies pertenecientes a las clases Gastropoda y Bivalvia. Se incluyen todos los números cromosómicos conocidos y se documentan los datos de morfología cromosómica para cinco especies. Los complementos cromosómicos de las especies de gastrópodos y bivalvos analizados son principalmente diploides, aunque también ha sido descrita la existencia de poliploidía en taxa de ambas clases. Los antecedentes aquí entregados para especies, géneros y familias, podrían ser una referencia útil para futuros avances en estudios cromosómicos básicos y aplicados en moluscos acuáticos chilenos.

---

Palabras clave: Gastropoda, Bivalvia, Número cromosómico, Chile.

### ABSTRACT

**Advances in chromosome studies of Chilean aquatic mollusks.** This work provides a compilation of chromosome studies carried out on Chilean aquatic mollusks. Information for 25 species belonging to Gastropoda and Bivalvia is shown. All known chromosome numbers are included and the chromosome morphology of five species is also given. The chromosome complement of the species of Gastropods and Bivalves analysed are mainly diploids, although the occurrence of polyploidy has been described in taxa of both class. The antecedents herein showed for species, genera and families, may be a useful reference for future basic and applied cytogenetic studies in Chilean aquatic mollusks.

---

Key words: Gastropoda, Bivalvia, Chromosome number, Chile.

### INTRODUCCIÓN

La evaluación de la diversidad taxonómica del Phylum Mollusca, basada desde sus inicios en el análisis de caracteres morfológicos, no ha estado exenta de inconvenientes en la búsqueda de caracteres diagnósticos más precisos para la descripción y clasificación de especies. Es así que, desde hace aproximadamente cinco décadas, el examen morfológico ha debido complementarse necesariamente con distintos tipos de análisis genéticos, constituyendo en conjunto herramientas robustas para el estudio de relaciones entre especies (véase una revisión en Berger 1983). En ese contexto de análisis biosistemático, la citogenética ha sido una de las herramientas más utilizadas para la caracterización de especies, en sus inicios a través del conteo de números cromosómicos mitóticos o meióticos y en tiempos más recientes, analizando tanto la morfología de los cariotipos como la determinación de la localización cromosómica de secuencias específicas de ADN utilizadas como marcadores (cistrones ribosomales, genes de copia única, secuencias teloméricas, ADN satélite) (Nakamura 1986, Qiu *et al.* 2001, Martínez *et al.* 2001, Gallardo-Escárate *et al.* 2005).

A nivel mundial, son abundantes las revisiones que han discutido aspectos citogenéticos de moluscos, principalmente para especies de bivalvos y gastrópodos (Burch y Huber 1966; Menzel

1968; Patterson 1969; Patterson y Burch 1978; Ahmed 1973, 1976; Murray 1975; Nakamura 1985, 1986; Thiriot-Quévieux *et al.* 1988; Thiriot-Quévieux 1994, 2002, 2003; Stadler *et al.* 1996; Méndez *et al.* 2001; Martínez *et al.* 2001). En esas revisiones, se han documentado los avances logrados en términos de representación taxonómica y cobertura geográfica, se ha discutido el aporte y los niveles de resolución de las distintas técnicas citogenéticas utilizadas y se han entregado antecedentes sobre números cromosómicos y estructura de cariotipos para especies de diferentes clases. Esos trabajos, dado el buen nivel de detalle de la información entregada, han sido utilizados como referencia en numerosos estudios citogenéticos de moluscos de diferentes partes del mundo. Sin embargo, para especies del cono sur de Sudamérica aún existen grandes vacíos, ya que sólo se dispone de datos publicados para un total de nueve especies (Thiriot-Quévieux 2002, 2003, Jara-Seguel *et al.* 2000, Jara-Seguel *et al.* 2005), lo cual no se condice con la alta diversidad taxonómica descrita para aquellas zonas geográficas australes (Valdovinos *et al.* 2003).

En Chile, los estudios cromosómicos en moluscos son escasos y el estado del conocimiento de aspectos citogenéticos ha sido discutido en encuentros nacionales e internacionales relacionados con las ciencias del mar y la limnología (von Brand 2002, Jara-Seguel 2006). Como conclusión de esos debates, se ha enfatizado en la necesidad de generar mayor cantidad de información citogenética para moluscos acuáticos chilenos, dada su utilidad en estudios de taxonomía y evolución, así como por su potencial aplicación en programas biotecnológicos orientados a la manipulación cromosómica (von Brand *et al.* 2005). Considerando esas necesidades y sus potenciales aplicaciones, el objetivo de la presente comunicación es proporcionar antecedentes sobre los estudios cromosómicos hasta ahora realizados en moluscos acuáticos chilenos, recopilando por primera vez toda la información conocida que, en la mayor parte de las especies, consiste en la descripción de números cromosómicos somáticos y en una menor parte de ellas, en descripciones de la morfología de los cariotipos.

## METODOLOGÍA

Los datos cromosómicos fueron recopilados de literatura personal y desde diferentes bases de información electrónica ([www.sochigen.cl](http://www.sochigen.cl), [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl)). El listado confeccionado incluye todos los números cromosómicos documentados hasta ahora para gastrópodos y bivalvos chilenos. Los taxa son listados por clase, familia, especie y/o subespecie. El tratamiento taxonómico utilizado es aquel presentado por los mismos autores en sus trabajos. En todos los casos se consideran números cromosómicos somáticos ( $2n$ ) de acuerdo a los datos mostrados en los trabajos originales. Sólo en dos casos existe corroboración a través del conteo del número cromosómico haploide en células meióticas. De igual forma, para algunas especies se señala el tipo de tejido desde el que fueron obtenidos los cromosomas.

## RESULTADOS

Se recopilaron datos de números cromosómicos para 23 especies de moluscos marinos (11 gastrópodos y 12 bivalvos) y dos especies de bivalvos dulceacuícolas (Cuadros 1 y 2). Para una especie de gastrópodo y cuatro de bivalvos se incluyen datos sobre morfología cromosómica. Solamente tres especies de bivalvos han sido re-estudiadas (*Argopecten purpuratus*, *Choromytilus chorus* y *Diplodon chilensis*) y sólo para *A. purpuratus* se cuenta también con técnicas de bandeo cromosómico (actinomicina D, Ag-NOR).

Las especies de gastrópodos de las familias Discodorididae y Facelinidae presentan un número cromosómico  $2n = 30$ , mientras que las especies de Fissurellidae y Naticidae tienen un número  $2n = 32$ . Las especies de la familia Calyptraeidae, muestran números somáticos altos, desde *ca.* 54 hasta 150-160 cromosomas, que sugieren ser casos de poliploidía. El único cariotipo analizado corresponde al del nudibranquio *Phidiana inca*, el que está constituido por cromosomas metacéntricos, submetacéntricos

y telocéntricos.

En el caso de los bivalvos, las especies representantes de las familias Mesodesmatidae, Mytilidae, Ostreidae, Pectinidae, Pharidae, Semelidae, Veneridae e Hyriidae, muestran números diploides que fluctúan entre 20 y 38 cromosomas. El orden Veneroida es el más representado a nivel de familia (cuatro familias marinas y una dulceacuícola) y el número cromosómico  $2n = 38$  es común para especies de cuatro géneros incluidos en el listado (*Mesodesma*, *Ensis*, *Semele*, *Venus*). El segundo orden más representado es Mytiloida, con una familia y cuatro géneros (*Mytilus*, *Choromytilus*, *Semimytilus*, *Perumytilus*), cuyos números cromosómicos son  $2n = 28, 30$  y  $34$ , según la especie. El número  $2n = 28$  es el más representado y está presente en especies de cuatro géneros.

Sólo para cinco especies de bivalvos presentadas en el listado se ha analizado la morfología del cariotipo. En cuatro de ellas se ha descrito la presencia de cromosomas metacéntricos y submetacéntricos, y sólo en el caso de *Argopecten purpuratus* se ha descrito un cariotipo que incluye cromosomas metacéntricos y subtelocéntricos.

La diploidía es uno de los caracteres citogenéticos más conservados en especies de la clase bivalvia. Sin embargo, se han descrito casos excepcionales tales como la poliploidía natural observada en especímenes de *Argopecten purpuratus* ( $3n = 48$ ) y en el esférico *Musculium argentinum* ( $2n = ca. 130$ ).

## DISCUSIÓN

Las 25 especies de moluscos aquí listadas, representan una proporción menor de la diversidad acuática descrita para Chile (ver Letelier *et al.* 2003). De tal forma, los datos sobre números cromosómicos y estructura de cariotipos hasta ahora conocidos para moluscos chilenos, aún no son concluyentes para realizar interpretaciones citotaxonómicas o citoevolutivas, ya que 12 de los 17 géneros listados han sido analizados por primera vez y 10 de ellos están representados aquí por una sola especie. No obstante, algunas relaciones citogenéticas pueden ser esbozadas considerando las fuentes bibliográficas y los datos cromosómicos mostrados en los Cuadros 1 y 2, además de los antecedentes aportados por Thiriot-Quévroux (2002, 2003) para algunas familias de bivalvos y gastrópodos de distintas regiones del mundo.

Respecto de especies de la clase Gastropoda, el número cromosómico  $2n = 32$  del género *Fissurella* (Fissurellidae) es compartido por las cinco especies analizadas. Ese número cromosómico  $2n = 32$  está presente también en cinco especies asiáticas del género *Haliotis* (Haliotidae), dentro del cual se han descrito además los números  $2n = 28$  y  $36$  que se reparten entre otras tres especies. En general, los arqueogastrópodos hasta ahora estudiados (familias Fissurellidae, Haliotidae, Trochidae y Phasianellidae), presentan números cromosómicos variables que fluctúan entre  $2n = 16$  y  $2n = 36$ . En el caso de los mesogastrópodos, *Crepidula* muestra números somáticos altos y variables (*ca.* 54 y 150-160) los que, si bien son poliploides, no coinciden con el  $n = 17$  descrito previamente para su género hermano *Calyptraea*. Posiblemente, *Crepidula coquimbensis* es triploide ( $3n = 54$ ) con un número básico  $n = 18$  cercano al de *Calyptraea*. No obstante, es necesario realizar conteos cromosómicos adicionales más precisos para el género *Crepidula*. En el caso del género *Sinum*, su número cromosómico  $2n = 32$  está presente también en otros géneros hermanos, aunque el número más frecuente descrito dentro de la familia es  $2n = 34$ . Los nudibranchios *Anisodoris* y *Phidiana*, comparten un número cromosómico  $2n = 30$  y su valor  $n = 15$  está dentro del rango de números haploides  $n = 12, 13$  y  $16$  descritos para especies de cinco familias del hemisferio norte.

En la clase Bivalvia, las familias más estudiadas son Mytilidae, Ostreidae y Pectinidae. En Mytilidae, el número cromosómico  $2n = 28$  de las especies de *Mytilus* es un carácter común entre taxa de distribución disjunta a lo largo de las costas mediterráneas de Europa y costa del Pacífico de Norte América y Sudamérica. De igual forma, ese número cromosómico  $2n = 28$  es compartido con algunas especies de los géneros hermanos *Brachidontes*, *Perna* y *Septifer*, los que también presentan una amplia distribución geográfica a nivel mundial. De acuerdo con esos antecedentes citogeográficos, es



CUADRO 1. Números cromosómicos de gastrópodos marinos chilenos.  
Tejido: Branquial (b), huevos en segmentación (h); m = metacéntrico, sm = submetacéntrico,  
t = telocéntrico

Taxón	2n	Cariotipo	Tejido	Referencias
Calyptraeidae				
<i>Crepidula coquimbensis</i>	54		b	Contreras <i>et al.</i> (1998)
<i>C. dilatata</i>	150-160		b	Contreras <i>et al.</i> (1998)
<i>C. fecunda</i>	150-160		b	Contreras <i>et al.</i> (1998)
Discodorididae				
<i>Anisodoris rudberghi</i>	30		h	Godoy (1998)
Facelinidae				
<i>Phidiana inca</i>	30	9m, 1sm, 5t	h	Godoy <i>et al.</i> (1997)
Fissurellidae				
<i>Fissurella maxima</i>	32		h	Amar (2003)
<i>F. cumingi</i>	32		h	Amar (2003)
<i>F. latimarginata</i>	32		h	Amar (2003)
<i>F. crassa</i>	32			Pinochet <i>et al.</i> (2006)
<i>F. limbata</i>	32			Pinochet <i>et al.</i> (2006)
Naticidae				
<i>Sinum cymba</i>	32		h	De la Barra <i>et al.</i> (1999)

posible sugerir que el número  $2n = 28$  podría constituir un carácter ancestral para la familia Mytilidae (presente en cuatro géneros), en la que han sido descritos también los números  $2n = 24, 26, 30, 32$  y  $34$  (tal vez caracteres derivados), que se reparten en otros nueve géneros y dentro de ellos las especies del Pacífico sur *Choromytilus chorus*, *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus algosus*. Dentro de la familia Ostreidae, el número cromosómico  $2n = 20$  del género *Tiostrea* es similar al descrito para otros tres géneros hermanos (*Ostrea*, *Crassostrea*, *Saccostrea*), por lo que tiene validez como carácter diagnóstico propio de esa familia cosmopolita. En el caso de Pectinidae, el número  $2n = 32$  del género *Argopecten* es común para sus dos especies hasta ahora estudiadas (*A. purpuratus* y *A. irradians*) y su  $n = 16$  es compartido también con una población triploide de *A. purpuratus* ( $3n = 48$ ). Dentro de esa familia, existen otros siete géneros analizados (*Aequipecten*, *Chlamys*, *Euvola*, *Nodipecten*, *Pecten*, *Placopecten*, *Adamussium*) y en general los números diploides fluctúan entre 26 y 38 cromosomas.

Respecto de los bivalvos dulceacuícolas, uno de los casos más relevantes es la poliploidía descrita para especies de la familia cosmopolita Sphaeriidae. Dentro de esa familia, *Musculium argentinum*, que habita en Chile y Argentina, presenta un número cromosómico  $2n = ca. 130$ , el cual es distinto del  $2n = ca. 247$  descrito para *M. securis* del hemisferio norte (Jara-Seguel *et al.* 2005).

CUADRO 2. Números cromosómicos de bivalvos marinos y dulceacuícolas chilenos.  
 Tejido: Huevos en segmentación (h), juveniles extramarsupiales (j), gónada (g); m = metacéntrico,  
 sm = submetacéntrico, st = subtelocéntrico. AMD = Bandas actinomicina D.

Taxón	2n (n)	Cariotipo	Tejido	Referencias
Especies marinas				
Mesodesmatidae				
<i>Mesodesma donacium</i>	38		h	Amar (2001)
Mytilidae				
<i>Choromytilus chorus</i>	30	10m, 5sm	h	Palma-Rojas (1980) Palma-Rojas <i>et al.</i> (1997)
<i>Mytilus chilensis</i>	28		h	Guerra <i>et al.</i> (1999)
<i>Mytilus edulis chilensis</i>	28		h	Guerra <i>et al.</i> (1999)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	28 (14)		h (g)	Palma-Rojas <i>et al.</i> (2004) Alvarez-Sarret <i>et al.</i>
<i>Perumytilus purpuratus</i>	34			(1991)
<i>Semimytilus algosus</i>	30			Goldstein <i>et al.</i> (2006)
Ostreidae				
<i>Tiostrea chilensis</i>	20	Ag - NOR 7m, 3sm	h h	Ladrón de Guevara <i>et al.</i> (1994) Ladrón de Guevara <i>et al.</i> (1996)
Pectinidae				
<i>Argopecten purpuratus</i>	32 48	2m, 14st Triploide Ag-NOR, AMD	h	Von Brand <i>et al.</i> (1990) Alvarez y Lozada (1992) Gajardo <i>et al.</i> (2002)
Pharidae				
<i>Ensis macha</i>	38		h	Araya-Jaime <i>et al.</i> (2006)
Semelidae				
<i>Semele solida</i>	36 - 38		b	Guerra y Campos (1991)
Veneridae				
<i>Venus antiqua</i>	38 (19)		h (g)	Guerra <i>et al.</i> (1999)
Especies dulceacuícolas				
Hyriidae				
<i>Diplodon chilensis</i>	34	8m, 1m-sm, 8sm	h	Jara -Seguel <i>et al.</i> (2000) Peredo <i>et al.</i> (2003)
Sphaeriidae				
<i>Musculium argentinum</i>	ca. 130	Poliploide	j	Jara-Seguel <i>et al.</i> (2005)

Esa alta poliploidía es compartida también con otros géneros de Sphaeriidae (*Sphaerium*, *Pisidium*) cuyos números  $2n$  fluctúan entre 152 y 209 cromosomas. No obstante, a pesar de esa alta variación, un número cromosómico  $n = 19$  ha sido sugerido como el número básico más probable para la familia Sphaeriidae, carácter que la relaciona estrechamente con otras familias del orden Veneroidea cuyo número más frecuente y tal vez ancestral es  $2n = 38$  (Lee 1999). En el caso de la familia Hyriidae, *Diplodon chilensis* es la única especie del género *Diplodon* presente en Chile. El número cromosómico y la estructura del cariotipo de *D. chilensis* son los únicos datos disponibles para el género, por lo que aún no es posible analizar relaciones citogenéticas con sus especies hermanas, que serían aproximadamente 30 y todas exclusivas de Sudamérica (E. Parada, com. pers.).

En conclusión, la existencia de datos cromosómicos sólo para 25 especies de moluscos chilenos, deja en evidencia que aún hay mucho por investigar en términos de representación taxonómica. En el futuro, es necesario enfatizar no sólo en el conocimiento de números cromosómicos somáticos y haploides, sino también en la determinación de morfologías cromosómicas, para así interpretar y entender en mejor forma las variaciones numéricas y estructurales observadas en el cariotipo de cada género o familia. Todos los análisis que estén basados en la estructura del cariotipo estándar, podrían ser complementados también con la aplicación de técnicas avanzadas de citogenética molecular (i. e., técnicas de bandedo, hibridación *in situ* fluorescente, estimación del valor C), lo cual sería de gran ayuda para elucidar relaciones citotaxonómicas y citoevolutivas más consistentes dentro de las distintas clases de moluscos chilenos, tal como lo describe Thiriot-Quiévreux (2002, 2003) en sus revisiones que incluyen una alta diversidad de bivalvos y gastrópodos distribuidos en distintas zonas geográficas a nivel mundial.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Claudio Palma-Rojas y a Esperanza Parada por la lectura del manuscrito. A Elisabeth von Brand, por el envío de literatura referente a estudios citogenéticos en moluscos marinos. Base de datos generada durante la ejecución del proyecto DGIUCT 2005-4-02.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, M.  
1973 Cytogenetics of oysters. *Cytologia* 38: 337-346.
- AHMED, M.  
1976 Chromosome cytology of marine pelecypod molluscs. *Journal of Science (Karachi)* 4: 77-94.
- ALVAREZ-SARRET, E., LOZADA, E. y AHUMADA, G.  
1991 Cariotipo de *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae). *Investigaciones Pesqueras* 36: 85-88.
- ALVAREZ, S. y LOZADA, L.  
1992 Spontaneous triploidy in Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) (Bivalvia, Pectinidae). *Investigaciones Pesqueras* 37: 119-126.
- AMAR, G.  
2001 Cariotipo cuantitativo de *Mesodesma donacium* (Bivalvia: Mesodesmatidae). Tesis de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 55 p.
- AMAR, G.  
2003 Comparación cariotípica de tres especies de fisurélidos. Tesis de Magister en Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 49 p.

- ARAYA-JAIME, C., PALMA-ROJAS, C., GALLARDO, C. y VON BRAND, E.  
2006 El cariotipo de *Ensis macha* Molina, 1782. En: XXVI Congreso de Ciencias del Mar. Iquique, Chile, p. 143.
- BERGER, E.  
1983 Population genetics of marine Gastropods and Bivalves. En: W. Russel-Hunter (ed.). The Mollusca, Ecology. Academic Press, Sao Paulo, p. 563-595.
- BURCH, J. y HUBER, J.  
1966 Polyploidy in molluscs. *Malacologia* 5: 41-43.
- CONTRERAS, P., PALMA-ROJAS, C. y WINKLER, F.  
1998 Citogenética de tres especies del género *Crepidula* (Mollusca: Calyptraeidae). En: XXXI Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile. La Serena, p. 85.
- DE LA BARRA, C., VON BRAND, E. y RIQUELME, R.  
1999 Cariotipo tentativo de *Sinum cymba* (Mollusca: Mesogastropoda). En: IV Congreso Latinoamericano de Malacología y III Encuentro Nacional de Investigadores en Malacología de Chile, Coquimbo, p. 78.
- GAJARDO, G., PARRAGUEZ, M. y COLIHEUQUE, N.  
2002 Karyotypic analysis and banding pattern of *Argopecten purpuratus*. *Journal of Shellfish Research* 21(2): 585-590.
- GALLARDO-ESCÁRATE, C., ÁLVAREZ-BORREGO, J., DEL RÍO-PORTILLA, M., CROSS, I., MERLO, A. y REBORDINOS, L.  
2005 Fluorescence in situ hybridization of rDNA, telomeric (TTAGGC)<sub>n</sub> and (GATA)<sub>n</sub> repeats in the red abalone *Haliotis rufescens* (Archaeogastropoda: Haliotidae). *Hereditas* 142: 73-79.
- GODOY, M., VON BRAND, E. y PALMA-ROJAS, C.  
1997 Karyotype of the Nudibranch *Phidiana inca* (Mollusca: Opisthobranchia). *The Veliger* 40(1): 43-46.
- GODOY, M.  
1998 Comparación cariotípica de los nudibranquios *Phidiana lottini* y *Anisodoris rudberghi*. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte. 47 p.
- GOLDSTEIN, J., GALLARDO-ESCÁRATE, C., PALMA-ROJAS, C. y VON BRAND, E.  
2006 Cariotipo cuantitativo y tamaño genómico en *Semimytilus algosus* Gould, 1850. En: XXXIX Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Viña del Mar, p. 20.
- GUERRA, R. y CAMPOS, B.  
1991 Caracterización del número cromosómico de *Semele solida* (Mollusca: Bivalvia). En: IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, COLACMAR, p. 138.
- GUERRA, R., RAMÍREZ, M. y WINKLER, F.  
1999 Caracterización cromosómica de *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854) y *Mytilus edulis chilensis* (Soot-Ryen 1955) (Mollusca: Bivalvia). En: XIX Congreso de Ciencias del Mar, Antofagasta, p. 120.
- GUERRA, R., MELLIBOSKY, D., RAMÍREZ, M. y WINKLER, F.  
1999 Caracterización cariológica en *Venus antiqua* (Mollusca: Bivalvia). En: IV Congreso Latinoamericano de Malacología y III Encuentro Nacional de Investigadores en Malacología de Chile, Coquimbo, p. 80.
- JARA-SEGUEL P., PEREDO, S., PARADA, E., PALMA-ROJAS, C. y LARA, G.  
2000 Quantitative Karyotype of *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae). *Gayana* 64(2): 189-193.
- JARA-SEGUEL, P., PEREDO, S. y PARADA, E.  
2005 Registro de poliploidía en la almeja dulceacuícola *Musculium argentinum* (D'Orbigny, 1835) (Bivalvia: Sphaeriidae). *Gayana* 69(1): 35-39.
- JARA-SEGUEL, P., PEREDO, S., PARADA, E., PALMA-ROJAS, C. y AMAR, G.  
2006 Poliploidía y espermatogénesis en la almeja dulceacuícola *Musculium argentinum* D'Orbigny (Sphaeriidae). *Biological Research* 39: 171.
- JARA-SEGUEL, P.  
2006 Citogenética y su aplicación en taxonomía: Experiencias en bivalvos dulceacuícolas chilenos. Simposio herramientas de la taxonomía aplicadas a los estudios limnológicos. En: III Congreso Sociedad de Limnología de Chile y XV Taller Comité de Limnología de Chile, Punta Arenas, p. 14.
- LADRÓN DE GUEVARA, B., PALMA-ROJAS, C. y WINKLER, F.

- 1994 Karyotype description and the position of the nucleolar organizer region (NOR) in the Chilean oyster *Tiostrea chilensis* (Philippi). Chanley and Dinamani, p. 399-405. In: A. Beaumont (ed.), Genetic and Evolution of Aquatic Organisms, Chapman & Hall, London.
- LADRÓN DE GUEVARA, B., WINKLER, F., RODRÍGUEZ-ROMERO, F. y PALMA-ROJAS, C.  
1996 Comparative karyology of four American oyster species. *The Veliger* 39(3): 260-266.
- LEE, T.  
1999 Polyploidy and meiosis in the freshwater clam *Sphaerium striatinum* (Lamarck) and chromosome numbers in the Sphaeriidae (Bivalvia, Veneroidea). *Cytologia* 64: 247-252.
- LETÉLIER, S., VEGA, M., RAMOS, A. y CARREÑO, E.  
2003 Base de datos del Museo de Historia Natural: Moluscos de Chile. *Revista de Biología Tropical* 51(3): 33-50.
- MARTÍNEZ, A., GONZÁLEZ-TIZÓN, A. y MARINÑAS, L.  
2001 Bandas cromosómicas en moluscos bivalvos. En: Méndez-Felpeto (ed.). Los moluscos bivalvos: Aspectos citogenéticos, moleculares y aplicados. Universidad de La Coruña, Xaneiro, p. 49-76.
- MÉNDEZ, J., INSUA, A. y LÓPEZ-PIÑÓN, J.  
2001 Caracterización citogenética en moluscos bivalvos. En: Méndez-Felpeto (ed.). Los moluscos bivalvos: Aspectos citogenéticos, moleculares y aplicados. Universidad de La Coruña, Xaneiro, p. 15-48.
- MENZEL, R.  
1968 Chromosome number in nine families of marine pelecypod molluscs. *The Nautilus*, 82(2): 45-50.
- MURRAY, J.  
1975 **The genetics of the Mollusca.** En: R. King (ed.). *Handbook of Genetics*, Plenum, New York, p. 3-31.
- NAKAMURA, H.  
1985 A review of molluscan cytogenetic information based on the CISMOCH-Computerized Index System for Molluscan Chromosomes. *Bivalvia, Polyplacophora and Cephalopoda. Venus* 44: 193-225.
- NAKAMURA, H.  
1986 Chromosomes of Archaeogastropoda (Mollusca: Prosobranchia), with some remarks on their taxonomy and phylogeny. *Publication Seto Marine Biology Laboratory* 31:191-267.
- PALMA-ROJAS, C.  
1980 El cariotipo de *Choromytilus chorus*. *Archivos de Biología y Medicina Experimental* 13(1): 142.
- PALMA-ROJAS, C., VON BRAND, E. y GUERRA, R.  
1997 Quantitative karyotype of *Choromytilus chorus* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae). *The Veliger* 40(3): 259-262.
- PALMA-ROJAS, C., AMAR, G., ARAYA, J., LÉPEZ E., TARIFEÑO, I. y VON BRAND, E.  
2004 El cariotipo de *Mytilus* sp. En: XXXVII Reunión Anual Sociedad de Genética de Chile, Viña del Mar, p. 99.
- PATTERSON, C.  
1969 Chromosomes of molluscs. En: Proceedings of the 2nd Symposium of Mollusca, Ernakulam, Cochin – India, Marine Biological Association. Bangalore – India, p. 635-686.
- PATTERSON, C. y BURCH, J.  
1978 Chromosomes of pulmonate mollusks. En: V. Fretter & J. Peaje (eds.). *Pulmonates: Systematics, Evolution and Ecology*. Academic Press, New York, p. 171-217.
- PEREDO S., JARA-SEGUEL, P., PARADA, E. y PALMA-ROJAS, C.  
2003 Comparative Karyology of Lentic and Lotic Population of *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae). *The Veliger* 46(4): 314-319.
- PINOCHET, C., CAPETILLO, J. y NORTHLAND, I.  
2006 Aporte citogenético y morfométrico a la taxonomía del género *Fissurella* de Antofagasta. *Biological Research* 39: 183.
- QIU, A., SHI, A. y KOMARU, A.  
2001 Yellow and brown shell color morphs of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) from Sichuan Province, China, are triploids and tetraploids. *Journal of Shellfish Research* 20(1): 323-328.
- STADLER, T., LOEW, M. y STREIT, B.  
1996 Genetics and mating systems of polyploidy freshwater hermaphrodite snails. *Malacological Review* 6: 121-127.
- THIRIOT-QUIÉVREUX, C., SOYER, J., BOUVY, M. y ALLEN, J.

- 1988 Chromosomes of some subantarctic brooding bivalve species. *The Veliger* 30: 248-256.  
THIRIOT-QUIÉVREUX, C.
- 1994 Chromosomal genetics. En: A. Beaumont (ed.). *Genetics and Evolution of Aquatic Organisms*. Chapman & Hall, London, p. 369-388.  
THIRIOT-QUIÉVREUX, C.
- 2002 Review of the literature on bivalve cytogenetics in the last ten years. *Cahiers de Biologie Marine* 43:17-26.  
THIRIOT-QUIÉVREUX, C.
- 2003 Advances in chromosomal studies of gastropod mollusks. *Journal of Molluscan Studies* 69: 187-202.  
VALDOVINOS, C., NAVARRETE, S. y MARQUET, P.
- 2003 Mollusks species diversity in the Southeastern Pacific: why are there more species towards the pole? *Ecography* 26: 139-144.
- VON BRAND, E., BELLOLIO, G. y LOHRMANN, K.
- 1990 Chromosome number of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. *Tohoku Journal Research* 0: 91-95.  
VON BRAND, E.
- 2002 Genetics of marine mollusks in Chile: An overview. En: *International workshop on restoration of benthic invertebrate populations: Genetics, diseases and ecology*. Coquimbo, Chile, p. 77.
- VON BRAND, E., MERINO, G., PALMA-ROJAS, C., GALLARDO-ESCÁRATE, C., URIBE, E., LOHRMANN, K., DUPRÉ, E., AMAR, G. y GUIBADO, C.
- 2005 Biotecnología de manipulación cromosómica aplicada al cultivo de ostión del norte *Argopecten purpuratus*. Monografía de proyectos FONDEF D02I1095 – D98I1044. 10 p.

Manuscrito recibido: 11.05.07; aceptado: 04.07.07.



## USO DE LA TIERRA Y EUTROFIZACIÓN EN EL HUMEDAL EL YALI (33°49'S, 71°23'W), COMUNA DE SANTO DOMINGO

GABRIEL HENRÍQUEZ GÁRATE  
ictioceronte@gmail.com

### RESUMEN

El humedal El Yali es uno de los complejos de lagunas y vegas más importantes de la zona central de Chile. Debido a su rica diversidad biológica este humedal se encuentra incluido en la lista de humedales de importancia internacional mantenida por la Convención para la Conservación de los Humedales de Ramsar (1971).

Diversas observaciones cualitativas de campo realizadas en las distintas lagunas del humedal, daban cuenta de grandes floraciones de micro y macroalgas y de la presencia de sedimentos anóxicos en sus riberas, ambas evidencias de altos contenidos de nutrientes, motivo por el cual y dada la importancia de estos ecosistemas se decidió evaluar su contenido de nutrientes e identificar su procedencia.

Las lagunas Matanza, Colejuda, Cabildo, El Rey y Seca se encontrarían en estado eutrófico. La concentración de nutrientes detectada en cinco de los cuerpos de agua del humedal fue estadísticamente asociada al uso de la tierra en las microcuencas que componen el sitio. Se discute la necesidad de reforestar especialmente las riberas de los cuerpos de agua.

---

Palabras clave: Eutrofización, Humedal El Yali, Sitio Ramsar, Chile central.

### ABSTRACT

**Land use and eutrophication in the Humedal El Yali (33°49'S, 71°23'W), Comuna de Santo Domingo.**

The Yali Wetlands is one of the more important wetlands complexes of central Chile. Its high diversity has motivated its inclusion on the list of wetlands of international importance of the Ramsar Convention (1971).

In several qualitative surveys carried out in different lagoons great blooms of micro and macro webs and the existence of anoxic sediments in its margins were observed, both evidence of high nutrient concentrations. In the face of this fact we decided evaluate the lagoons nutrient concentration and identificate its origin.

The lagoons Matanza, Colejuda, Cabildo, El Rey y Seca were in eutrofic condition. The nutrients concentration detected in the five lagoons evaluated were statistically associated to the land use. We discus the need of preserving the natural flora and to restore the native vegetation of the margins to restore the valuable normal wetland condition of the area, in order to preserve adequately its important flora and fauna.

---

Key words: Eutrofication, Wetland El Yali, Ramsar site, Central Chile .

### INTRODUCCIÓN

Los humedales representan una gran cantidad de recursos y cumplen muchas funciones indispensables para el desarrollo económico, social y cultural de las comunidades humanas. Aportan alimentos, tierras de pastoreo, agua de beber, medicinas, nutrientes naturales para el suelo, purifican el agua, estabilizan el clima y reciclan nutrientes.

Son considerados los ambientes que mayor número de especies albergan en relación a su tamaño, lo que los hace indispensables para la conservación de la diversidad biológica. Su protección



y uso racional son críticos y constituirán uno de los más importantes desafíos que deberán enfrentar las nuevas generaciones (Rebenga *et al.* 2000).

La cobertura de vegetación alrededor de los humedales y especialmente en las cuencas, constituye un componente de importancia para su funcionamiento, por esta razón la deforestación de las cuencas con el fin de cambiar el uso del suelo incide directamente en su degradación y ha sido asociada significativamente con el grado de eutrofización que presentan estos cuerpos de agua (Vollenweider & Kerebes 1980).

La eutrofización de los cuerpos de agua es un proceso que puede ser interpretado como el grado de envejecimiento de éstos (Margalef 1980). Vollenweider (1968), en base a una aproximación de escala amplia, que incluía el estudio y los datos de una gran cantidad de distintos lagos, demostró que el ingreso de nutrientes en un lago estaba en relación directa con el contenido de nutrientes en sus aguas. Esta relación fue lo suficientemente fuerte como para descartar otras causas e interpretar que el aumento de nutrientes representaba la causa principal de la modificación de la hidrología, morfología y aumento de la sedimentación en los lagos, las que constituyen las principales consecuencias de la eutrofización. Es decir, el aumento del contenido de nutrientes está en estrecha relación con el grado de eutrofización de los cuerpos de agua.

Cuando se incorporan grandes cantidades de nutrientes (mayoritariamente Fósforo y Nitrógeno) al agua, estos actúan como fertilizantes, provocando un aumento considerable de la producción vegetal en el lago. Esta a su vez genera un aumento de la producción de organismos animales que viven en él. Cuando, como producto de su ciclo natural estos organismos mueren, caen al fondo donde se pudren. El proceso de putrefacción consume grandes cantidades de oxígeno y, eventualmente, puede consumir todo el oxígeno de los sedimentos y del agua adyacente. Esto provoca la muerte de los organismos que allí viven, al disminuir la calidad del agua, la diversidad y generan una pérdida del valor general del cuerpo de agua, tanto desde el punto de vista ecosistémico como económico.

El humedal El Yali (Fig. 1) es uno de los complejos de lagunas y vegas más importantes de la zona central de Chile. Su importancia se debe principalmente a la alta concentración de fauna que sostiene, debido a que es una zona de refugio y alimentación para un gran número de aves migratorias y a la existencia de una formación vegetacional no representada en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE). Estos humedales se encuentran ubicados vegetacionalmente en la Subregión del Matorral y del Bosque Espinoso. Aquí está representada la formación vegetacional denominada Matorral Espinoso de los Lomajes Costeros o Matorral Espinoso de Secano Costero (Gajardo 1994). En el área destacan seis situaciones distintas desde el punto de vista florístico y vegetacional: Sosa Brava, vegetación de vega, vegetación de pajonales, espinal, bosque nativo y vegetación exótica (Leiva *et al.* 1995).

Diversas observaciones cualitativas de campo realizadas en las distintas lagunas del Humedal El Yali, han permitido observar grandes floraciones de micro y macroalgas y de la presencia de sedimentos anóxicos en sus riberas, ambas evidencias de altos contenidos de nutrientes, motivo por el cual y dada la importancia de estos ecosistemas se decidió evaluar su contenido de nutrientes e identificar su procedencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de evaluar la relación entre el contenido de nutrientes y las coberturas que presentan las cuencas de los diferentes cuerpos de agua del Humedal El Yali, se realizó un trabajo en tres etapas:

1. Estimar los contenidos relativos de Fósforo, Nitrógeno y Clorofila "a" que presentaban algunos cuerpos de agua de este humedal.

Para esto, durante octubre de 2004, se tomaron muestras de agua en las lagunas Matanza,

Colejuda, Cabildo, El Rey y en el Tranque los Molles, analizando los contenidos de Fósforo, Nitrógeno y la variable respuesta Clorofila “a”. En cada una de las lagunas se tomaron tres muestras con dos réplicas cada una; para la medición de Fósforo y Nitrógeno se usó un espectrofotómetro HACH DR/2010. Los contenidos de clorofila “a” también fueron evaluados mediante colorimetría, previo filtrado y extracción del pigmento de acuerdo con Carlson y Simpson (1996).

2. Evaluar el grado de deforestación de las principales cuencas en el humedal El Yali.

Se estimó la cobertura de especies leñosas presentes en cada cuenca, separando bosque nativo, plantaciones forestales, matorral espinoso y praderas agrícolas estimándolos en hectáreas y como porcentaje de cobertura en cada cuenca. Para esto se definieron previamente las microcuencas sobre la base de las cartas IGM de Navidad, San Antonio y Rapel, todas éstas en escala 1: 50.000. Posteriormente se estimaron las coberturas vegetacionales mediante el estudio de fotografías aéreas calibradas con observaciones en terreno y con fotografías aéreas tomadas desde un avión a baja altura. Los datos fueron procesados en un Sistema GIS con Arc View 3.0 y ACAD 2000.

3. Se relacionó estadísticamente el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Clorofila “a” con las coberturas vegetacionales de cada microcuenca.

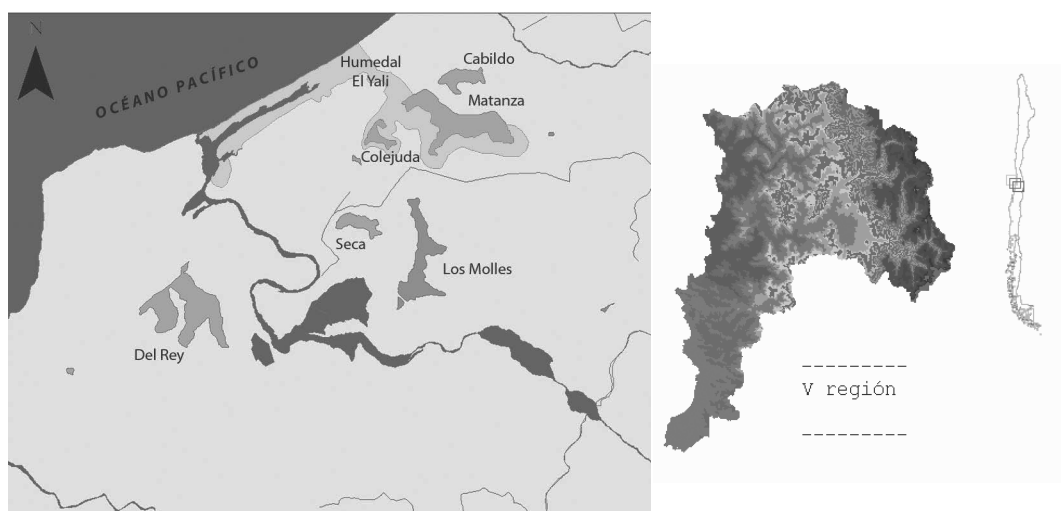


FIGURA 1: Humedal El Yali, diferentes lagunas y ubicación en la Reserva Nacional del mismo nombre.

## RESULTADOS

El área de humedales del estero El Yali protegida por Ramsar corresponde a 11.500 hectáreas. El estudio de las coberturas de distintas cuencas del humedal incluyó un muestreo que abarcó una extensión de 2.944 hectáreas, correspondientes a más del 25 % del sitio, de esta muestra, 548,3 hectáreas (18,6 %) corresponden a bosque nativo, 203,7 há. (6,9 %) a plantaciones forestales, 304,2 hectáreas (10,3 %) a matorral espinoso y 1.312,2 há (44,5 %) a praderas agrícolas. Las restantes 576,4 hectáreas (19,6 %) corresponden a cuerpos de agua (Cuadro 1). En este sentido, la mayor parte de las subcuencas de las lagunas estudiadas poseen un uso predominantemente agrícola (Fig. 2), verificándose como principal destino de estas praderas su uso para rotación de cultivos con trigo como especie principal y garbanzos y lentejas como especies secundarias o alternativas.

CUADRO 1. Uso de la tierra en las principales subcuencas del Humedal El Yali. Valores en hectáreas

Uso de la tierra	Lagunas							Totales	%
	Cabildo	Matanza	El Molle	Colejuda	El Rey	Seca			
Bosque	13,0	391,6	119,2	24,5	0	0	548,3	18,6	
P.Agrícolas	210,1	653,8	45	108,9	233,7	60,7	1312,2	44,6	
Plant. Forestales	51,2	45,4	0	49,7	24,5	33,0	203,7	6,9	
Mat. Espinoso	0	245,7	58,5	0	0	0	304,2	10,3	
Cuerpo Agua	40,7	169,5	113,1	24,4	193,3	35,5	576,4	19,6	
Cuenca	314,8	1506,0	335,4	207,5	451,5	129,1	2944,3	100	

Al analizar de forma preliminar el contenido de nutrientes (Fósforo y Nitrato total) en las diferentes lagunas del humedal El Yali se observan niveles bastante altos, muchos de los cuales superan la norma recomendada por la OCDE (EPA 2000) para cuerpos lénticos (Cuadro 2). Es así como, de acuerdo con las estimaciones de nitrógeno total, las lagunas Matanza, Colejuda, Cabildo, El Rey y Seca se encontrarían en estado eutrófico (Figs.3 y 4).

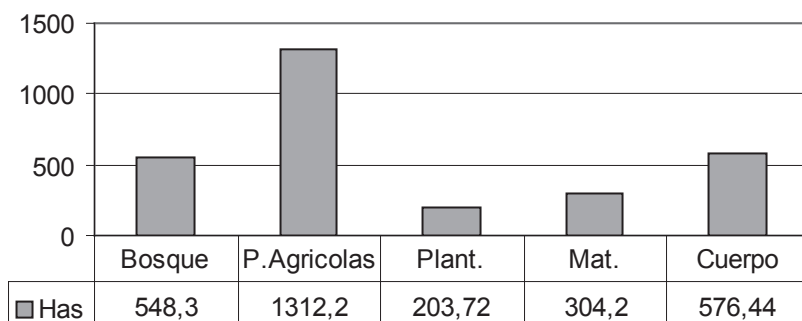


FIGURA 2. Uso de la tierra en el área de estudio, medido en hectáreas.

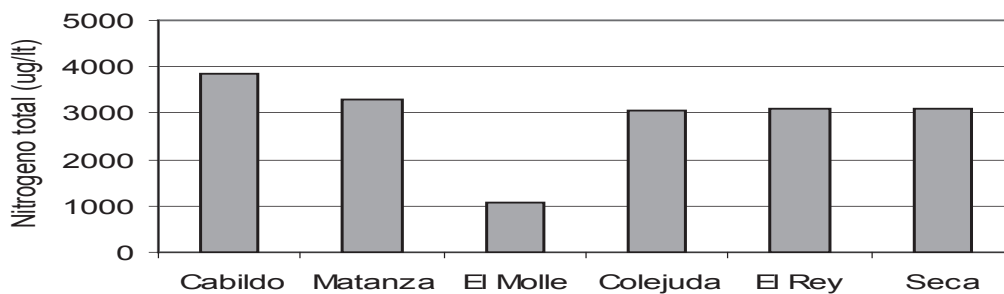


FIGURA 3. Contenido de Nitrógeno total en las lagunas del humedal el Yali.  
Octubre de 2004.

Por otra parte, una estimación de la variable de respuesta al enriquecimiento orgánico, Clorofila “a”, indica que Cabildo, Matanza y El Rey estarían eutrofizadas (Fig. 5), lo que concuerda con las observaciones de campo realizadas, en que se observaron, a simple vista, fuertes floraciones de microalgas en estas lagunas durante la primavera y el verano.

CUADRO 2. Niveles de nitrógeno total, fósforo total y clorofila “a” en algunos cuerpos de agua de el Humedal El Yali.

Lagunas	Nitrógeno total (ug/lt)	Fósforo total (ug/lt)	Clorofila “a” (ug/lt)
Cabildo	3867	310	23,1
Matanza	3284	24	82,9
El Molle	1073	34	2,7
Colejuda	3067	294	5,6
El Rey	3113	125	16,4
Seca	3110	203	5,1

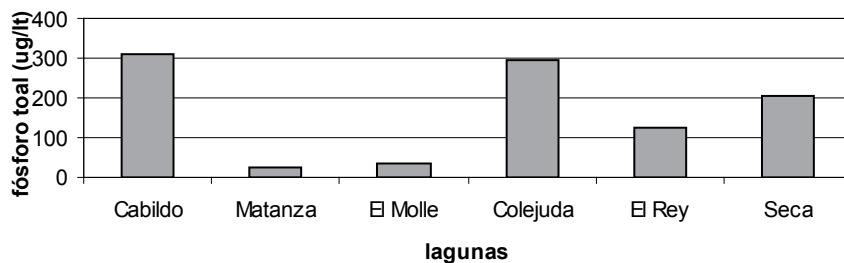


FIGURA 4. Contenido de Fósforo total en las lagunas del humedal el Yali.

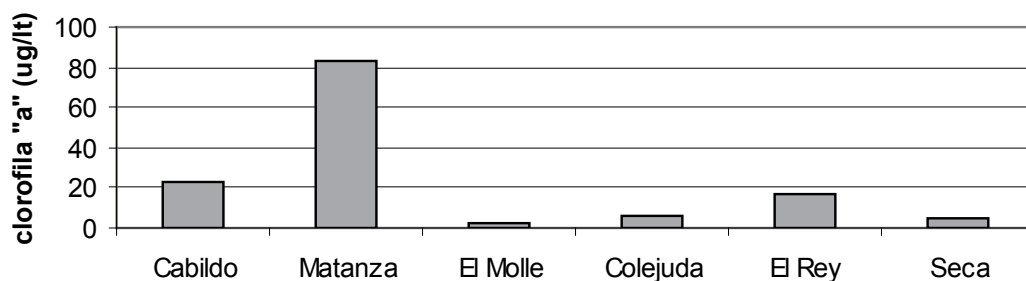


FIGURA 5. Contenido de Clorofila "a" en las lagunas del humedal el Yali.

Cuando se relaciona la proporción de praderas agrícolas que presenta cada cuenca de las lagunas del Humedal El Yali con el contenido de Nitrato total se observa que existe una relación directa entre cada variable. El enriquecimiento por Nitrógeno detectado en cada una aumenta al subir la proporción de praderas agrícolas (Figs. 6 y 7).



FIGURA 6. Praderas agrícolas y campos de trigo - Vista panorámica del Humedal el Yali (Foto: Pablo Fernández).

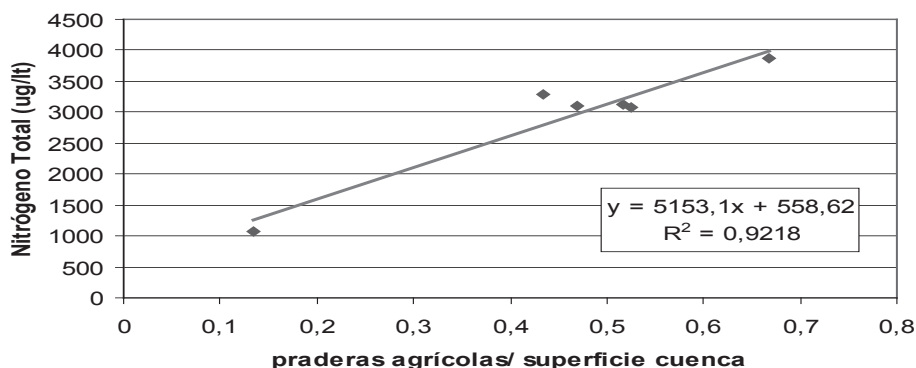


FIGURA 7. Humedal El Yali: relación entre el nitrógeno total y la proporción de praderas agrícolas de cada cuenca (octubre de 2004).

Cuando se relaciona la proporción de bosque nativo que ocupa cada cuenca con el contenido de Nitrógeno total de sus lagunas, se observa una relación inversa entre ambas variables (Figura 8). Sin embargo, en este caso el porcentaje de explicación de la variación del Nitrógeno a partir de la cobertura de bosques nativos es menor que en el caso de las praderas agrícolas.

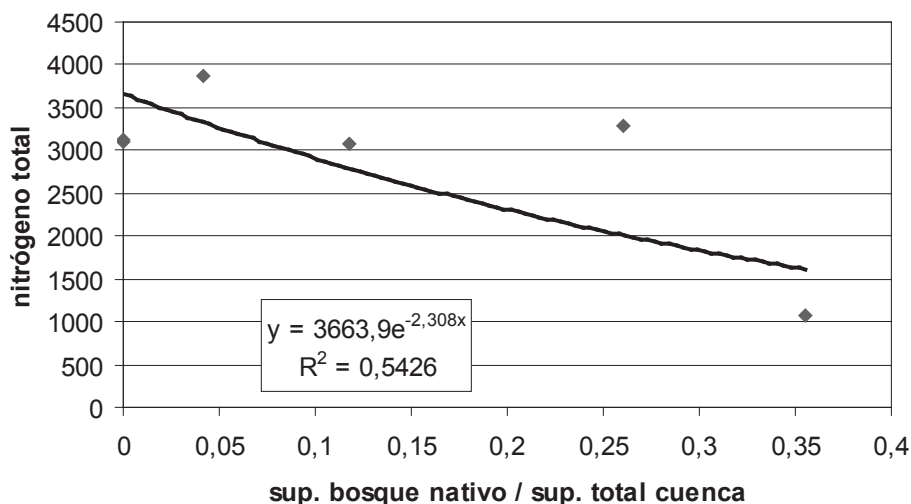


FIGURA 8. Humedal El Yali: Relación entre el nitrógeno total de cada laguna y proporción de bosque nativo presente en su cuenca (octubre 2004).

Cuando se relaciona el contenido de Fósforo total con el porcentaje de praderas agrícolas de cada cuenca, se observa que este aumenta en relación directa con la proporción de praderas agrícolas, la curva que mejor se ajusta a los datos es una exponencial positiva que explica el 52 % de la varianza. (Fig. 9).

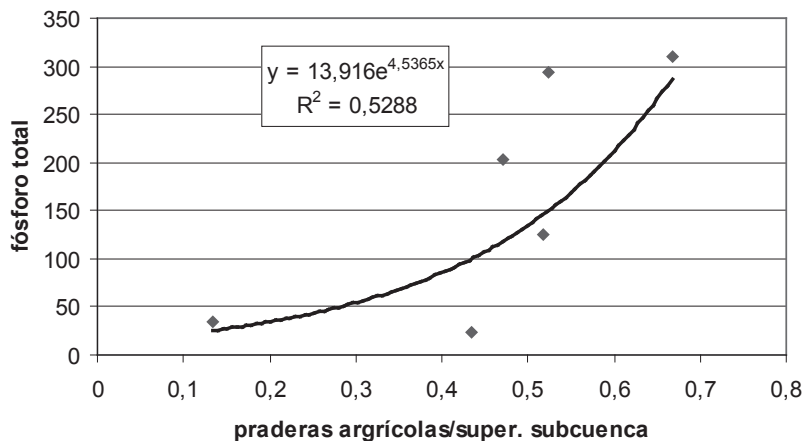


FIGURA 9. Humedal El Yali: Relación entre el fósforo total de cada laguna y la proporción de praderas agrícolas en su cuenca. (octubre de 2004).

Esta relación se invierte cuando se consideran las superficies de bosque nativo, mientras mayor es la proporción de bosque nativo menor es el grado de eutrofización de cada laguna (Fig. 10).

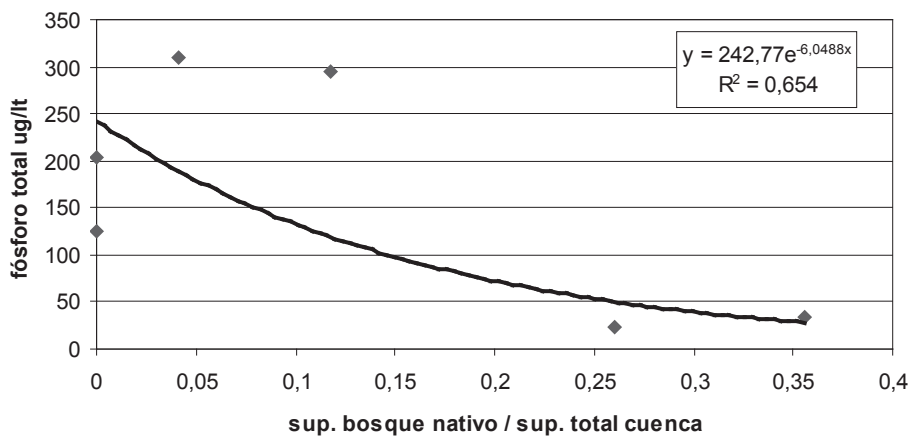


FIGURA 10. Humedal El Yali: Relación entre la proporción de bosque nativo presente en cada cuenca del humedal y el contenido de fósforo total de sus lagunas (octubre de 2004).

## DISCUSIÓN

Las formaciones vegetacionales naturales componen el 28,9 % de la superficie que abarcan estas cinco microcuencas, de éstas el 18,6 % corresponden a bosque esclerófilo en distinto grado de madurez y el 10,3 % a matorral espinoso. En general el bosque esclerófilo alcanza su mayor desarrollo

en las laderas de exposición sur de cada cuenca y está compuesto por varias especies leñosas, donde sobresalen *Cryptocarya alba*, *Trevoa trinervis*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica*, *Schinus latifolius*, *Baccharis linearis*, *Acacia caven*, *Kageneckia oblonga*; mientras el matorral espinoso posee como especie dominante a *Acacia caven* en las planicies, presentándose asociada a *Echinopsis litoralis*, *Neopoteria subgibbosa* y *Puya venusta* en las quebradas de exposición norte.

Si bien la suma de ambas formaciones vegetacionales no resulta ser del todo baja, dista mucho de ser satisfactoria para un sitio que ha sido protegido con el fin de conservar su biodiversidad. Ambas formaciones vegetacionales otorgan refugio, alimentación y zonas de reproducción que resultan ser críticas para la sobrevivencia de muchas especies de vertebrados en peligro. Así por ejemplo, en el humedal del Yali es posible encontrar 18 especies de mamíferos, de los cuales 16 serían especies nativas (Brito1999). Entre éstas, cinco se consideran inadecuadamente conocidas (I.C.), dos especies – el Chingue, *Conepatus chinga* y el Degú Costino, *Octodon lunatus* – serían consideradas raras (R), 3 especies – el Quique, *Galictis cuja*, el Degú Costino, *Octodon lunatus* y el Coipo *Myocastor coipus* se consideran Vulnerables (V) y 3 especies- la Guiña, *Oncifelis guigna*, el Cururo, *Spalacopus cyanus* y la Yaca, *Tylamis elegans* – se consideran en peligro de extinción. Todas estas especies - altamente valiosas - requieren que el bosque esclerófilo y el matorral espinoso sean protegidos y, de ser posible, que se instaure un programa de recuperación de la flora nativa en el lugar.

Por otro lado, el porcentaje de bosque nativo (esclerófilo) presente en cada cuenca está inversamente relacionado con el grado de eutrofización que manifiestan las lagunas. Esto se debe a que esta formación vegetal suele ubicarse en los márgenes de las lagunas y absorbe parte de los nutrientes que son arrastrados por el agua desde las partes más altas de cada cuenca. Por lo que una forma de mitigar el enriquecimiento por nutrientes en estos cuerpos de agua, es la recuperación de la flora nativa en las riberas del humedal.

El alto grado de contenido de nutrientes detectado en la mayoría de los cuerpos de agua del humedal ha sido también estadísticamente asociado al uso de la tierra en las microcuencas que componen el sitio. En éstas, el principal cultivo es el trigo y la forma de cultivo empleada para su producción es la de rotación de cultivos, donde se alternan períodos de cultivo de trigo, períodos de cultivo de garbanzos y períodos de descanso de la tierra. Este método se hace necesario debido al carácter de los suelos, pobres en nutrientes, que genera la necesidad de emplear fertilizantes químicos para obtener buenos rendimientos de cosecha. Esto, unido a los bajos niveles de tecnología agrícola que se emplean en la zona produce que se usen más fertilizantes que lo que el cultivo requiere. Es altamente probable que el exceso de fertilizantes sea arrastrado por las lluvias hasta los cuerpos de agua y cause su enriquecimiento orgánico o eutrofización.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, J. L.  
1999 Vertebrados del Humedal El Yali y su Costa, Santo Domingo, Chile Central. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 24: 121 – 126.
- CARLSON, R. E. & SIMPSON, J.  
1996 A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods. North American Lake Management Society, Madison, WI. 63 p.
- EPA  
2004 The Basis for Lake and Reservoir Nutrient Criteria. EPA Ed., Washington DC. 232 p.
- GAJARDO, R.  
1994 La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago.
- LEIVA, I., MEZA, J. y MODER, L.  
1995 Fundamentos para la creación de la reserva Nacional El Yali. Corporación Nacional Forestal. 20 p.
- MARGALEF, R.  
1980 Tratado de Ecología. Omega, Madrid. 951 p.



REVENGA, C., BRUNNER, J., HENNINGER, N., PAYNE, R., y KASSENS, K.

2000 **Research Report: Pilot analysis of global ecosystems: freshwater systems.** 100 p.

VOLLENWEIDER, R. A.

1968 The scientific basis of lake and stream eutrophication with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors. Technical Report DAS/DSI/68.27, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France. 482 p.

VOLLENWEIDER, R. A. & KERÉKES, J. J.

1980 Background and summary results of the OECD cooperative program on eutrophication. In: Proceedings of an International Symposium on Inland Waters and Lake Restoration, p. 26-36. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 440/5-81-010. Washington DC. 824 p.

Contribución recibida: 20.08.07; aceptada: 28.09.07

## CRUSTÁCEOS DECÁPODOS EN EL REGISTRO ARQUEOLÓGICO DEL HOLOCENO MEDIO Y TARDÍO EN LA PROVINCIA DE CHOAPA: PRIMEROS RESULTADOS

PEDRO BÁEZ R.<sup>1</sup> y DONALD JACKSON S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sección Hidrobiología, Museo Nacional de Historia Natural; Casilla 787, Santiago, Chile.

e-mail: pbaez@mnhn.cl

<sup>2</sup> Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales,  
Universidad de Chile.

e-mail: djackson@uchile.cl

### RESUMEN

Se recolectaron 11 especies de crustáceos decápodos, más otros restos de crustáceos indeterminados aún, procedentes de excavaciones arqueológicas llevadas a cabo en la costa de la comuna de Los Vilos, provincia de Choapa. El material obtenido en los hallazgos de estos asentamientos corresponde a los siguientes decápodos; *Homalaspis plana* (jaiba mora), *Pachycheles grossimanus*, *Taliepus dentatus*, *Portunus asper*, *Platyxanthops orbigny*, *Pilumnoides perlatus*, *Eurypanopeus crenatus*, *Cycloxanthops sexdecimdentatus*, *Paraxanthus barbiger*, *Acanthocyclus hassleri* y *Bellia picta*. Relativamente, la jaiba mora apareció como un elemento constante en casi todos los hallazgos del Arcaico Medio y Tardío. La diversidad de decápodos aumentó en los hallazgos de menor antigüedad. Los procesos tafonómicos han permitido la conservación esencialmente de los dactilopoditos articulados y fijos. Todas estas especies corresponden a decápodos comunes en los ambientes costeros rocosos, arenosos y columna de agua oceánica actuales de Chile Central. Su presencia en el registro arqueológico representa sólo una pequeña fracción del total de crustáceos decápodos que existen actualmente en Los Vilos y sectores aledaños.

---

Palabras clave: Crustáceos decápodos, Holoceno Medio, Holoceno Tardío, Registro arqueológico, Chile Central, Provincia de Choapa.

### ABSTRACT

**Decapod crustaceans in the archaeological records from the Late and Middle Holocene of Provincia de Choapa: former results.** Eleven decapod crustacean species, plus others undetermined remains were gathered from the archaeological material obtained in the excavations carried out between the Río Choapa (Huentelauquén) and Pichidangui beach. These materials are pieces mainly from the brachyuran xanthid crab *Homalaspis plana* (common name: Jaiba mora), *Pachycheles grossimanus*, *Taliepus dentatus*, *Portunus asper*, *Platyxanthops orbigny*, *Pilumnoides perlatus*, *Eurypanopeus crenatus*, *Cycloxanthops sexdecimdentatus*, *Paraxanthus barbiger*, *Acanthocyclus hassleri* and *Bellia picta*. The material corresponds, from a taphonomic point of view, to the articulated and fixed crab dactylopodites. All the species correspond to common crustaceans from the intertidal rocky and sandy environments of Central Chile and from the present day water column composition. Their presence within the archaeological record represent only a small fraction of the total 104 crustaceans species now extant in Los Vilos and its neighboring areas.

---

Key words: Decapod crustaceans, Middle Holocene, Late Holocene, Archaeologic record, Central Chile, Provincia de Choapa.

### INTRODUCCIÓN

Una de las formas más efectivas de detectar los cambios que han afectado a la biota marina durante largos períodos de tiempo consiste en evaluar la disponibilidad y abundancia actual de los organismos marinos de las distintas especies que integran las comunidades del ecosistema costero y comparar los resultados con el material obtenido en los hallazgos arqueológicos de esos mismos sectores. Una de las probabilidades es, que las diferencias observadas correspondan a cambios de orden cultural, producidos por la intervención humana de los sectores costeros, en la forma de una

selección basada en preferencias efectuadas sobre una disponibilidad relativamente homogénea presente al momento del establecimiento de esos grupos humanos en el sector en referencia. La hipótesis alternativa podría representar los cambios de los recursos disponibles al momento de una intervención, debido a una variación notable y drástica de los mismos bajo el efecto de una variación de tipo ambiental paleoclimática. Una tercera posibilidad, explicativa de las variaciones observadas sobre la biota marina del sector, podría corresponder al resultado de ambos efectos, culturales y ambientales, combinados.

En el estudio de la biota costera adquieren particular relevancia para el estudio arqueológico aquellos elementos que presentan características diferentes, tanto en lo que se refiere a su origen como a sus características de comportamiento y movimiento. En este sentido, los crustáceos y los moluscos constituyen, entre los invertebrados, grupos de la fauna acuática con características contrastantes. El trabajo científico para la determinación de moluscos ha sido tradicionalmente más fecundo y abundante, debido especialmente a que las conchas de moluscos, por lo general más gruesas y calcificadas, se conservan mejor en el registro estratigráfico. En cambio, el exoesqueleto de los decápodos es menos calcificado. Además, los crustáceos tienen un cuerpo segmentado que generalmente se fragmenta después de muerto el animal. Por esta razón el estado de conservación de los restos es mucho menor y sólo recientemente se han presentado los primeros hallazgos con una determinación taxonómica más precisa. Las investigaciones arqueológicas de los Vilos, tanto las que se han llevado a efecto, como las que continúan realizándose, han permitido llevar una constancia en el registro de las especies de los decápodos (Báez *et al.* 1993 y Báez *et al.* 1994).

CUADRO 1. Sitios arqueológicos del Arcaico Medio y Tardío de Los Vilos y sectores aledaños donde se han obtenido restos de crustáceos decápodos. \* Probablemente dos especies.

Sitios	Especie	Área Excavada (m <sup>2</sup> )	Dataciones no calibradas	Referencias
LV 014	Varias	4	2.160 +- 100 años A.P.	Méndez 2002
L.V. 046 <sup>a</sup> I	Varias	4	2.770 +- 60 años A.P.	Jackson <i>et al.</i> , 2004
ChC/C8	Varias	4	3.280 +- 50 años A.P.	Barrera y Jackson 2000
L.V. 046B I	<i>Homalaspis plana</i>	8	3.390 +- 70 años A.P.	Jackson y Méndez 2005
L.V. 046 A II	Varias	4	Arcaico Tardío	Jackson <i>et al.</i> , 2004
L.V.049	<i>Homalaspis plana</i>	0,50	Arcaico Tardío	Jackson <i>et al.</i> , 1992.
L.V.077	<i>Homalaspis plana</i>	2	Arcaico Tardío	Jackson y Ampuero 1993
L.V. 089	<i>Homalaspis plana</i>	1	Arcaico Tardío	Jackson <i>et al.</i> , 2005
L.V. 034	Varias	23	Arcaico Tardío	Barrera y Belmar 1999-2000
L.V.054	<i>Homalaspis plana</i>	1	Arcaico Tardío	Jackson 1999
L.V. 044	<i>Homalaspis plana</i>	1	Arcaico Medio	Jackson 1999
L.V.116	<i>Homalaspis plana</i>	1	Arcaico Medio	Jackson <i>et al.</i> , 1993
L.V. 166	<i>Homalaspis plana</i> <i>Taliepus</i> sp.*	27	6.700 +- 60 años A.P	Jackson 2004

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis del material obtenido de las excavaciones arqueológicas llevadas a efecto en varios sitios de la costa de Los Vilos (Cuadro 1). Desde el punto de vista del tamaño se han considerado solamente los ejemplares adultos de aquellas especies cuyo tamaño es cercano o superior a 1 cm de longitud. En primer lugar se realizó un análisis del registro secuencial de decápodos obtenido de las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en Chile, con el propósito de seleccionar aquellas relacionadas con ocupaciones humanas a través del Holoceno (Báez *et al.* 1993). Estos resultados se compararon con el catastro de las especies de decápodos vivientes de Chile (Báez y Alday 1999), y de la región en estudio (Báez 1996), complementado con observaciones obtenidas de la literatura especializada (Antezana *et al.* 1965; Retamal 1981, 1994; Garth 1957; Haig 1955 y 1960; Henríquez y Bahamonde 1976; Moore *et al.* 1969; Ojeda 1982, Rathbun 1930).

## RESULTADOS

Hasta la fecha el catastro total de las especies de crustáceos citado para Chile asciende a 1.032 (Báez y Alday 1999). Al restringirse a los decápodos solamente, este número se reduce a 250 especies, aproximadamente.

El total de especies de crustáceos del sector comprendido entre la desembocadura del río Choapa y Pichidangui corresponde a alrededor de 83 (Cuadro 2); el número de aquéllas que habitan los ambientes de fondo supera ampliamente a aquél de las que se desarrollan en la columna de agua, tanto del sector costero como del oceánico.

CUADRO 2. Especies de decápodos registrados para el área de estudio en relación al ambiente en que viven (Actual) y de los hallazgos arqueológicos del Holoceno Medio y Tardío obtenidos entre Huentelauquén a Pichidangui.

Nº de especies	En columna de agua		En fondos (bentos)		Total	Total
	Actual	Sitios Arqueol.	Actual	Sitios Arqueol.	En sitios Arqueol.	Actualmente en el sector
Infraorden Anomura	5	0	25	1	1	30
Infraorden Brachyura	3	1	50	9	10	53
Total	8	1	75	10	11	83

Un análisis más detallado de la procedencia de estos organismos permite observar que la gran mayoría son intermareales, seguido de un número menor de especies sublitorales y muy pocas arquibénticas (Cuadro 3).

De estas 11 especies sólo 10, más el ítem de material indeterminado, han sido recolectadas con el trabajo arqueológico de Los Vilos (Cuadro 4). El material obtenido corresponde en su mayoría a jaiba mora.

CUADRO 3. Especies de decápodos registrados en el área de estudio en relación al ambiente en que actualmente viven y material de los sitios arqueológicos del Holoceno Medio y Tardío obtenidos entre Huentelauquén y Pichidangui. Se ha señalado entre paréntesis el número de especies que también se desarrollan en la zona inferior siguiente.

Nº especies	Intermareal		Sublitoral		Arquibentos		Total	
	Actual	Material arqueol.	Actual	Material arqueol.	Actual	Material arqueol.	Actual	Material arqueológico
Infraorden Anomura	13 (10)	1	10	0	7	0	30	1
Infraorden Brachyura	10 (17)	(1)	21 (1y 2)	10	1 (2)	0	53	10
Total	28(27)	2 (1)	31 (17y2)	10(9)	8 (2)	0	83	11

CUADRO 4. Sistemática de las especies de decápodos recolectados en los hallazgos arqueológicos del Arcaico Medio y Tardío entre Huentelauquén y Pichidangui.

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Orden Decapoda

Infraorden Anomura

Familia Porcellanidae

*Pachycheles grossimanus*

Infraorden Brachyura

Familia Majidae

*Talipes dentatus*

Familia Portunidae

*Portunus asper*

Familia Platyxanthidae

*Platyxanthus orbigny*

Familia Xanthidae

*Pilumnoides perlatus*

*Eurypanopeus crenatus*

*Cycloxanthops sexdecimdentatus*

*Paraxanthus barbiger*

*Homalaspis plana*

Familia Belliidae

*Acanthocyclus hassleri*

*Bellia picta*

Tafonómicamente el material corresponde en su mayoría a pequeños restos del caparazón de distintos tamaños y dactilopoditos articulados y fijos en el caso de las jaibas.

## DISCUSIÓN

La biodiversidad marina de Chile, en los grupos de las especies que constituyen recursos de importancia económica, está integrada básicamente por algas, invertebrados (crustáceos, moluscos, equinodermos y tunicados) como también por vertebrados (peces, pinnípedos y cetáceos). El estudio del material procedente de los hallazgos arqueológicos, contiene en la mayoría de los casos, restos pertenecientes a estos mismos grupos. Sin embargo, tanto las proporciones en que éstos se presentan en las columnas estratigráficas, como la biodiversidad que los integra ha sido cambiante en cada período de ocupación, siendo posible cuantificar estas variaciones a través del análisis de la columna. Se ha observado además, que existe una variación relativa en la abundancia de sitios con respecto al sector de la costa que éstos ocupan. Aparentemente, ésta tiende a ser mayor en bahías y ensenadas que en los sectores más parejos de la costa, lo que representa una mayor cantidad de restos arqueológicos disponibles para el estudio comparativo en torno a éstas. La mantención de la abundancia de estos recursos en los distintos hallazgos a través de los distintos períodos, pudiera ser reflejo de una relativa constancia en las características ecológicas propias de las ensenadas y bahías con respecto a otras áreas del sector costero. Esta constancia mantiene, aparentemente, una relativa independencia en relación a otros aspectos favorables o desfavorables del sector costero en sus componentes terrestres, como son, por ejemplo, la existencia y permanencia de depósitos de agua dulce y la abundancia relativa de otros recursos de origen terrestre propiamente tales.

El análisis crítico del trabajo arqueológico realizado por décadas en Chile, particularmente en lo que se refiere al estudio de “conchales”, cuya extensión a través del territorio es bastante amplia, permite observar que al menos parte de los restos bioarqueológicos obtenidos en los hallazgos fueron agrupados bajo la denominación general de “restos malacológicos”. No obstante, un trabajo más minucioso ha permitido ir separando y clasificando estos restos en categorías más finas y con su análisis aportar nuevos elementos para el estudio de las características climáticas y la evolución de las mismas bajo las cuales se desarrolló la fauna costera. Con esto se ha logrado contribuir al análisis indirecto de las condiciones imperantes al momento del establecimiento de los grupos humanos en dichos sectores. Del mismo modo se han podido estudiar las condiciones de los períodos posteriores al desarrollo de los asentamientos y que han sido las que han conformado el panorama tafonómico de los restos, en especial de los restos de invertebrados que se obtiene a través de las muestras arqueológicas hoy en día.

Las 11 especies de decápodos procedentes de estos hallazgos realizados en sitios arqueológicos de Los Vilos y sectores aledaños, más otros restos de crustáceos indeterminados aún, corresponden a especies que actualmente se desarrollan frente a Chile Central. En su mayoría corresponden a especies litorales que se extienden hasta el ambiente submareal en aguas someras. No se observa en ellas ningún cambio en la distribución geográfica de las mismas.

De estos decápodos, una especie pertenece al Infraorden Anomura y el resto son Braquiuros. De estos cangrejos, cinco son de ambientes rocosos, cinco de ambientes arenosos y una jaiba nadadora “remadora” oceánica. Particularmente llama la atención la presencia de ésta última la cual, aparentemente, se acercaría a la costa en períodos de desarrollo de los Fenómenos El Niño. El resto corresponde a especies costeras, típicas del ambiente templado característico de épocas normales.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias a los fondos otorgados a través del proyecto FONDECYT 1990699. Agradecemos también información inédita proporcionada por el arqueólogo César Méndez (Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTEZANA, T., FAGETTI, E. y LÓPEZ, M.T.  
1965 Observaciones bioecológicas en decápodos comunes en Valparaíso. *Revista de Biología Marrina* 12: 1 – 57.
- BÁEZ, P. y ALDAY, C.  
1999 Crustáceos y Pcnogónidos: Estudio preliminar de los grupos menos atendidos. *Informes del Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial 1998*. DIBAM Centro de Investigaciones Diego Barros Arana: 4 – 9.
- BÁEZ, P.  
1996 Catálogo de la biodiversidad marina actual de Los Vilos, con énfasis en el sector bentónico y costero. Informe de avance, año N°1, Proyecto FONDECYT 1950372. 79 p.
- BÁEZ, P. QUIROZ, D. y JACKSON, D.  
1993 Crustáceos en contextos arqueológicos. *Revista Museos (DIBAM)*: 12 - 15.
- BÁEZ, P., JACKSON, D. y QUIROZ, D.  
1994 Crustáceos en la pesca prehispánica de Chile: Antecedentes arqueológicos. *Chile Pesquero* (81): 48 - 52 y 64.
- BARRERA M. y JACKSON, D.  
2000 Campamento Arcaico tardío en la desembocadura del estero Chigualoco. Valles 5-6:135-146, *Revista de Estudios Regionales*, Museo Arqueológico de La Ligua.
- BARRERA M. y BELMAR, C.  
1999-2000 Rescate del sitio arqueológico N° 18 Paso Inferior Conchalí: Nuevas evidencias del Complejo Papudo en el Norte Semiárido de Chile. Valles N° 5-6:135-146, *Revista de Estudios Regionales*, Museo Arqueológico de La Ligua.
- GARTH, J.  
1957 The Decapoda Brachyura of Chile. Reports N° 29 of the Lund University Chile Expedition 1948 – 49. *Lunds Universitets Arrskrift*, N. F. (2) 53 (7): 1 – 131.
- HAIG, J.  
1955 The Crustacea Anomura of Chile. Report N° 20 of the Lund University Chile Expedition 1948 – 49. *Lunds Universitets Arrskrift*, N. F. (2) 51 (12): 1- 67.
- HAIG, J.  
1960 The Porcellanidae (Crustacea Anomura) of the Eastern Pacific. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 24: i – vii+1-440.
- HENRÍQUEZ, G. y BAHAMONDE, N.  
1976 Clave de identificación y datos biológicos de jaibas y pancoras frecuentes en las pescas comerciales de Chile (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Serie Investigación Pesquera*, Instituto de Fomento Pesquero (21): 1 – 73.
- JACKSON, D., AMPUERO, G. y SEGUEL, R.  
1992 Patrones de asentamiento, subsistencia y cambios secuenciales en las ocupaciones Prehispánicas de la comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa, Informe Proyecto FONDECYT 91-0026.
- JACKSON, D., AMPUERO, G. y SEGUEL, R.  
1993 Patrones de asentamiento, subsistencia y cambios secuenciales en las ocupaciones Prehispánicas de la comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa, Informe Proyecto FONDECYT 91-0026.
- JACKSON, D., MÉNDEZ, C., LÓPEZ, P., JACKSON, D. y SEGUEL, R.  
2005 Evaluación de un asentamiento arqueológico en el semiárido de Chile: procesos de formación, fauna extinta y componentes culturales. *Intersecciones en Antropología* 6:139-151.
- JACKSON D. y AMPUERO, G.  
1993 Tecnología y recursos explotados en un campamento del Arcaico Medio en la comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Tomo II:189-200, Temuco.
- JACKSON, D.  
1999 “Informe Estudio Arqueológico en Punta Chungo, Los Vilos (IV Región)”. (MS), Minera Los Pelambres.

JACKSON D., BÁEZ, P. y ARATA, J.

2004 Composición conchales, estrategia de subsistencia y cambios paleoambientales en un asentamiento Arcaico, Norte Chico. Boletín N° 37: 37 - 48, Sociedad Chilena de Arqueología.

JACKSON, D.

2004 La molienda en un campamento estacional del Holoceno Medio: implicancias Funcionales y contextuales. Chungará, Revista Chilena de Antropología, Número especial.

JACKSON D. y MÉNDEZ, C.

2005 Reocupando el Espacio: Historia de un asentamiento multicomponente, sus relaciones Inter-sitios y los cambios paleoambientales de la costa del Choapa. *Revista Werken* N°6:5-14.

MÉNDEZ, C.

2002 Cazadores recolectores costeros y sus contextos de tarea: Una visión desde el asentamiento holocénico temprano de Punta Penitente (L.V. 014), Los Vilos, IV Región. Chungará, Revista de Antropología Chilena 34(2):153-166.

MOORE, R. (ed.)

1969 Treatise on Invertebrate Paleontology. Part R Arthropoda 4, Volume 1. The geological Society of America, Inc. and the University of Kansas. p. xxxvi + 1- 398.

OJEDA, P.

1982 Catálogo Iconográfico de los recursos pesqueros de Chile. Subsecretaría de Pesca. 3 tomos.

RATHBUN, M.

1930 The Cancroid crabs of America. U. S. National Museum of Natural History Bulletin 152: 1 – 609.

RETAMAL, M. A.

1981 Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana Zoología (44): 1 – 110.

RETAMAL, M. A.

1994 Los decápodos de Chile. Proyecto de desarrollo de la docencia Universidad de Concepción, Vicerrectoría Académica Dirección de Docencia. 256 p.

Contribución recibida: 08.08.07; aceptada: 27.09.07





**LIOLAEMUS FRASSINETTII, NUEVA ESPECIE DE LAGARTIJA  
PARA LOS ALTOS DE CANTILLANA, REGIÓN METROPOLITANA  
(REPTILIA: SAURIA)**

HERMAN NÚÑEZ

Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago de Chile. Correo electrónico: hnunez@mnhn.cl

RESUMEN

Se describe a *Liolaemus frassinettii* como nueva especie para la ciencia. Este reptil habita en la cordillera de la Costa, en la cima del cerro Cantillana. La especie está morfológicamente relacionada con *Liolaemus valdesianus* de la cordillera andina, restringido al valle del río Maipo; se puede adjudicar al grupo “elongatus” de distribución cisandina. Las propuestas de especiación en valles y montañas podrían explicar la existencia de esta especie relacionada a un grupo hasta ahora sólo conocido de ambientes andinos.

Esta especie se diferencia de las demás pertenecientes al grupo “elongatus” por la presencia de grandes escamas infralabiales que la diferencian además de todas las especies del género, en Chile al menos.

---

Palabras clave: *Liolaemus frassinettii* sp. nov., Reptiles, Cantillana, Chile.

ABSTRACT

***Liolaemus frassinettii*, a new species of lizard from the heights of Cantillana hill, Metropolitan Region. (Reptilia, Sauria).** *Liolaemus frassinettii* is described as a new species of lizard. This taxon inhabits the summit of Cantillana hill in the Coastal range at Western central Chile. Morphologically it is related to *Liolaemus valdesianus* which is restricted to the upper Andean areas of the Maipo river basin. This species belongs to the “elongatus” group which oversparses its species either in Chilean and Argentinean Andean range. Mountain and valley model of speciation is invoked to explain the existence of this species belonging to a group, so far known only from the Andean areas.

As a diagnostic feature can be assessed the striking enlarged infralabials scales, not known in other species of the group nor in the Chilean species of the genus *Liolaemus*.

---

Key words: *Liolaemus frassinettii* n. sp., Reptiles, Cantillana, Chile.

INTRODUCCIÓN

En la colección herpetológica del Museo Nacional de Historia Natural estuvo depositada una serie de tres lagartijas bajo la determinación de *Liolaemus* cf. *altissimus* (= el actual *Liolaemus bellii*), provenientes de los Altos de Cantillana en la Región Metropolitana y la Región de O'Higgins. Esta determinación era dudosa ya que esta especie se encuentra restringida a la cordillera andina, donde es abundante sobre los 2.000 m de altitud. Al menos una de ellas fue determinada como *Liolaemus* cf. *leopardinus* especie de la cordillera andina de Santiago. Un estudio más detenido de esta pequeña muestra reveló que existían evidentes afinidades entre esta población y la especie *Liolaemus leopardinus* de la cordillera andina. Pero, además, suficientes diferencias como para justificar el nominarlas como un nuevo taxón.

Consecuentemente este trabajo tiene como objetivo exponer las diferencias encontradas al comparar estas lagartijas con las de la zona andina y describirlas como nueva especie para la ciencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron recolectadas en la cima de los Altos de Cantillana 33°58'S; 70°58'W; 2281 msnm, según el siguiente detalle:

MNHN-524, hembra, determinada como *Liolaemus altissimus* por Herman Núñez y como *Liolaemus leopardinus* subsp. nov? por Daniel Pincheira-Donoso, recolectada el 20 de diciembre de

1981 por Herman Núñez.

MNHN-1035, hembra, determinada como *Liolaemus altissimus*, recolectada el 3 de noviembre de 1981 por Mario Elgueta.

MNHN-1598, hembra, determinada como *Liolaemus altissimus*, recolectada el 30 de octubre de 1982 por Mario Elgueta.

Se capturaron con lazos de hilos de nailon atados a cañas de pescar. Se les sacrificó con éter, y fueron fijados con formalina al 10% y conservados en alcohol de 70°.

Las mediciones fueron realizadas con un nonio (precisión 0,1 mm) siguiendo las indicaciones de Peters (1964). Las medidas de la cabeza son el largo, desde el borde anterior del meato auditivo hasta la escama rostral, el ancho de la cabeza en la parte más ancha a nivel de los huesos yugales, el alto de la cabeza, en su parte más alta, a nivel de las órbitas.

Las observaciones fueron hechas con lupa estereoscópica a diferentes aumentos.

## RESULTADOS

### *Liolaemus frassinettii* n. sp.

#### Figuras 1 y 2

**Holotipo.** MNHN-1035. Hembra, recolectada el 3 de noviembre de 1981 por Mario Elgueta.

**Paratipos.** MNHN-524, hembra, recolectada el 20 de diciembre de 1981 por Herman Núñez. MNHN-1598, hembra, recolectada el 30 de octubre de 1982, por Mario Elgueta.

**Diagnosis.** La nueva especie es un *Liolaemus* puesto que se ajusta en sus caracteres a aquellos indicados por Pincheira-Donoso y Núñez (2005).

*Liolaemus frassinettii* recuerda en su patrón de diseño a *Liolaemus bellii*, sin embargo, difiere de ella en que *L. frassinettii* presenta las escamas redondeadas, casi yuxtapuestas. En diseño, por otra parte, *L. bellii* exhibe líneas en forma de V apuntando hacia atrás, atributo del que carece por completo *L. frassinettii*.

*Liolaemus frassinettii* es una especie más cercana al conjunto de las especies de *Liolaemus leopardinus*, pese a ello se diferencia de cualquiera de ellas en las grandes escamas infralabiales (figura 2) que en las otras especies son pequeñas y estrechas. Consecuentemente se considera a esta especie dentro del grupo “*elongatus*” de los propuestos por Pincheira-Donoso y Núñez (2005: 251) que señalan que estas especies se caracterizan por: “... escamas dorsales pequeñas, redondeadas a subtriangulares, provistas de una discreta quilla, que se dispone sobre las escamas del dorso, [...] “se disponen en forma imbricada-subimbricada o yuxtapuesta, pudiendo mostrar heteronotos acompañantes...” entre otros caracteres (véase además Cei 1986; Etheridge 1995). Así, además, *L. frassinettii* se diferencia de *L. chillanensis* por la distribución, además esta especie presenta coloración intensamente melánica en los flancos de la que carece *L. frassinettii*; de *L. curis* difiere por los patrones de colorido, este último puede llegar a ser intensamente negro, los flancos presentan escamas agudas e hispidas, lo que no se aprecia en *L. frassinettii*; de *L. elongatus* por diseño que parece puntuado en cambio en *L. elongatus* es en barras y bandas.

**Medidas.** Las dimensiones se indican a continuación. MNHN es el acrónimo, LS es longitud hocico-cloaca, LAI, es longitud axila-ingle, LEA es longitud de la extremidad anterior, LEP es longitud de la extremidad posterior y LC es longitud de la cola, cort significa cortada.

MNHN	LS	LAI	LEA	LEP	LC
0524	69,6	30,4	32,0	47,2	116,0
1035	80,5	37,4	30,2	47,7	cort
1598	63,3	32,9	23,8	34,0	cort

### Descripción del Holotipo.

Cabeza proporcionada, 18,7 mm de longitud, 14,6 mm de ancho y 9,6 mm de alto. Cuello tan amplio como la región occipital.

Rostral extendido, ancho, 3,3 veces más ancho que alto, rodeado de ocho escamas, entre ellas los dos escudetes nasales. Dos postfrontales pequeños, ocho internasales, de los dos externos, en contacto con las nasales, el anterior casi dos veces más largo que el posterior, los internasales mediales son de forma irregular, anchos, previo a ellos hay un pequeño escudo de relleno. Nasales redondeados con narina muy amplia ocupando más de tres cuartos de la superficie del nasal, la narina apunta hacia atrás y hacia arriba. El nasal presenta una proyección hacia delante y hacia abajo que lo contacta con la escama rostral. Dos escudetes impares del hocico, el posterior muy amplio, más de dos veces al ancho del anterior. Ocho frontonasales que rodean a los escudetes impares del hocico, los laterales posteriores muy amplios. Una situación muy singular es la disposición de estos escudos que se presentan ligeramente imbricados antes que yuxtapuestos como es la situación usual en el género. Todos estos escudos son laminares, convexos. Dos prefrontales evidentes, aunque el derecho está completamente fusionado con el azigos frontal, el que es muy amplio y de forma cuadrangular, la lámina frontal presenta una superficie irregular. Dos postfrontales muy irregulares, el izquierdo fraccionado en escamas pequeñas. Interparietal muy alargado, sagitado, con la punta muy aguda apuntando a caudal, la impresión pineal es insignificante y se encuentra en una clara depresión. Dos parietales irregulares de igual tamaño que la interparietal, de bordes irregulares, envolventes de las escamas adyacentes.

Pileus con escamas irregulares, convexas y yuxtapuestas. Región supratemporal cubierta con escamas irregulares, laminares, yuxtapuestas.

Región supraocular convexa, aunque no sobresaliente, cubierta con escamas supraoculares laminares, convexas, se aprecian tres escudos grandes rodeados de escamas pequeñas que marginan con el circum orbitalis, compuesta por escamas pequeñas ordenadas en semicírculos como es lo usual.

Seis a siete superciliares cuyo conteo es difícil al estar fusionadas las anteriores. Todas ellas muy alargadas, fuertemente imbricadas y curvadas hacia abajo.

Subocular dividida en tres secciones, la sección anterior de forma prismática, la sección media es alargada y recta, y la posterior es masiva, las tres remarcen el borde sobresaliente superior del hueso yugal, la subocularia abarca desde la sexta supralabial hasta la mitad de la octava. Una sola corrida de escamas lorilabiales, todas ellas muy alargadas, en número de siete unidades discernibles. 10-8 (derecha-izquierda respectivamente) supralabiales. En el lado derecho la séptima escama se curva hacia arriba en la parte posterior como es la típica configuración en este subgénero de *Liolaemus*. En el lado izquierdo es la cuarta escama, la diferencia se debe a que en el lado derecho las escamas se han fraccionado. Por el lado izquierdo la cuarta escama está fusionada con la que la precede.

Escamas del borde anterior del ojo son alargadas aunque pequeñas, sin órganos sensoriales evidentes, 15 palpebrales en el párpado superior derecho y 15 en el inferior, en el extremo de cada escama hay un pequeño e inconspicuo órgano sensorial. 7-7 loreales incluida la cantal, que aparece masiva.

Región temporal cubierta con escamas redondeadas a triangulares, convexas, y en su superficie se insinúan quillas suaves, subimbricadas. Escama auricular discreta. Borde anterior del meato auditivo con escamas redondeadas poco notorias. Meato auditivo alargado verticalmente, tímpano desnudo, profundo, transparente, de igual tamaño que el ojo. El borde posterior del meato auditivo está cubierto de escamas muy pequeñas que preceden a pliegues de la piel que le confieren aspecto arrugado. Todas las escamas de estos pliegues son pequeñas, casi granulares, yuxtapuestas, lisas; los flancos del cuello son arrugados para rematar en un bolsillo antehumeral muy prominente. Se aprecian numerosos heteronotos entre las escamas más grandes. Los pliegues del lado del cuello son fuerte y se continúan modestamente por la faz ventral del cuello.

Órganos sensoriales en la punta del hocico, sobre el hocico, en las loreales y supralabiales.

Escama sinfisial de gran tamaño, ligeramente más amplia que la rostral, de forma triangular sin escotaduras o muy ligeras, en contacto con cuatro escamas; cuatro pares de postsinfisiales, el primer par en amplio contacto mutuo. Los dos pares siguientes separados por escamas intrusivas de la región gular.

5-5 infralabiales de gran dimensión, cuadrangulares, lisas, yuxtapuestas. Región gular con escamas lisas, imbricadas, triangulares.

Escamas dorsales ligeramente triangulares, con una quilla suave en su superficie, imbricadas y ligeramente mucronadas. Las escamas están separadas unas de otras y no hay heteronotos entre ellas, más o menos de igual tamaño que las ventrales.

Escamas de los flancos de igual tamaño que las dorsales y las ventrales o ligeramente más grandes. No hay heteronotos entre ellas.

Ventrales redondeadas, lisas, imbricadas. Cien escamas al medio del cuerpo.

Sin trazas de poros precloacales.

Escamas dorsales de la región humeral redondeadas, quilladas, imbricadas, sin heteronotos. Similares en la región radio-ulnar aunque más anchas. En el dorso de la mano, las escamas son muy pequeñas, de similar aspecto.

La región ventral del húmero cubierta de escamas granulares, lisas, yuxtapuestas, muy pequeñas, los heteronotos son muy poco evidentes.

La región ventral de la zona radio-ulnar cubierta con escamas redondeadas, lisas, y varias de ellas tienen el borde dentado y hialino.

La palma está cubierta de escamas muy numerosas, todas fuertemente triquilladas, agudas.

Lamelas rectangulares transversales, triquilladas, se cuentan 21 de ellas bajo el tercer dedo de la mano derecha. Secuencia de dígitos 3=4>2>5>1.

Región femoral por dorsal con escamas redondeadas, altas muy sobresalientes, yuxtapuestas. Región tibio-fibular con escamas triangulares, masivas, fuertemente quilladas, imbricadas. Región dorsal del pie con escamas redondeadas, quilladas, imbricadas.

Parte posterior de la región femoral con escamas muy pequeñas, granulares.

Por ventral la región femoral está cubierta por escamas redondeadas, lisas imbricadas, similarmente en al región tibio-fibular. No se aprecia un parche de escamas agrandadas en el borde posterior del muslo.

Lamelas similares a las de la mano; 31 de ellas bajo el cuarto dedo de la pata derecha. Secuencia de dígitos 4>3>2>5>1.

Cola, por dorsal, con escamas cuadrangulares, fuertemente quilladas con la quilla corriendo en diagonal, fuertemente mucronadas. Similar por ventral aunque lisas.

Diseño y color en fijador.

Color de fondo pardo claro, aparecen parches de escamas de color negro profundo confiriéndole un aspecto moteado. Hacia los flancos posteriores en el holotipo, se aprecian tres líneas más claras que se dirigen hacia atrás y abajo. Por ventral la coloración es homogéneamente gris.

### **Variación**

En términos de diseño los animales paratipos son relativamente distintos. MNHN-524 recuerda claramente un diseño como el *L. valdesianus*. MNHN-1598 no presenta diseño dorsal pero existe una banda maxilar más oscura, siendo un juvenil.

### **Hábitat**

*Liolaemus frassinetti* es un animal saxícola, (HN obs. pers.), que se asolea en la rocas de la planicie en que vive en la cima de los Altos de Cantillana, no es un animal escaso pero altamente elusivo. Muy probablemente sea vivíparo.

### **Etimología**

Dedico esta especie a Daniel Frassinetti, paleontólogo de invertebrados del Museo Nacional de Historia Natural, quien ha contribuido en gran medida al conocimiento de los moluscos fósiles de nuestro país. Por otra parte Daniel Frassinetti junto a su capacidad de serio investigador, está dotado

de una gran calidad humana que reconozco y es un leal y apreciado amigo.  
Se propone como nombre vernacular, Lagartija del Cerro Cantillana.



FIGURA 1. *Liolaemus frassinettii* n. sp. Holotipo hembra MNHN-1035. Recolectada en el Cerro Cantillana, cordillera de la Costa. Cada división de la regla, entre número y número es un centímetro.



FIGURA 2. Se muestran las escamas infralabiales de gran tamaño del holotipo de *Liolaemus frassinettii*

## DISCUSIÓN

Fuentes y Jaksic (1979) propusieron un modelo de especiación para vertebrados terrestres de la zona central de Chile, basado en las glaciaciones. Los campos de hielo invadieron las cumbres de los cerros haciendo que las poblaciones de reptiles bajaran sus niveles de ocupación. Una vez retirados los hielos, en el estado interglaciario, estas poblaciones retornaron a los cerros circundantes repoblando tanto las cumbres andinas como de la cordillera de la Costa. Este modelo se ajusta bastante bien a una cladogénesis típica en que se fraccionan las poblaciones originales. De este modo se explican la presencia de especies afines (o subespecies) en ambas cordilleras. Esta forma de radiación adaptativa ha sido invocada en varios trabajos, el último de ellos para explicar la existencia de *Liolaemus confusus* (Núñez y Pincheira-Donoso 2006).

El origen de esta especie debe ser adjudicado a las poblaciones de *L. valdesianus*, con la que exhibe mayores afinidades morfológicas. Esta propuesta parece más evidente habida cuenta la cercanía entre las cordillera andina y de la Costa a la de la zona de recolecta de *L. frassinettii*. Si los ancestros de esta especie tienen su origen en conjuntos poblacionales del Cajón del Maipo (*i.e.*, *L. valdesianus*) entonces es probable que hayan invadido tanto las áreas de la riberas sur y norte del río Maipo, y desde esas posiciones se dispersara hacia el occidente hasta el cordón de Cantillana aislándose reproductivamente con sus propias derivas, constituyéndose en la única especie del grupo en la cordillera de la Costa.

El modelo es sólo una extensión ejemplificadora de lo señalado por Fuentes y Jaksic (1979), en que la cumbre del cerro Cantillana es una más de las “islas” del complejo archipiélago en que especiaron las lagartijas durante las glaciaciones cuaternarias. Es difícil concebir que el trayecto de las especies pudo ser desde la cordillera de la Costa a la de los Andes. El mayor conjunto de especies del grupo “*elongatus*” (al que se ha adjudicado esta especie) se encuentra en la cordillera andina y es más numeroso en Argentina.

Probablemente en la cordillera de la Costa haya más especies de *Liolaemus* que aún no han sido

descubiertas, y el fenómeno de especiación que se invoca sea de mayor envergadura de lo sospechado hasta ahora, involucrando a comunidades enteras como lo sugiere Elgueta (1988) para insectos terrestres de la familia Tenebrionidae y Curculionidae, lo que da indicaciones claras de la necesidad de ampliar las investigaciones en esta área.

#### AGRADECIMIENTOS

A Mario Elgueta por la captura de ejemplares y la discusión de algunos aspectos biogeográficos. A Juan Carlos Torres-Mura y José Yáñez por intercambiar opiniones respecto de algunos detalles de la discusión y por la revisión crítica del manuscrito.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEI, J.M.  
1986 Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Museo Reggionale di Science Naturali. Turín, Italia. Monografie IV. 527 p.
- ELGUETA, M.  
1988 Insectos epigeos de ambientes altomontanos en Chile Central: algunas consideraciones biogeográficas con especial referencia a Tenebrionidae y Curculionidae (Coleoptera). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile, 41:125-144
- ETHERIDGE, R.E.  
1995 Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the Taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropiduridae). American Museum Novitates 3142, 34 p.
- FUENTES, H. y JAKSIC, F.M.  
1979 Lizards and rodents: an explanation for their relative species diversity in Chile. Archivos de Biología y Medicina Experimentales (Chile) 12: 179-190.
- NÚÑEZ, H. y PINCHEIRA-DONOSO, D.  
2006 *Liolaemus confusus*, una nueva especie de lagartija de la cordillera de la costa de Chile central (Sauria, Liolaeminae): evidencia fenética y citogenética. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile, 55: 75-86
- PETERS, J.A.  
1964 Dictionary of herpetology. Hafner Publishing Co. N.Y.391 p.
- PINCHEIRA-DONOSO, D. y NÚÑEZ, H.  
2005 Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile N° 59: 7-486.





## A FIRST CONFIRMED SPECIMEN RECORD IN CHILE, AND SIGHTINGS ATTRIBUTED TO THE LESSER BEAKED WHALE *MESOPLODON* *PERUVIANUS* REYES, MEAD AND VAN WAEREBEEK, 1991

G. PAOLO SANINO<sup>1,2,3</sup>, JOSÉ L. YÁÑEZ<sup>2,1</sup> and KOEN VAN WAEREBEEK<sup>1,3</sup>

1 Centre for Marine Mammals Research – Leviathan (CMMR Leviathan), PC 7640392, Santiago, Chile.  
e-mail: research@leviathanchile.org

2 National Museum of Natural History (MNHN), Casilla 787, Santiago, Chile.  
e-mail: jyanez@mnhn.cl

3 Peruvian Centre for Cetacean Research (CEPEC), Museo de Delfines, Pucusana, Peru.  
e-mail: cepec@speedy.com.pe

### ABSTRACT

Three sightings totalling five small-sized beaked whales recorded off north-central Chile (ca. 29°S) in February 1998, two between Punta Zorros and Damas Island and one south of Choros Island, were attributed to *Mesoplodon peruvianus*. A ca. 1m neonate was observed for the first time. The occurrence of lesser beaked whales in shallow water habitat (20-70m depth) is unusual in the Family Ziphiidae. On 17 December 1997, during the IWC 3rd Blue Whale Survey off Chile, researchers (including two of the authors) assigned another beaked whale sighting at 20°26'S, 70°44'W, in deeper water (878-1245m), as a probable *M. peruvianus*. All individuals shared the following characteristics: small body size, short snout, nondescript dark colouration dorsally and a low, markedly triangular dorsal fin.

An adult beaked whale skull (specimen GPS004) was collected at Los Choros beach (29°17.04'S, 71°23.54'W) in May 1995. Diagnostic cranial characteristics, including i.a. lateral maxillary excrescences on the distal rostrum, identified it as the first confirmed record of *M. peruvianus* in Chile. The specimen and probable sighting records extend the species' known distribution range 14° latitude farther south in the Eastern Pacific. Evidence of two bullets shot through the head of GPS004 raises the issue of direct catches of small cetaceans in the area.

---

Key words: Beaked whale, *Mesoplodon peruvianus*, Distribution, Cranial characteristics, Direct Catch, Chile.

### RESUMEN

**Primeros registros documentados en Chile de la ballena picuda peruana *Mesoplodon peruvianus* Reyes, Mead y Van Waerebeek, 1991.** Tres registros de avistamientos de pequeñas ballenas picudas hechos en febrero de 1998 en el norte-centro de Chile (alrededor de 29°S), dos entre Punta Zorros e Isla Damas y uno al sur de la Isla Choros, fueron atribuidos a cinco individuos de *Mesoplodon peruvianus*. Por primera vez fue observado un neonato de aproximadamente 1m. La ocurrencia de ballenas picudas peruanas en habitat de aguas someras (20 a 70m de profundidad) es inusual para la familia Ziphiidae. El 17 de diciembre de 1997, durante el tercer crucero de ballena azul de la Comisión Ballenera Internacional frente a las costas de Chile, los investigadores (entre ellos dos de los autores) registraron otro avistamiento de ballena picuda en la posición 20° 26'S, 70° 44'W, en aguas más profundas (878-1245m) como probable *M. peruvianus*. Todos compartían las siguientes características: el pequeño tamaño del cuerpo, hocico corto, oscura coloración dorsal, y una aleta dorsal baja y muy triangular.

Un cráneo adulto de una ballena picuda (especimen GPS004) se recogió en la playa de Los Choros (29° 17.04'S, 71° 23.54'W), en mayo de 1995. Características craneales diagnósticas, incluidas las excrescencias laterales del maxilar en la parte distal del rostro, confirmaron el cráneo como el primer registro de *M. peruvianus* en Chile.

Ambos, el espécimen GPS004 y los avistamientos atribuidos amplían el límite de distribución de la especie 14° de latitud hacia el sur en el Pacífico Oriental. Evidencia de dos balas disparadas en la cabeza del espécimen GPS004 plantea la cuestión de capturas directas de cetáceos menores en la zona.

---

Palabras clave: Ballena picuda, *Mesoplodon peruvianus*, Distribución, Características craneales, Capturas, Chile.

## INTRODUCTION

The lesser beaked whale or Peruvian beaked whale<sup>1</sup> *Mesoplodon peruvianus* Reyes, Mead and Van Waerebeek, 1991, is the smallest member of the genus, with an adult body length of about 370cm. It was described mainly from freshly captured specimen, landed in Peruvian fishing ports. The species has a short and narrow snout, a nondescript brownish-grey colouration except for light lower flanks and belly, and a small, markedly triangular dorsal fin located on the posterior third of the back (Reyes *et al.*, 1991). It has been seen alone or in small groups (Pitman and Lynn, 2001; this paper).

Named after the country where it was discovered, the confirmed distribution of *M. peruvianus* is at least from Isla Espiritu Santo (24°25'N, 110°25'W) in the southwestern Gulf of California (Urbán-Ramírez and Aurióles-Gamboa, 1992; Aurióles-Gamboa and Urbán-Ramírez, 1993) south to the coast of Peru, between Playa Paraiso (11°12'S, 77°37'W) and San Juan de Marcona (15°19'S, 75°11'W) (Reyes *et al.*, 1991). A specimen collected near Kaikoura (42°31'S, 173°30'E), New Zealand, is the only known record for the western South Pacific (Baker and van Helden, 1999). Listed as Data Deficient by the IUCN Red List (IUCN, 2006) and included in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2006), its conservation status is unknown. Off Peru, lesser beaked whales are caught with some regularity in drift gillnets set mainly for sharks and rays (Reyes *et al.*, 1991).

The coasts of northern and central Chile and of Peru are heavily influenced by cool upwelling associated with the Humboldt Current system and therefore share most of their cetacean species. Considering that the southernmost known occurrence of *M. peruvianus* in Peru is only 3° north of the Chilean border (18°21'S), northern Chile was expected to be part of its range, although it had not been encountered there (Canto *et al.*, 1992; Yáñez, 1997; Capella *et al.*, 1999).

The first evidence for the occurrence of *M. peruvianus* in Chile was presented by the senior author at the IV International Congress of Natural Resources Management held in Termas de Puyehue, Chile, in November 1998. In May 1999, after examination of voucher material, Van Waerebeek *et al.* (1999) reported (but did not document) the first Chilean specimen to the IWC Scientific Committee meeting in Grenada. Subsequently, Aguayo (1999) stated that two new species were recorded for Chile, *D. capensis* and *M. peruvianus*, the source of which he referred to as 'Aguayo-Lobo *et al.* in press', but no published substantiation has followed<sup>2</sup>. The present paper describes for the first time cranial voucher material of *M. peruvianus* in Chile and five sightings attributed to the species.

## MATERIAL AND METHODS

### IWC Third Blue Whale Cruise off Chile

In December 1997, the International Whaling Commission organised the Third Blue Whale Cruise, off Chile, as part of its IWC/SOWER<sup>3</sup> survey programme (Findlay *et al.*, 1998). Two of the authors (PS and KVV) participated as researchers on board the R/V Shonan Maru 2. The survey, one of the most comprehensive cetacean diversity and distribution assessments in Chile was, however, limited to deep, offshore waters. Sightings data were stored, besides in the proprietary IWC/SOWER format, in the Cetacean Research DB 4.0 database managed by CMMR Leviathan and deposited at Chile's Museo Nacional de Historia Natural (MNHN).

### Boat survey of inshore waters

From late January to mid-March 1998, the TURSIOPS98/99 research programme conducted

<sup>1</sup>Although some authors refer to the lesser beaked whale as 'pygmy beaked whale', the former was the earliest English vernacular name (Van Waerebeek, 1991). Moreover, naming of new species is traditionally deemed the prerogative of their discoverers.

<sup>2</sup>Sanino *et al.* (2003) first documented *D. capensis* from Chile. <sup>3</sup>SOWER: Southern Ocean Whale and Ecosystem Research programme, International Whaling Commission.

by CMMR Leviathan included a dedicated boat survey of cetaceans between the Chañaral and Choros coastal islands off north-central Chile, 10nm of shore and the continent coastline in Chile's IV Region (Coquimbo). The Leviathan 2, a 7m sailing boat specifically constructed for cetacean research was employed as primary observation platform. Cetacean sightings were recorded following protocols similar to those used on the Shonan Maru 2. To allow comparative studies, cetacean sightings were supported by digital video (SONY DCR-VX1000) and data were entered in the same DB 4.0 database used on R/V Shonan Maru 2.

### Beach surveys for cetacean strandings

Fishermen and other locals of the coastal communities of Los Corrales, San Agustín and Chañaral de Aceituno were interviewed about cetacean strandings and bycatch in the 'Los Choros' general area. Beach searches for unreported cetacean strandings were carried out from January till March 1998 along the coastline of the marine reserve between the latitudes 28.97°S and 29.34°S, using a motorbike (Honda XR250RF).

## RESULTS

### Sightings of small-sized beaked whales

During the 1997/98 IWC blue whale cruise, a small beaked whale with a nondescript dark colouration was sighted close to the vessel on 17 December 1997, south of Iquique, and was attributed to *M. peruvianus* (details in Table 1). In February 1998, three other sightings recorded near the coastal location of Punta de Choros during the TURSIOPS98/99 project were also identified as this species (see details in Table 1). The small-sized beaked whales were observed in very shallow water (20-70 m) and at close distance in calm weather. Unfortunately video footage recorded was compromised by strong glare. The beaked whales were dark dorsally and light on the ventral side, with a sharp pigmentation gradient between dark and light parts. The low dorsal fin located on the posterior third of the body was shaped like an almost perfect isosceles triangle.

TABLE 1. Records of small-sized beaked whales sighted in northern Chilean waters, attributed to the lesser beaked whale *Mesoplodon peruvianus*. (SST= sea surface temperature; N= group size).

Position	Platform	Date	N	Notes
20°25.08'S, 70°44.62'W	<i>Shonan Maru 2</i>	17 Dec 97	1	7:11h; a mesoplodont surfaced close to the vessel; swimming direction: 120°; depth on chart: 878-1245m. It was impossible to determine whether the animal responded to the ship. Probable <i>M. peruvianus</i> because of very small size, triangular dorsal fin, nondescript dark colouration of upper body.
29°13.42'S, 71°29.92'W	<i>Leviathan 2</i>	14 Feb 98	1	13:19h; sighted between Damas Island and Punta Zorros at 10m distance and 15° port from the boat; depth (sounder): 21m; course 270°; swimming direction: 90°; SST: 19.2°C. Beaufort: 0.
29°13.42'S, 71°29.93'W	<i>Leviathan 2</i>	14 Feb 98	3	13:21h; at 15m ahead; depth (sounder) 20m; course 270°; swim direction: 90°; SST: 19.2°C; Beaufort: 0. One individual passed under the sailing boat facing up. One calf with an estimated body length of about 1m.
29°17.55'S, 71°32.73'W	<i>Leviathan 2</i>	15 Feb 98	1	11:36h; south of Choros Island; distance 20m and 30° starboard of the boat; depth (sounder): 70m; SST: 18.5°C.

### First authenticated record of *M. peruvianus* in Chile

Interviews with local inhabitants revealed the existence of skeletal material of several cetaceans, some of which was donated to the CMMR collection. Among the specimens from 'Los Choros' beach, south of Punta de Choros (29°17.04'S, 71°23.54'W) (Fig. 1), was a small beaked whale skull, without mandibles or other body parts (Fig. 2), but with some fresh soft tissue attached when collected in May 1995. Identified as *M. peruvianus* from its cranial characteristics (see below), the skull was donated to CMMR in March 1998 and assigned specimen code GPS004. Between its finding and archiving it was left to dry, without further handling, on the roof of the collector's house.



FIGURE 1. Map of South America. Arrow shows the 'Punta de Choros' headland where *M. peruvianus* specimen GPS004 was collected.

### Cranial characteristics of specimen GPS004

Skull GPS004 is somewhat incomplete: both nasal bones, the proximal parts of the right premaxillary bone, the synvertex and the right pterygoid bone are missing or damaged (See Fig.2). The cranium is fully mature as evidenced by advanced fusion between premaxillaries and maxillaries and the vomer which completely fills the mesorostral canal with dense bone. Specimen GPS004 is recognized as an adult *M. peruvianus* from comparison with the adult/subadult *M. peruvianus* reference sample in Reyes *et al.* (1991). The following diagnostic cranial morphological characteristics were ascertained.

- (i) Very short condylobasal length (CBL) for an adult mesoplodont: 569mm (cf. 478-621mm, n=5).
- (ii) Markedly narrow skull: zygomatic width/CBL = 0.452 (cf. 0.420-0.460, n=5).
- (iii) Length of vomer visible on the palate is 120mm (cf. 90-171mm, n=6).
- (iv) Presence of a pair of lateral maxillary excrescences (length, 45mm at right, 49mm left) in subapical position. This strongly suggests the specimen is a male (Aurioles-Gamboia and Urbán-Ramírez, 1993).
- (v) Absence of basirostral grooves, maxillary ridges and prominent notches.

Some dried skin and connective tissue covered the rostrum but no traumatic injury was evident. However, after removal of tissues, it could be seen that the rostral bones are completely fractured through the maxillary excrescences, 22° from the transverse plane (Fig.3). The internal fracture *facies* is oblique, with the dorsal fracture line positioned posteriorly to the ventral fracture line. A smaller, accessory compression fracture is visible at the right excrescence. Fracture topology strongly suggests that it was caused by a severe upward blow on the rostrum coming from below left. Timing of the fracture may be situated at least a few weeks before death, considering the degree of primary bone remodeling contiguous to the fracture lines. Several vascular canals visible at the fracture zone show signs of osseous remodeling and stenosis (up to complete occlusion). More primary bone and more

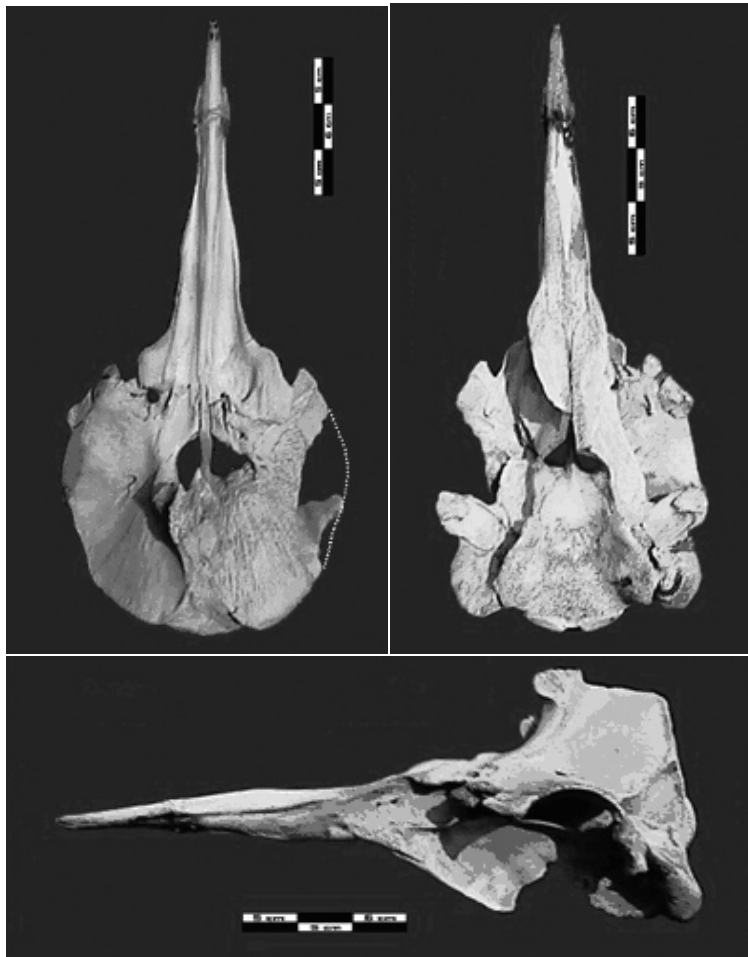


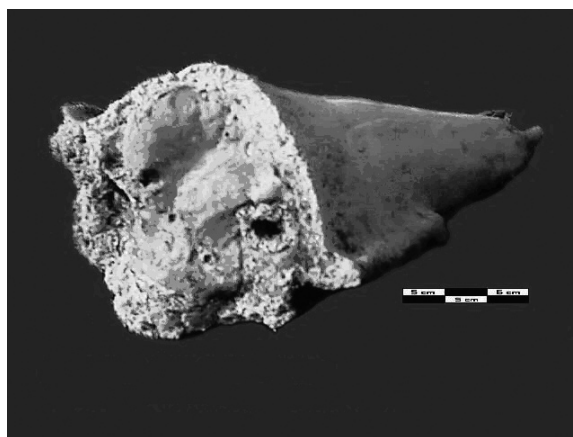
FIGURE 2. Dorsal, ventral and left lateral view of a slightly damaged skull of *M. peruvianus* (GPS004) found at 29°16'S,71°25'W in north-central Chile. Note the transverse fracture of the rostrum at the height of the maxillary excrescences. Scale shown is 150mm.

orderly trabeculae are visible dorsally than ventrally. It is hypothesized that upward pressure on the rostrum during feeding, or a potential buccal infection, may explain less efficient osseous remodeling and healing at the buccal side. Overall, primary bone formation was insufficient to hold the fractured rostrum tip attached after the skull was prepared for archiving.

However, the rostral fracture may not have been the (direct) cause of death. Unrelated bone damage shows that two bullets traversed the anterior skull and likely killed the animal. The trace of one bullet, 10.9mm in diameter and some 6° inclined from the vertical plane, pierced the left maxillary bone, palatine and vomer. The second bullet trace, of the same diameter, but inclined *circa* 16° from the vertical, resulted from a more oblique shot through the nares. It shattered proximal parts of the right maxillary and most of the right pterygoid hamula. The fact that both bullets passed through the head, while leaving smoothly contoured circular tracings, suggest that a high-powered weapon and ammunition were used, and/or the weapon was fired at short range.

TABLE 2. Selected cranial measurements of *M. peruvianus* specimen GPS004.

Measurement	mm
Condylobasal length	569
Rostrum length, from the tip of rostrum to an imaginary line across hindmost limits of antorbital notches	340
Length of the maxillary excrescences (left/right)	45/49
Distance from the tip of rostrum to the anterior margin of the maxillary excrescences	64
Distance, in ventral view, from the tip of rostrum to the posterior margin of the vomer	232
Length of vomer visible on the palate	120
Distance, from the tip of rostrum to the anterior margin of the left external naris	387

FIGURE 3. Posterior view of the transversal fracture facies of the rostrum of *M. peruvianus* specimen GPS004. Scale shown is 3cm.

### CONCLUSIONS

Skull GPS004 is the first confirmed record of *M. peruvianus* in Chile. It extends the southernmost known distribution in the Eastern Pacific to 29°S, or 14° of latitude (1,550km) farther south than the most austral, published record in Peru. The Chilean and New Zealand (at 42°31'S) specimens, the sightings near Choros, and the species' common occurrence in Peru's cool coastal waters (Reyes *et al.*, 1991; Van Waerebeek, unpublished data) question the hypothesis by Urbán-Ramírez and Aurióles-Gamboa (1992) who proposed the Eastern Tropical Pacific (ETP) as the core distribution area of *M. peruvianus*, believing that the records on the Peruvian coast are 'close to the limit of their southern range (15°S)'. Moreover, measured sea surface temperatures of 18.5°-19.2°C are notably below the normal SST range in the ETP of 22°-28°C (Fiedler *et al.*, 1992).

Three sightings (5 individuals) in waters 20-70m deep suggest at least occasional nearshore presence of lesser beaked whales in a neritic habitat, an unusual ecological trait for ziphiids, considered to be almost exclusively oceanic. It is unclear whether the sighting of a neonate in February, suggesting calving in summer, may be the key to this inshore occurrence. A neritic distribution would also explain why lesser beaked whales are so often captured by Peru's artisanal fishermen (Reyes *et al.*, 1991). Sightings attributed to *M. peruvianus* consisted of small groups of 1-3 individuals (n=5), consistent with typical ziphiid behaviour.

The fractured rostrum of specimen GPS004, considering the presence of bone remodeling,

may be only indirectly related to its death. A plausible hypothesis is that the beaked whale was either harpooned, net-entangled or stranded and was killed by shooting. Considering the diameter of the bullet holes and their clean path, the firearm used may have been equivalent to the high-powered 9mm semi-automatic handguns which are wide-spread in Chile. The use of firearms to capture or kill cetaceans has before been reported in Chile (Cárdenas *et al.*, 1986; Van Waerebeek *et al.*, 1999; Sanino y Yáñez 2001 b) but the present case is the first circumstantial evidence.

The cetaceans that inhabit waters surrounding the coastal islands off north-central Chile are facing threats that include direct catches (Sanino and Yáñez, 2001a, 2001b), bycatch (Van Waerebeek *et al.*, 1999) and unregulated whalewatching operations (Sanino and Yáñez, 2000). The area is regularly visited by semi-industrial fishing vessels equipped with an extended bowsprit from where swordfish are taken with hand-held harpoons. Fishermen are known to apply the same method to hunt small cetaceans (Sanino and Yáñez, 2001a, 2001b). Long-liners are accused of making use of firearms and dynamite against sperm whales (*Physeter macrocephalus*) which compete for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) by removing hooked fishes (based on interviews conducted by PS with captains of local fishing vessels). The authors express concerns about the management of cetaceans and other marine biological resources around Los Choros even though the region includes two Marine Reserves.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

G.P. Sanino extend his thanks to Mr. Guillermo Ruz for generously donating cetacean osteological specimens to the CMMR study collection; to the members and friends of CMMR Leviathan who supported the TURSIOPS98/99 project with their work, funds and other resources; to the Italian Stadium (in Santiago) which kindly offered the use of their infrastructure to allow the organization of workshops for volunteers; and to the Chilean National Museum of Natural History for their support in allowing the participation of Prof. José Yáñez during some expeditions and in obtaining official permits to implement field research. Van Waerebeek thanks IFAW for support during manuscript preparation. Special thanks are due to Dr. Alan Baker, Ann Michels and Dr. Marie Van Bressems who kindly reviewed the manuscript and provided many useful comments. We thank also the Chilean Police of Investigation for helping with ballistics studies on the skull.

#### REFERENCES

- AGUAYO, A.  
1999 Los cetáceos y sus perspectivas de conservación. *Estudios Oceanológicos (Chile)* 18:18-35.
- AURIOLLES-GAMBOA, D. and URBAN-RAMIREZ, J.  
1993 Sexual dimorphism in the skull of the pygmy beaked whale (*Mesoplodon peruvianus*). *Revista de Investigación Científica (No. Esp. SOMMEMA 1)*, UABCS 1: 39-52.
- BAKER, A. N. and VAN HELDEN, A. L.  
1999 New records of beaked whales, genus *Mesoplodon*, from New Zealand (Cetacea: Ziphiidae). *Journal of the Royal Society of New Zealand* 29(3):235-244.
- CANTO, J., RUIZ, P. y YÁÑEZ, J.  
1992 Registro de nuevas especies de cetáceos para la costa de Chile y antecedentes del grupo. *Boletín del Museo Nacional Historia Natural, Chile* 43:105-115.
- CAPELLA, J., VILINA, Y. y GIBBONS, J.  
1999 Observación de Cetáceos en Isla Chañaral y Nuevos Registros para el Área de la Reserva Nacional Nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. *Estudios Oceanológicos (Chile)* 18: 57-64.
- CÁRDENAS, J.C., OPORTO, J. y STUTZIN, M.  
1986. Problemas de manejo que afectan a las poblaciones de cetáceos menores en Chile. *Proposiciones para una política de conservación y manejo. Segundo encuentro científico sobre el medio ambiente, Talca*, 4-8



agosto 1986: 29-37.

#### CITES

2006 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Official web site. Appendices I, II, III. <<http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>> [26-06-2006].

FIEDLER, P.C., CHAVEZ, F.P., BEHRINGER, D.W. and REILLY, S.B.

1992 Physical and biological effects of Los Niños in the eastern tropical Pacific, 1986-1989. *Deep-Sea Research* 39(2): 199-219.

FINDLAY, K., PITMAN, R., TSURUI, T., SAKAI, K., ENSOR, P., IWAKAMI, H., LJUNGBLAD, D., SHIMADA, H., THIELE, D., VAN WAEREBEEK, K., HUCKE, R. and SANINO, P.

1998 1997/1998 IWC-Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-SOWER) Blue Whale Cruise, Chile. Final Report of the third IWC Blue Whale Cruise of the International Whaling Commission SOWER program. 39 p. [not published].

#### IUCN

2006 IUCN Red list of threatened species. The IUCN species survival commission. IUCN. The World Conservation Union. Gland. <<http://www.redlist.org/>> [26-06-2006].

PITMAN, R.L. and LYNN, M.S.

2001 Biological observations of an unidentified mesoplodont whale in the eastern tropical Pacific and probable identity *Mesoplodon peruvianus*. *Marine Mammal Science* 17:648-657.

REYES, J. C., MEAD, J. G. and VAN WAEREBEEK, K.

1991 A new species of beaked whale *Mesoplodon peruvianus* sp. n. (Cetacea: Ziphiidae) from Peru. *Marine Mammal Science* 7:1-24.

SANINO, G.P. y YÁÑEZ, J. L.

2000 Efectos del turismo de observación de cetáceos en Punta de Choros, IV Región, Chile. *Revista Gestión Ambiental (Chile)* 6: 41-53.

SANINO, G.P. y YÁÑEZ, J. L.

2001a Nueva técnica de video identificación y estimación de tamaño poblacional en cetáceos, aplicada en delfines nariz de botella, *Tursiops truncatus*, de Isla Choros, IV Región de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 50: 37-63.

SANINO, G.P. and YÁÑEZ, J. L.

2001b Study of a *Globicephala melas* individual stranded in the III Region and review of the genus for Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 50: 21-36.

SANINO, G.P., VAN WAEREBEEK, K. and YÁÑEZ, J.L.

2003 Review of the distribution of the genus *Delphinus* and documented records of *Delphinus capensis*, in Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 52: 797-102.

URBÁN-RAMÍREZ, J. and AURIOLES-GAMBOA, D.

1992 First record of the pygmy beaked whale *Mesoplodon peruvianus* in the North Pacific. *Marine Mammal Science* 8(4): 420-425.

VAN WAEREBEEK, K.

1991 New whale surfaces in Peru. *Sonar* 5: 10.

VAN WAEREBEEK, K., VAN BRESSEM, M.F., ALFARO-SHIGUETO, J., SANINO, G.P., MONTES, D. and ONTON, K.

1999 A preliminary analysis of recent captures of small cetaceans in Peru and Chile. Paper SC/51/SM17 presented to IWC Scientific Committee, Grenada, May 1999. [unpublished].

YÁÑEZ, J.

1997 Reunión de Trabajo de especialistas en mamíferos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 330: 8-16.

Contribución recibida: 03.08.07; aceptada: 25.09.07.

## ZOOGEOGRAFÍA DE LAS MARIPOSAS DIURNAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA Y HESPERIOIDEA) DE CHILE

DOREL RUSTI<sup>1</sup> y SEBASTIÁN TEILLIER<sup>2</sup>

1 Museo Nacional de Historia Natural Grigore Antipa; Bucarest, Rumanía. E-mail: dmr@antipa.ro.

2 Escuela de Arquitectura del Paisaje, Universidad Central de Santiago de Chile.

E-mail: steillier@gmail.com

### RESUMEN

En este trabajo se analiza y presentan resultados sobre la distribución geográfica de 172 taxones de mariposas diurnas de Chile en las 13 regiones administrativas. Estas se analizaron con base en dos métodos estadísticos complementarios, a saber, un análisis factorial de correspondencias y un análisis de "clusters", ambos con resultados concordantes. Se obtuvo que la fauna de mariposas diurnas presenta un patrón de variación latitudinal norte-sur muy evidente en su distribución. Las regiones más boreales, Tarapacá y Antofagasta, forman una unidad de rango superior, de grado equivalente con el agrupamiento del resto de las regiones de Chile (III-XII). La primera unidad corresponde al areal de las especies de mariposas tropicales y la segunda a las de distribución en el territorio de los climas mediterráneo y oceánico; el grupo se puede dividir en dos en entidades de rango subordinado a la primera dispuestas también de norte a sur: la primera formada por las Regiones III-VII, que reúne a las mariposas que viven en las áreas de clima mediterráneo desde su variante per-árida hasta la sub-húmeda (III-VII); la segunda, a las del límite sur del clima mediterráneo con sus variantes húmeda y per-húmeda que incluye, además, las áreas bajo tendencia climática oceánica. Finalmente, se agrupan las dos regiones del extremo sur: XI-XII con el área occidental de clima templado, frío y húmedo y la oriental trans-cordillera con clima frío y seco. Ulteriores análisis de zoogeografía de mariposas diurnas de Chile deben incluir estudios de distribución de especies por altitud y estudiar la fauna de las zonas fronterizas y de países vecinos como Perú, Bolivia y Argentina con el fin de establecer su grado de endemismo y generar medidas para su conservación.

---

Palabras clave: Zoogeografía, Lepidoptera (Papilionoidea y Hesperioidea), Chile

### ABSTRACT

#### **Zoogeography of the diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Chile.**

The paper presents a zoogeographical analysis of the 172 taxa of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from the 13 administrative regions of Chile. The two complementary statistical analyses performed (correspondence analysis and cluster analysis) yield concordant results. The fauna show a strong north-south latitudinal gradient. The northernmost regions, Tarapacá and Antofagasta, cluster in a zoogeographic unit equivalent to the other regions of Chile (III-XII). The first zoogeographical unit is concordant with the range of tropical butterflies, and the second unit is concordant with the Mediterranean and oceanic ranges; the second zoogeographical unit can be further divided in three subordinate subunits on the north-south gradient: the first in Regions III-VII, based on a arid and sub humid Mediterranean fauna (Regions III-VII), and the second based on humid Mediterranean and oceanic areas (Regions VII-X); the regions from the extreme south (XI-XII) belong to a third subunit, with a cold climate, humid in the western sector and arid in the eastern sector. The future zoogeographical analyses of the butterflies of Chile must include the altitudinal species distribution, corroborated with the species range in the neighboring countries - Perú, Bolivia and Argentina - in order to establish the endmicity level and to generate conservation measures.

---

Key words: Zoogeography, Butterflies, Lepidoptera (Papilionoidea and Hesperioidea), Chile.

### INTRODUCCIÓN

Los lepidópteros, mariposas diurnas y nocturnas, son considerados como uno de los grupos más conocidos entre los animales invertebrados; su riqueza de especies aún no se conoce con exactitud. Laithwaite *et al.* (1975) estimaron que se han descrito unas 165 000 especies, mientras que Gaston

(1991) da una cifra de 500 000 como límite superior de las especies que podrían encontrarse. Aun aceptando como límite inferior la cifra de 146 000 consideradas como válidas por Heppner (1998), los lepidópteros constituyen un grupo dominante en la fauna terrestre y representan un 10 % de las especies de animales hasta ahora descritas. Las mariposas diurnas, o sea los representantes de las super-familias Hesperioidea y Papilionoidea, representan cerca de la décima parte del total de lepidópteros y un uno por ciento de la fauna descrita.

Los lepidópteros presentan una ecología muy diversa. A pesar de que desde el punto de vista de su posición en la dinámica trófica de los ecosistemas la gran mayoría de ellos son consumidores primarios (fitófagos); excepcionalmente unos pocos son detritofagos e incluso, carnívoros. A pesar de la uniformidad trófica, existe entre ellos una interesante diversidad en las estrategias de explotación y repartición de los recursos.

Las larvas de las mariposas diurnas se alimentan de vegetales. Las plantas sintetizan diversas sustancias químicas para protegerse de los animales herbívoros, y las larvas, a su vez, utilizan variadas estrategias para sobrepasar esas „barreras químicas”. Entre los lepidópteros se constata la presencia de varios tipos de especializaciones alimentarias. Existen especies monófagas, que consumen sólo una especie de planta; oligófagas, que consumen unas pocas plantas emparentadas desde el punto de vista de su equipamiento químico y polífagas, que se alimentan de numerosas especies de plantas, incluso no emparentadas entre ellas. Los adultos juegan un rol importante en la polinización de las plantas con flores, se alimentan con su néctar y transfieren el polen entre las plantas.

Los lepidópteros son, además, un importante eslabón de las cadenas tróficas, el aspecto más relevante en la etapa de larva cuando son presa de los animales insectívoros.

Además de la importancia ecológica, las mariposas presentan importancia utilitaria, siendo eficientes bioindicadores del estado del medio ambiente. Estando relacionadas íntimamente con las plantas de las que se alimentan, y al tener un ciclo de vida corto- al menos una generación por año- las mariposas se pueden usar como indicadores de los estados de degradación de las comunidades terrestres o de la intensidad de las presiones antrópicas sobre ellas (Scoble 1992). Los bioindicadores son especies o grupos de organismos capaces de reflejar el estado de conservación de un área, además de dar indicios sobre su riqueza de especies, su diversidad, su riqueza de endemismos y de la intensidad del impacto antrópico (Coddington *et al.* 1991, Brown 1991, Colwell 1994, Colwell y Coddington 1996, Pearson 1994).

Los lepidópteros han demostrado ser especies muy útiles tanto para los inventarios de biodiversidad (Kremen *et al.*, 1993; Kremen 1994), como para el monitoreo de los impactos ambientales (Holloway 1985). En un estudio sobre la distribución espacial de la riqueza de especies de mariposas en Canadá, Kerr (2001) constató que ella estaba fuertemente relacionada con el clima- por lo que se muestra que son sensibles a los cambios globales del clima- y con la heterogeneidad de los habitats, por lo que muestran ser vulnerables también a los impactos ambientales de origen antrópicos, especialmente aquellos que tienden a homogenizar las condiciones naturales. Por ejemplo el areal de 40 especies de mariposas diurnas boreales de Europa se ha expandido hacia el norte, extensión de rango que se puede relacionar con el calentamiento global del planeta (Kukal *et al.* 1991, Parmesan 1996, Parmesan *et al.* 1999).

Las modificaciones en los patrones de distribución de los taxones han sido, por lo general, atribuidas a la pérdida de hábitats apropiados o a su fragmentación (Swengel 1998; Kerr *et al.* 2000, Cane 2001). Las modificaciones cada vez más evidentes del clima están siendo consideradas como una de las responsables de las alteraciones en la distribución espacial de los organismos vivos (Pollard *et al.* 1996, Mikkola 1997, TARRIER y Leestmans 1997, Fleishman *et al.* 1998). Existe, al menos, evidencia empírica que sugiere que la variabilidad regional de la riqueza de especies esta fuertemente relacionada con la variación de la energía „climática” (Wright 1983, Currie 1991, Wright *et al.* 1993), estas variaciones explicarían entre 69 y 90 % de las variaciones de la riqueza de especies que se obtiene al comparar ecosistemas „cálidos” con „fríos”, a éstas se sumarían otras influencias relacionadas con la

heterogeneidad de los hábitats (Kerr y Packer 1997, Fraser 1998). Las particularidades observadas en relación con la distribución de las mariposas en Canadá, tienen un correlato en estudios relacionados con organismos como los coleópteros-Cicindelidae (Kerr y Currie, 1999), los mamíferos (Kerr y Packer 1997) y los pájaros (Currie 1991).

Los lepidópteros diurnos, especialmente aquellos de mayor tamaño y particularmente aquellos incluidos entre los Rhopalocera, son buenos ejemplos de especies bioindicadoras ya que alcanzan buenos resultados de acuerdo con los parámetros enunciados por Pearson (1994):

1. Su biología y taxonomía están bien estudiadas.
2. Son especies relativamente fáciles de identificar y manipular, tanto en terreno, como en laboratorio.
3. Las poblaciones son regularmente abundantes, estables y generalmente sedentarias en la escala de los estudios de ecosistemas.
4. Presentan una amplia diversidad ecológica.
5. Poseen un ciclo de vida corto. Muchas especies son polivoltinas, otras son anuales y sólo unas pocas tienen ciclos más largos.
6. Tienen una importante sensibilidad a los cambios ambientales y, al mismo tiempo, gran fidelidad a sus hábitats.

En conclusión, los lepidópteros en general y los Rhopaloceros, en particular, son buenos candidatos para seleccionarlos en trabajos relacionados con estudios de caracterización y monitoreo de la biodiversidad de un sitio o ambiente.

El objetivo de este trabajo es analizar desde el punto de vista de la zoogeografía la fauna de lepidópteros diurnos de Chile (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea). Se busca determinar la existencia de patrones de distribución de especies que permitan caracterizar su distribución regional.

## METODOLOGÍA

### Información base

La información utilizada en los análisis tiene como base la presentada por Peña y Ugarte (1996). Estos realizan una revisión taxonómica de los lepidópteros diurnos del país, y acompañan para cada especie, información sobre su distribución en las regiones administrativas del país. Para efectos del análisis es importante señalar que éstas siguen un patrón latitudinal N-S. Para este análisis se conservó la división antigua del país en 12 Regiones más la Región Metropolitana.

También se estudiaron las colecciones de lepidópteros del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago y se realizaron algunas observaciones en terreno.

En el análisis no se consideró a las subespecies salvo que en Chile exista una subespecie distinta a la típica, o a que existan subespecies no simpátricas, cuya existencia resulta relevante para el análisis zoogeográfico.

### Análisis de los datos

El análisis de los datos se hizo con la ayuda del paquete de programas ADE4 (Thioulouse *et al.*, 1997), cuya documentación se puede consultar en el sitio URL: <http://biomserv.univ-lyon1.fr/sitelabo/index.php>. Se han utilizado dos acercamientos complementarios: una ordenación en espacio reducido (usando el método del análisis de correspondencias) y una clasificación automática (“clustering”). El análisis de correspondencia (CoA) es un método de ordenación de datos en un espacio reducido: las entidades que se analizan se ordenan sobre los ejes de mayor variabilidad y permiten la estructuración de una nube inicial de datos en un espacio con menos dimensiones y más sencillo de interpretar. Los métodos de clasificación automáticos generan representaciones gráficas con forma de árbol (dendrogramas) que agrupan en “clusters” objetos en función de su grado de similitud. Los

módulos de software utilizados y los procedimientos de cálculo se detallan en la sección resultados y la discusión.

### RESULTADOS

Peña y Ugarte (1996) señalan la presencia de 169 especies de mariposas diurnas para Chile distribuidas en las 13 regiones administrativas en las que está dividido el país. Si se agregan algunas de las subespecies cuyo areal presenta claras diferencias respecto del de la subespecie típica, se obtiene un cuadro con las mariposas diurnas de Chile (Cuadro 1 y Figura 1). El cuadro que comprende 172 filas, que representan a los taxones, y 13 columnas, que representan a las regiones administrativas, fue transformado en un cuadro con datos binarios donde la presencia en una región se anotó como 1 y la ausencia, como 0. El análisis posterior con el paquete ADE4 se realizó a partir de este cuadro. Desde un punto de vista matemático este tipo de análisis corresponde a la de una “tabla de contingencia”. El análisis multivariado aplicado a esta matriz de datos es de tipo exploratorio y tiene como objeto poner en evidencia ciertas estructuras de la fauna codificadas en la matriz. La interpretación de dichas estructuras queda a juicio del especialista.

CUADRO 1. Distribución de las especies de mariposas diurnas en Chile (Peña y Ugarte 1996). Las regiones administrativas se indican mediante cifras (1-5, 6-9), o letras (M – Región Metropolitana; A, X Región, B, XI y C, XII).

N° asignado a la especie	Sub-especie	Género/ Familia	Especie/ Subfamilia	Subespecie	12345M6789ABC
		Hesperiidae	Pyrginae		
1		<i>Urbanus</i>	<i>dorantes</i>		1-----
2			<i>proteus</i>		1-----
3		<i>Polythrix</i>	<i>octomaculatus</i>		1-----
4		<i>Pyrgus</i>	<i>barrosi</i>		-2-----
5			<i>bochoris</i>	<i>tresignatus</i>	12345M678---
6			<i>communis</i>	<i>chloe</i>	1-----
7			<i>fides</i>		12345M-----
8			<i>limbata</i>	<i>limbata</i>	12-----
9	b		<i>notatus</i>	<i>valdivianus</i>	-----8-A--
9	a		<i>notatus</i>	<i>notatus</i>	-----M678---
10			<i>oileus</i>	<i>oreus</i>	1---M-----
11		<i>Heliopyrgus</i>	<i>americanus</i>		--345M678---
12		<i>Erynnis</i>	<i>funeralis</i>		--345M6789---
			Hesperiinae		
13		<i>Butleria</i>	<i>flavomaculata</i>		---45M6789AB-
14			<i>panisoides</i>		---45M6789AB-
15			<i>elwesi</i>		-----M6789A--
16			<i>quilla</i>		-----M6789AB-
17			<i>fruticolens</i>		-----5M6789A--
18			<i>sotoi</i>		-----5M678---
19			<i>philippi</i>		-----89A--

20			<i>bisexguttata</i>		---5M6789A--
21		<i>Argopteron</i>	<i>aureipennis</i>		-----89A--
22			<i>aureum</i>		-----7----
23			<i>puelmae</i>		-----789AB-
24		<i>Hylephila</i>	<i>ancora</i>		1-----
25			<i>boulleti</i>		12-----
26			<i>fasciolata</i>		--345M6789ABC
27			<i>isonira</i>	<i>mima</i>	1-4-----
28			<i>phyleus</i>	<i>basistrigata</i>	1-----
29			<i>signata</i>		--345M6789ABC
30	a		<i>venusta</i>	<i>venusta</i>	--34-----
30	b		<i>venusta</i>	<i>haywardi</i>	-----89AB-
31		<i>Lerodea</i>	<i>euphala</i>	<i>conceptionis</i>	--345M6789A--
32			<i>gracia</i>		1-----
33		<i>Quinta</i>	<i>cannae</i>		1-----
34		<i>Calpodes</i>	<i>ethlius</i>		----M-----
35		<i>Nyctelius</i>	<i>nyctelius</i>		1-----
		Pieridae	Coliadinae		
36		<i>Colias</i>	<i>flaveola</i>		---45M6-----
37			<i>mendozae</i>		---5-----
38			<i>blameyi</i>		-2-----
39			<i>weberbaueri</i>		1-----
40			<i>lesbia</i>		-2-----8-A-C
41			<i>vauthierii</i>		--345M6789A--
42		<i>Zerene</i>	<i>caesonia</i>	<i>caesonides</i>	1-----
43		<i>Phoebis</i>	<i>sennae</i>	<i>amphitrite</i>	--345M6789A--
44		<i>Terias</i>	<i>deva</i>	<i>chilensis</i>	--345M-----
45		<i>Tericolias</i>	<i>zelia</i>	<i>kuscheli</i>	1-----
			Pierinae		
46		<i>Eroessa</i>	<i>chilensis</i>		-----789AB-
47		<i>Mathania</i>	<i>leucothea</i>		---45M6789A--
48		<i>Pieris</i>	<i>brassicae</i>		---4-----
49		<i>Tatochila</i>	<i>distincta</i>	<i>fieldi</i>	-2-----
50			<i>mariae</i>		-2-----
51			<i>inversa</i>	<i>razmiliei</i>	-2-----
52			<i>autodice</i>		12345M6789A--
53			<i>mercedis</i>		--345M6789A--
54			<i>theodice</i>		----M6789ABC
55		<i>Hypsochila</i>	<i>galactodice</i>		-----89---
56			<i>huemul</i>		-----9-B-
57			<i>penai</i>		-2-----

58			<i>argyrodice</i>		-----C
59			<i>wagenknechti</i>		12345M67----
60			<i>microdice</i>		-----C
61		<i>Phulia</i>	<i>nymphula</i>		12345M-----
62	a	<i>Pierphulia</i>	<i>rosea</i>	<i>rosea</i>	-2-----
62	b		<i>rosea</i>	<i>maria</i>	1-----
63			<i>isabella</i>		--3-----
64		<i>Infraphulia</i>	<i>ilyodes</i>		1-----
		Papilionidae			
65		<i>Battus</i>	<i>polydamas</i>	<i>archidamas</i>	--345M678----
		Lycaenidae		Theclinae	
66		<i>Strymon</i>	<i>eurytulus</i>		--345M6789A--
67			<i>davara</i>	<i>joannisi</i>	1-----
68			<i>sapota</i>		1-----
69			<i>crambusa</i>		1-----
70			<i>peristictos</i>		--3--M-----
71			<i>daraba</i>		1-----
72		<i>Ministrymon</i>	<i>azia</i>		--3-----
73			<i>quebradivaga</i>		1-----
74		<i>Chlorostrymon</i>	<i>kuscheli</i>		1-----
75			<i>larancagua</i>		1-----
76			<i>chileana</i>		----M-----
77		<i>Thergissima</i>	<i>shargeli</i>		----M-----
78		<i>Calycopis</i>	<i>valparaiso</i>		---5-----
79		<i>Eiseliana</i>	<i>flavaria</i>		12-----
80			<i>rojasi</i>		-2-----
81			<i>bicolor</i>		--345M678----
82			<i>probabila</i>		---5M6-----
83		<i>Heoda</i>	<i>wagenknechti</i>		--34-----
84			<i>suprema</i>		-----B-
85			<i>shapirooi</i>		-----7-----
86			<i>atacama</i>		---4-----
87			<i>nivea</i>		--4--7--B-
88			<i>erani</i>		1-----
89		<i>Abloxurina</i>	<i>muela</i>	<i>putreensis</i>	1-----
90		<i>Pontirama</i>	<i>coquimbensis</i>		---4-----
91		<i>Ramma</i>	<i>chilensis</i>		1-----
92		<i>Shapiroana</i>	<i>herrerae</i>		--3-----
93		<i>Rekoa</i>	<i>palegon</i>	<i>cyrriana</i>	1-----
94		<i>Panaincisalia</i>	<i>oribata</i>		1-----
95			<i>patagonaevaga</i>		-----B-

			Polyommatainae		
96		<i>Itylos</i>	<i>titicaca</i>		12-----
97		<i>Hemiargus</i>	<i>ramona</i>		12-----
98		<i>Nabokovia</i>	<i>faga</i>		1-----
99			<i>ada</i>		--3-----
100		<i>Leptotes</i>	<i>trigemmatius</i>		12345M-----
101		<i>Pseudolucia</i>	<i>collina</i>		--45M678---
102			<i>charlotte</i>		-----6-----
103			<i>benyamini</i>		---45-----
104			<i>lyrnessa</i>		--45M678---
105			<i>hazeorum</i>		--45M678---
106			<i>clarea</i>		---4-----
107			<i>plumbea</i>		----M678----
108			<i>annamaria</i>		--345M67-----
109			<i>scintilla</i>		---4-----
110			<i>vera</i>		-----9---
111			<i>chilensis</i>		--345M6-----
112			<i>lanin</i>		-----A--
113			<i>andina</i>		---45M6789AB-
114			<i>avishai</i>		---4-----
115			<i>asafi</i>		---4-----
116			<i>magellana</i>		-----C
117			<i>sibylla</i>		--4-----
118			<i>penai</i>		--4-----
119			<i>aureliana</i>		--3-----
120			<i>oligocyanea</i>		-2-----
121			<i>argentina</i>		----M-----
122		<i>Madeleinea</i>	<i>ludrica</i>		1-----
123			<i>pelorias</i>		-2-4-----
124			<i>sigal</i>		1-----
		Nymphalidae	Danainae		-2-4-----
125		<i>Danaus</i>	<i>plexippus</i>	<i>erippus</i>	1--4-M-7--A--
			Satyrinae		1--4-M-7--A--
126		<i>Argyrophorus</i>	<i>argenteus</i>		---45M6789AB-
127			<i>monticolens</i>		-----8----
128			<i>williamsianus</i>		-----C
129			<i>penai</i>		-2-----
130			<i>gustavi</i>		12---6-----
131		<i>Cosmosatyrus</i>	<i>chilensis</i>		--345M6789ABC
132			<i>leptoneuroides</i>		---45M6789ABC
133		<i>Faunula</i>	<i>leucoglene</i>		12345M678----



134			<i>patagonica</i>		-----AB-
135		<i>Tetraphlebia</i>	<i>germaini</i>		----M678----
136			<i>stelligera</i>		--45M6789A--
137		<i>Neosatyrus</i>	<i>ambiornix</i>		-----A--
138		<i>Homeonympha</i>	<i>vesagus</i>		----5M678----
139			<i>boisduvali</i>		---45M6789ABC
140			<i>humilis</i>		-----89A--
141		<i>Neomaenas</i>	<i>caenonymphina</i>		---5-6-----
142			<i>edmondsi</i>		-----89A--
143			<i>fractifascia</i>		-----89A--
144			<i>inornatus</i>		----5M6789A--
145			<i>janiroides</i>		--45M6789A--
146			<i>monachus</i>		-----89AB-
147			<i>poliozona</i>		-----9A--
148			<i>servilia</i>		----5M678----
149			<i>simplex</i>		-----789---
150			<i>wallengreni</i>		-----89A--
151		<i>Pamperis</i>	<i>poaeneis</i>		-----8-A--
152		<i>Auca</i>	<i>coctei</i>		---45M6789AB-
153			<i>delessei</i>		--45M-----
154			<i>pales</i>		----5M6789A--
155		<i>Spinanthena</i>	<i>tristis</i>		-----789A--
156		<i>Elina</i>	<i>montroli</i>		----5M6789A--
157			<i>vanessoides</i>		-----89A--
158		<i>Nelia</i>	<i>calvertii</i>		-----78----
159			<i>nemyroides</i>		----M6789A--
			Heliconiinae		
160		<i>Dione</i>	<i>glycera</i>		1-----
161		<i>Agraulis</i>	<i>vanillae</i>		1-----
162		<i>Yramea</i>	<i>cytheris</i>		----M6789ABC
163			<i>lathonoides</i>		--345M6789ABC
164			<i>modesta</i>		---45M6789A--
165		<i>Euptoieta</i>	<i>claudina</i>	<i>hortensia</i>	--45M6789A--
			Nymphalinae		
166		<i>Junonia</i>	<i>vestina</i>	<i>livia</i>	1-----
167		<i>Vanessa</i>	<i>carye</i>		12345M6789ABC
			Libytheinae		
168		<i>Lybitheana</i>	<i>terpsichore</i>		---45M6789ABC
169			<i>carineta</i>	<i>carineta</i>	-----8----

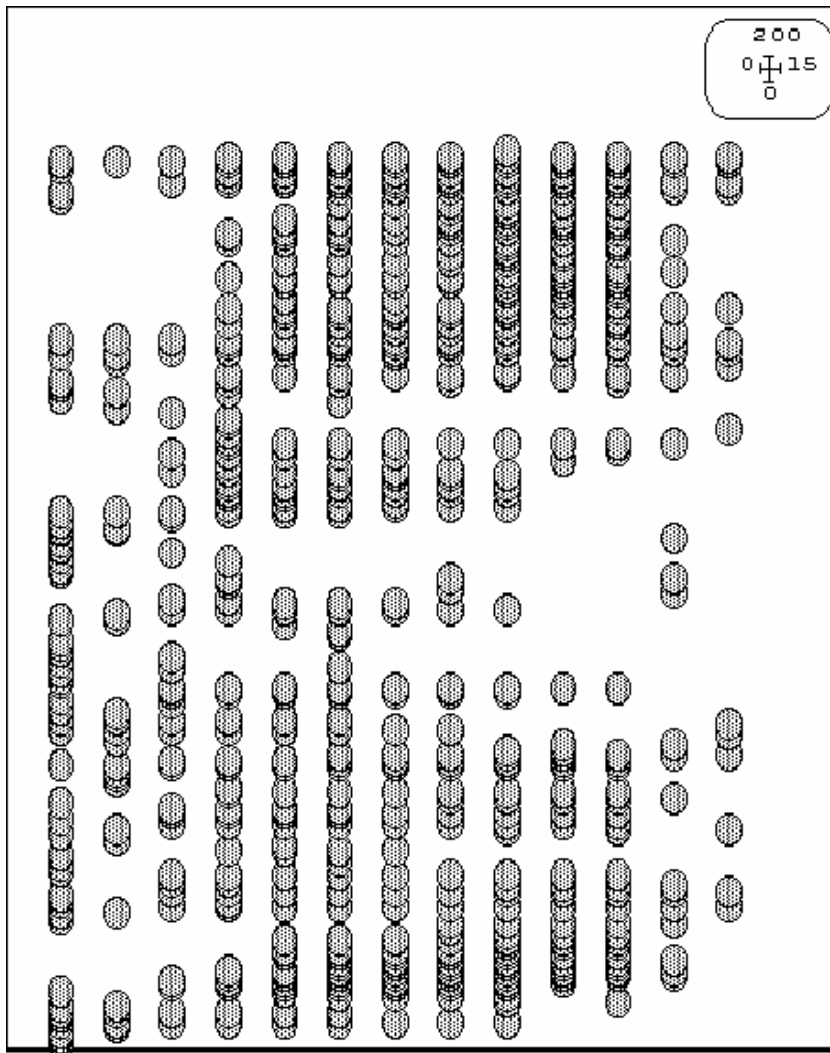


FIGURA 1. Representación gráfica de la tabla de contingencia.

Cada punto muestra la presencia de un taxon en una región administrativa; las ausencias se indican con los espacios en blanco. La matriz de 172 filas (taxones – especies o subespecies Cuadro 1) y 13 columnas que representan las 13 regiones administrativas de Chile. La representación gráfica que se muestra se obtuvo mediante el módulo *Tables: values* del paquete de programas ADE4 (Thioulouse *et al.* 1997).



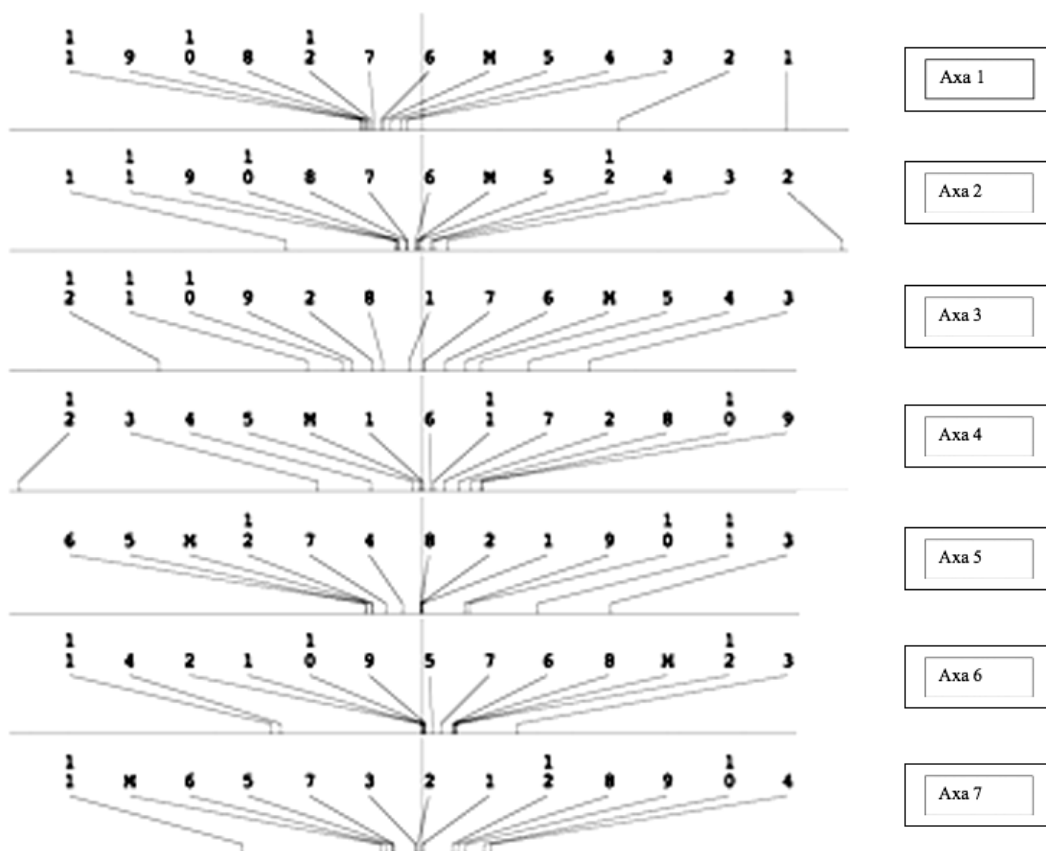


FIGURA 3. Posicionamiento de las regiones chilenas en función de los resultados obtenidos en los primeros 7 ejes del análisis de correspondencias aplicado al Cuadro de la fauna

La Figura 3 fue obtenida luego de aplicar la opción COA: correspondence analysis sobre la tabla de presencia-ausencia; el *score* de los areales sobre los primeros siete ejes se representa en el gráfico con la ayuda de la opción Graph 1D: *labels*. Sobre el primer eje (arriba) se observa que las Regiones I y II se encuentran aisladas del resto de las regiones del país y, además, entre ellas; el segundo muestra la misma relación; el tercero, una clara sucesión latitudinal N-S para las Regiones desde la III a la XII, mientras las I y II quedan de nuevo aisladas; el cuarto segrega netamente a la XII Región (distanciada también en el tercer eje), mientras que el resto de las Regiones se ordenan en un gradiente de latitud, excepto la I y II, a las que se agrega esta vez la XI, que no se alinea con ninguna de sus vecinas; resulta interesante, además, que los resultados obtenidos del análisis COA posicionan a las regiones del norte en la vecindad de la XII en lugar de relacionar a ésta con sus vecinas del sur. Los ejes siguientes del quinto al séptimo, presentan mayores dificultades de interpretación aunque dejan observar una agrupación de las regiones centrales (V-VIII y Metropolitana) mientras que el resto mantiene sus posiciones de los ejes anteriores.

Los gráficos de las figuras 4-5 se obtuvieron mediante la aplicación de la opción Scatters: labels a los resultados obtenidos mediante el análisis de correspondencia. En la figura 4-A se observa que sobre los ejes factoriales 1 y 2 se distinguen claramente tres patrones de distribución, las Regiones I y II están aisladas entre ellas y en relación con las demás. En la Figura 4-B se muestra más en detalle la situación, allí se representan solamente las últimas once regiones. Se observa que en las Regiones entre la III y la IX el gradiente de similitud norte-sur es muy evidente y que las Regiones X-XI y XII presentan una posición algo discordante y forman dos subgrupos: X-XI y XII. Los ejes 2 y 3, mostrados en las figuras 5 y 6 segregan de forma aún más clara las Regiones I y II y disponen a las demás en un grupo donde el gradiente latitudinal es evidente.

Los dendrogramas obtenidos a partir del análisis de cluster se muestran en las figuras 7 y 8. Ellos confirman y matizan los resultados del análisis de correspondencias.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante la aplicación del índice de Jaccard, obtenido del programa en el módulo *Distances: binary dissimilarity*, el que se aplicó a la tabla binaria; después se calculó y graficó la distancia euclidiana (el coeficiente S3 en Gower & Legendre, 1986):

$$s = a/(a+b+c) \quad d = \sqrt{1 - s}$$

donde  $s$  = similitud entre las composiciones de la fauna de las dos áreas a comparar,  $a$  = el número de especies de la primera área,  $b$  = el número de especies de la segunda,  $c$  = el número de especies presente en ambas áreas,  $d$  = la distancia entre las composiciones de la fauna entre las dos áreas,  $\sqrt{\quad}$  = la raíz cuadrada. Las distancias euclidianas se calcularon con la opción *Distances: to clusters*. El coeficiente de Jaccard es el más adecuado para datos binarios dado que no introduce distorsiones (ponderaciones apriorísticas) en los resultados y no considera las ausencias dobles que no son interpretables en el contexto del estudio. El paso siguiente consta en calcular la jerarquía con la opción *Clusters: compute hierarchy*. Se ensayaron las cuatro opciones del módulo: encadenamiento simple, encadenamiento promedio, encadenamiento completo y el momento de segundo orden de Ward. Sólo la primera y la última de las opciones presentaron buenos resultados. Estos se muestran en gráficos realizados por el módulo *dendrograms*.

La jerarquía obtenida mediante la opción de encadenamiento simple (Figura 7) valida los resultados del análisis de correspondencias (COA): las Regiones I y II se oponen netamente al resto entre las que se obtienen subgrupos basados en su proximidad geográfica. El gradiente norte-sur queda claramente en evidencia en el cladograma. El análisis con el método de Ward (Figura 8) sugiere la existencia de 4 tipos de agrupación: dos formados por las Regiones extremas: I-II y XI-XII, respectivamente y otros dos formados por las regiones centrales ordenadas netamente en un gradiente N-S, con un sub-grupo formado por las Regiones VIII a X, y otro por las Regiones III-VII. Estos grupos pueden considerarse como subdivisiones de los dos grupos mayores obtenidos en el análisis de correspondencias: los formados por las Regiones I-II y III-XII.

FIGURA 4. Mapa factorial con el ordenamiento de los areales de distribución (Regiones de Chile I a XII) que figuran en los ejes 1 y 2 del análisis de correspondencias (A); detalle de la zona R3-12 (B).

Los gráficos se obtuvieron aplicando la opción “*Scatters: labels*” a los resultados obtenidos del análisis de correspondencias (COA: *Correspondence analysis*). En A se distinguen claramente tres grupos de tipos de distribución (areales): Las Regiones I y II están aisladas entre ellas y también en relación con las demás regiones. En el mapa factorial que se muestra en el detalle (B) están representadas solamente las últimas once regiones. Para las Regiones III a IX el gradiente N-S es muy evidente, las últimas tres regiones (X-XII) se ubican en una posición algo discordante por lo que forman eventualmente dos sub-grupos donde la X y la XI se separan de la XII.

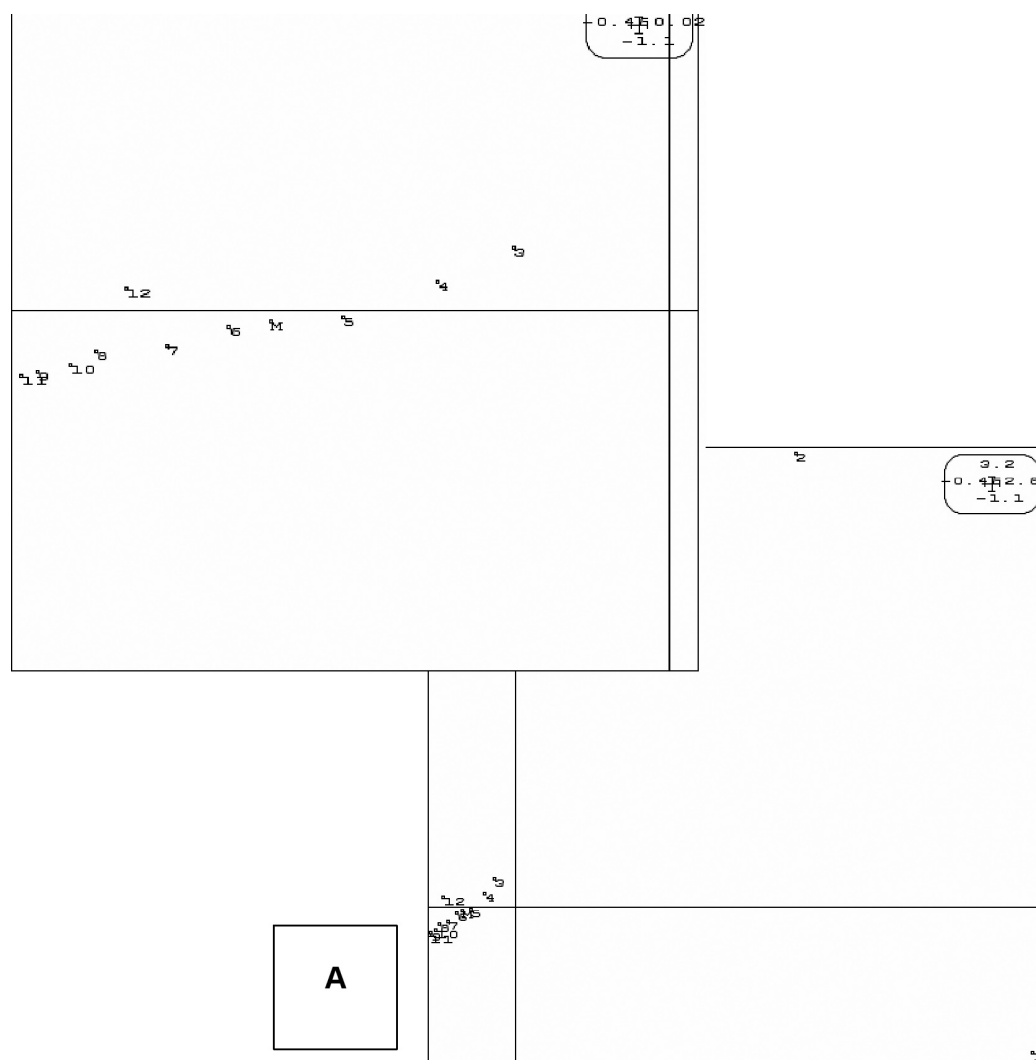


FIGURA 5. Resultados de la ordenación de las Regiones (I-XII) en los ejes 1 y 2 del análisis de correspondencias (COA).

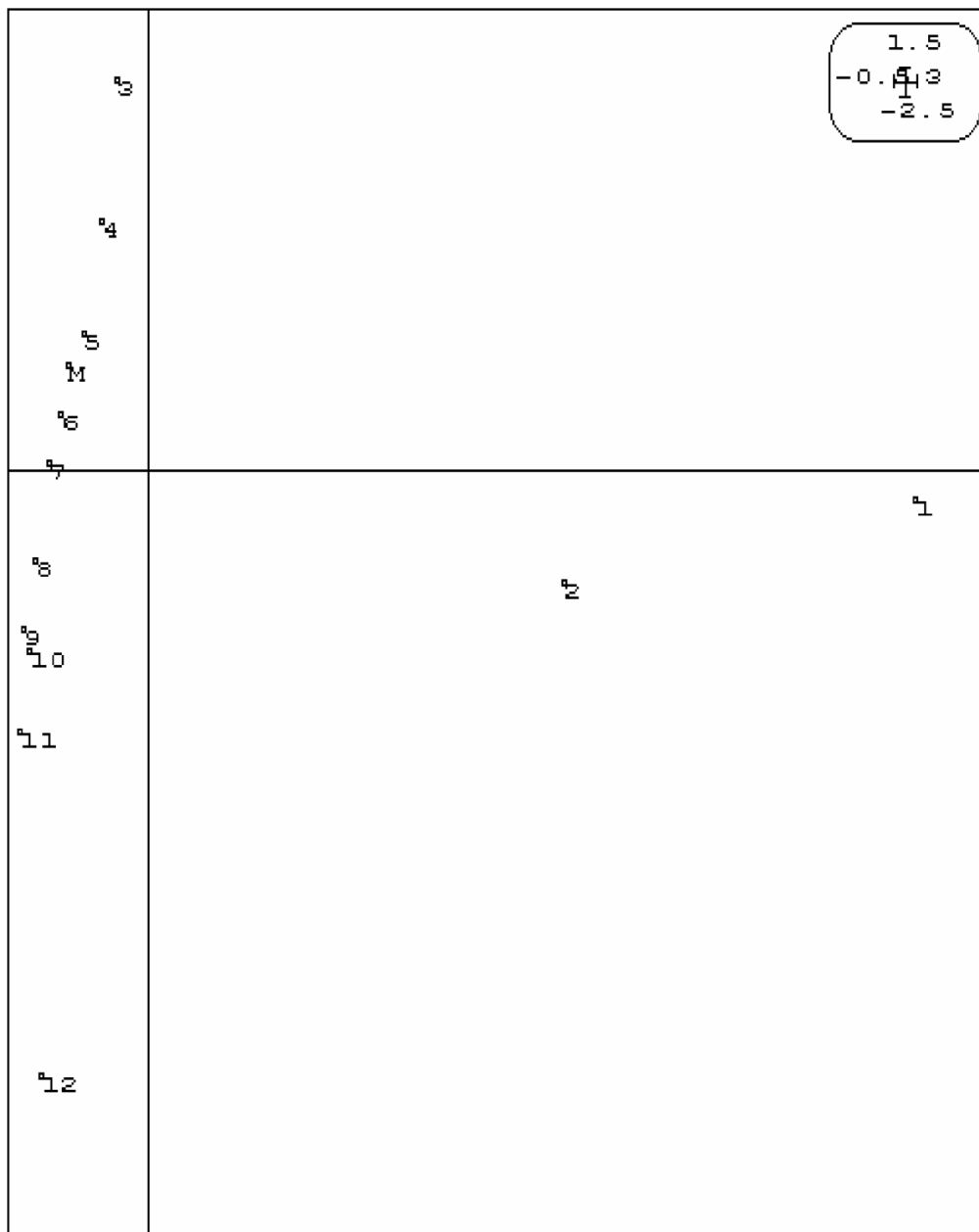


FIGURA 6. Resultados del factorial con la ordenación de las regiones en los ejes 2-3 del análisis de correspondencias (COA).

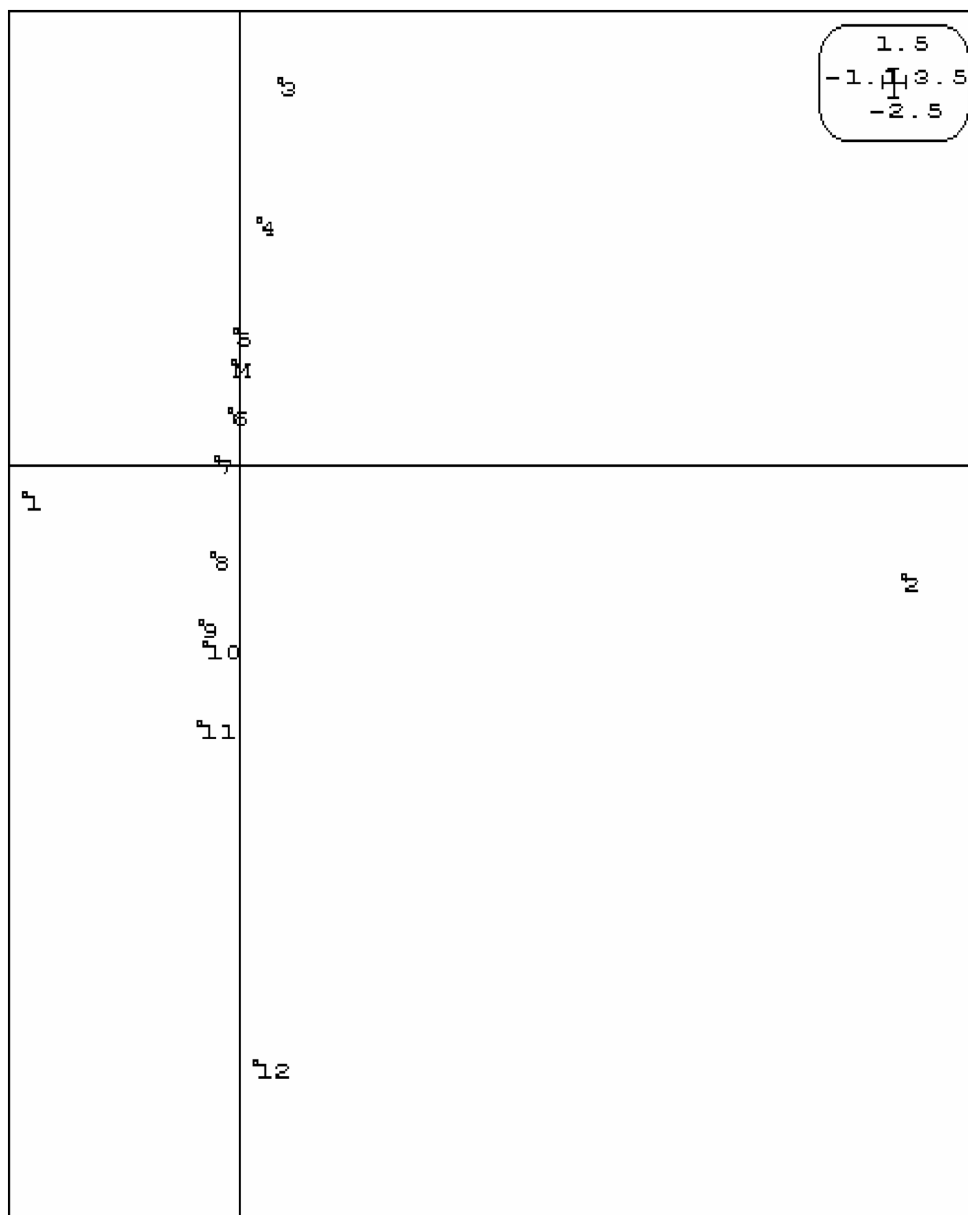




FIGURA 7. Dendrograma de las regiones administrativas de Chile agrupadas en función de la fauna de mariposas diurnas sobre la base de un ordenamiento jerárquico obtenido por el método del "encadenamiento simple" aplicado a las distancias euclidianas resultadas de la aplicación del índice de similitud de Jaccard.

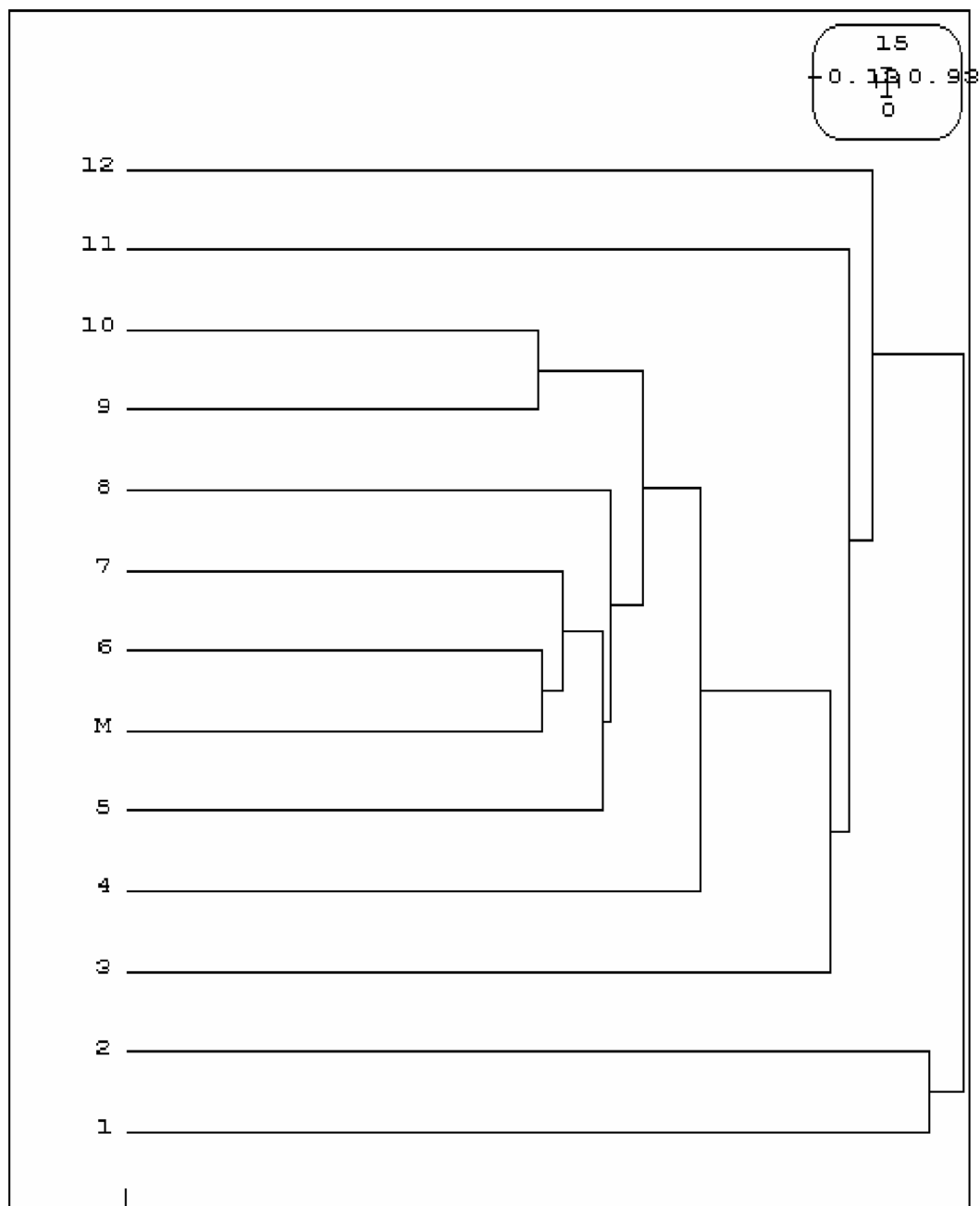
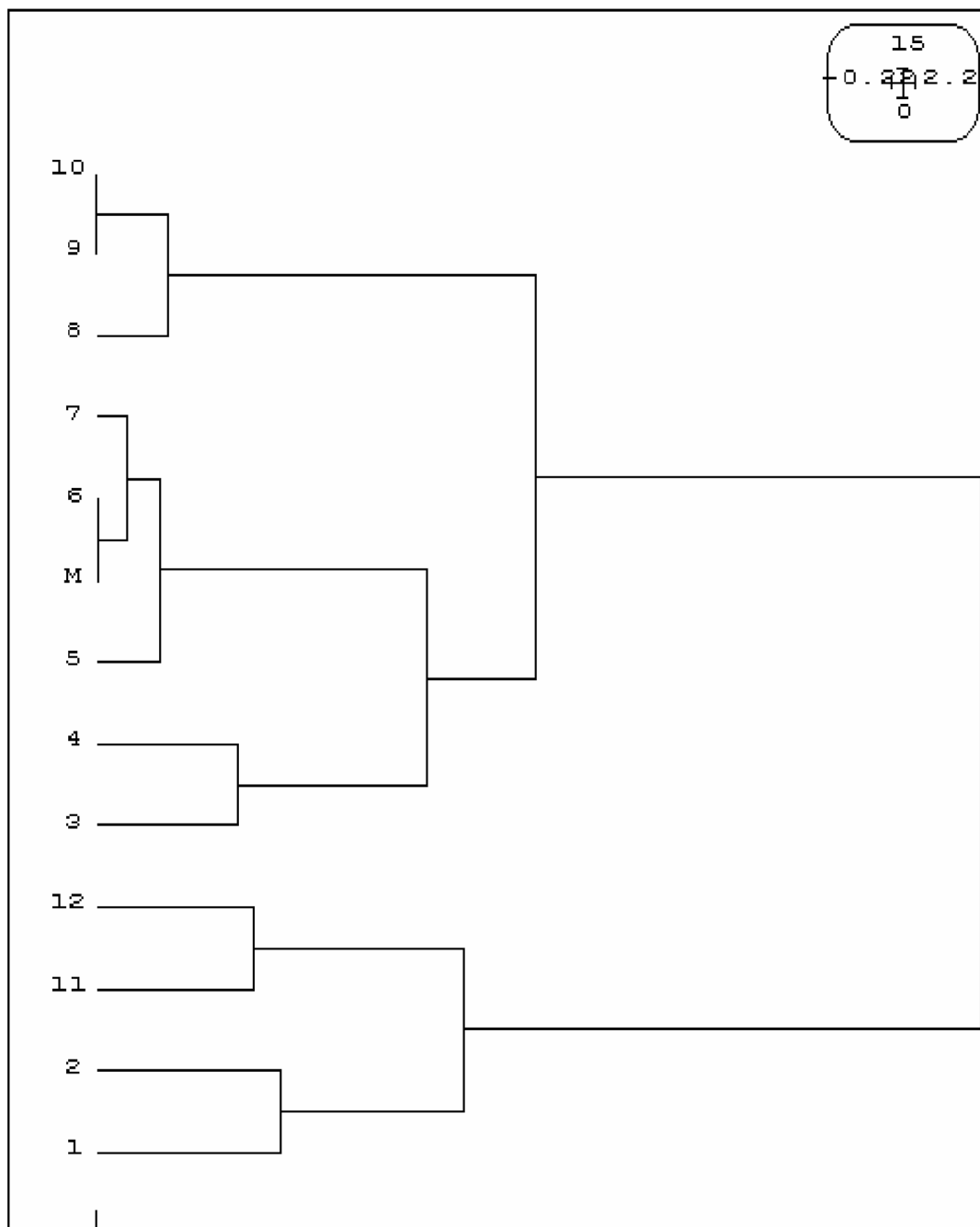


FIGURA 8. Dendrograma de las regiones administrativas de Chile agrupadas con base en una jerarquía obtenida mediante el método de Ward (momento de orden 2) aplicado a las distancias euclidianas obtenidas mediante la aplicación del índice de similitud de Jaccard.



## DISCUSIÓN

El análisis de la distribución geográfica de la fauna de lepidópteros diurnos de Chile, por regiones administrativas muestra la formación de cuatro grupos de regiones dispuestos en un gradiente de latitud. Una primera diferenciación separa a las Regiones I y II de las demás; una segunda, agrupa desde la III hasta la VII Región y, finalmente, una tercera reúne a las regiones más australes: la XI y la XII.

La primera agrupación zoogeográfica de especies, la de las Regiones I y II, coincide con la distribución territorial del bioclima tropical (Di Castri y Hayek 1976). En términos de la vegetación, su correlato corresponde a la presencia en la precordillera y en los valles de la I Región de tipos de vegetación similares a los del sur del Perú y ausentes al sur de la II Región (Galán de Mera 2005; Luebert y Plissock 2006). Los resultados muestran que ambas Regiones, a pesar de su similitud respecto de las demás, no representan un grupo homogéneo en cuanto a su composición de especies (Figuras 4 y 5); quizás ello sea consecuencia de la aparición, en la costa de la Región de Antofagasta (II), del clima per-árido, con precipitaciones invernales; lo que en términos de la vegetación se refleja en el establecimiento gradual de un tipo de vegetación más xerofítico, muy diferente a los del interior. Para establecer con mayor precisión el límite del territorio de la fauna tropical de altura respecto de la del desierto deberá contarse con buenos catastros regionales.

La siguiente agrupación corresponde a las Regiones III a VII, las que presentan un régimen de clima con tendencia mediterránea, con sus variantes desde per-árido hasta semi-húmedo (Di Castri y Hajek 1976). Para el caso del objeto del estudio, esta gradiente de aridez norte-sur, no implica un recambio brusco en la composición de especies. Será, entonces de particular interés, estudiar con mayor atención la expansión y retracción de los rangos de distribución de las especies hacia las Regiones de Atacama y Coquimbo en condiciones de presencia-ausencia del fenómeno de El Niño (ENSO), que se ha demostrado en otros grupos de animales que produce cambios intensos en la distribución y la abundancia de las especies. Al respecto, se podría postular que la Región de Coquimbo (IV), adyacente al límite sur del desierto, puede constituirse en “reservorio” de especies en los años de nula o muy baja pluviometría en el desierto. En términos de la vegetación, la fauna de mariposas en el área está claramente asociada con los matorrales y los bosques esclerofilos de Chile central (*sensu* Gajardo 1994).

Las Regiones de la VIII a la X se encuentran bajo un régimen mediterráneo húmedo-a per-húmedo y bajo tendencia oceánica, templado-húmeda (Hayek y Di Castri 1976). El correlato en términos de vegetación corresponde a la irrupción gradual de los bosques caducifolios y los siempreverdes de *Nothofagus* en esas regiones (Gajardo 1994; Luebert y Plissock 2006). La fauna de lepidópteros diurnos es posible que se haya diversificado y evolucionado fuertemente asociada a los bosques que existieron en forma predominante y con cobertura casi continua en ellas. Respecto de este grupo de especies, resultará interesante estudiar el efecto de la fragmentación de los bosques en la conservación de las especies y asociar, además, el efecto del uso masivo de insecticidas en la agricultura a partir de la década del 60.

Finalmente, el cuarto grupo asocia la fauna de mariposas de las regiones del extremo sur, XI y XII, ambas con un doble carácter bioclimático: árido en la vertiente oriental de los Andes y húmedo en la occidental. La vertiente occidental se encuentra bajo un clima temperado y alberga formaciones de bosques siempreverdes o caducifolios de *Nothofagus*, relacionados con los de la X Región; la oriental, presenta un clima árido, de “sombra de lluvia”, donde la vegetación corresponde a matorrales y praderas (Gajardo 1994; Luebert y Plissock 2006). Queda por analizar con más detalle las diferencias que se registran en la composición de la fauna de lepidópteros diurnos al interior de ambas regiones. Es posible que ella de cuenta de las diferencias bioclimáticas que se reflejan en la vegetación.

Resulta interesante destacar que recientemente Contreras y Torres-Mura (en prensa), en un trabajo sobre la distribución de los mamíferos no voladores en Chile, encontraron la misma separación de primer nivel jerárquico entre los mamíferos de la Región de Tarapacá y los del resto del país. El análisis coincide asimismo en que las especies del área del mediterráneo se relacionan en primer lugar con un clado de especies de los bosques temperados del sur del país; finalmente se destaca también la singularidad de la fauna de la estepa patagónica.

Para mejorar esta clasificación se sugiere abordar en adelante dos aspectos que no han sido considerados hasta ahora:

1. La variación en altitud de la fauna de lepidópteros diurnos.
2. El estudio de la diversidad de la fauna de mariposas diurnas en las regiones limítrofes como Perú y Bolivia y Argentina con el fin de determinar de mejor manera su grado de endemismo en Chile.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M.G.

1998 Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XXII (84): 407-421.

BROWN, K. S. Jr.

1991 Conservation of neotropical environments: Insects as Indicators, p. 349-404. In: Collins, N.M., J.A. Thomas. (Eds.) *The Conservation of Insects and their habitats*. Academic Press. New York.

CANE, J. H.

2001 Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? *Conservation Ecology* 5(1): 3 URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>.

CODDINGTON, J. A., GRISWOLD, CH. E. , SILVA, D., PENARANDA, E. y SCOTT, S.

1991 Designing and testing samplings protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems, p. 44-60. In Duddley, E. C. (Ed.) *The unity of evolutionary Biology: Proceedings of the fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*. Dioscorides Press. Portland Or., 2 vols. 1048 p.

COLWELL, R. K.

1994 Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In Hawksworth, D. L. (Ed.): *The quantification and estimation of organismal biodiversity*. Special volume, Phil. Trans. R. Soc. London.

COLWELL, R. K. y CODDINGTON, J.A.

1996 Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. 101-118. In Hawksworth, D. L.(Ed.): *The quantification and estimation of organismal biodiversity*. Special volume, Phil. Trans. R. Soc. London 140 p.

CONTRERAS, L. y TORRES-MURA, J.C.

Mamíferos de Chile. *Biogeografía*. En prensa: 255-265.

CURRIE, D. J.

1991 Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. *American Naturalist* 137: 27-49.

DI CASTRI, F. y HAYEK, E.

1976 *Bioclimatología de Chile*. Ediciones de la Universidad Católica de Chile. 128 p.

FLEISHMAN, E. G., AUSTIN, T. y WEISS, A. D.

1998 An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. *Ecology* 79: 2482-2493.

FRASER, R. H.

1998 Vertebrate species richness at the mesoscale: relative roles of energy and heterogeneity. *Global Ecology and Biogeography* 7: 215-220.

GAJARDO, R.

1994 *La Vegetación Natural de Chile*. Clasificación y Distribución geográfica. CONAF-Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 p.

GALAN DE MERA, A.

2005 Clasificación fitosociológica de la vegetación de la región del Caribe y América del Sur.

- Arnaldoa 12 (1-2): 86-111.
- GASTON, K. J.  
1991 The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5: 283-296.
- GOWER J.C. y LEGENDRE P.  
1986 Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients. *Journal of Classification* 3: 5-48.
- HEPPNER, J. B.  
1998 Classification of Lepidoptera. Part 1. Introduction. - Holarctic Lepidoptera, 5 (Suppl. 1): 1-148.
- HOLLOWAY, J. D.  
1985 Moths as indicator organism for categorising rain forest and monitoring change and regeneration process, : 235-242. In: A. Chadwick, A. & Sutton, S. (Eds.) *Tropical rain forest*. Leeds Philosophical and literary.
- KERR, J. T.  
2001 Butterfly species richness patterns in Canada: energy, heterogeneity, and the potential consequences of climate change. *Conservation Ecology* 5(1): 10. URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art10>.
- KERR, J. T. y CURRIE, D. J.  
1999 The relative importance of evolutionary and environmental controls on broad scale patterns of species richness in North America. *Ecoscience* 6: 329-337.
- KERR, J. T. y PACKER, L.  
1997 Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high energy regions. *Nature* 385: 252-254.
- KERR, J. T., SUGAR, A. y PACKER, L.  
2000 Indicator taxa, rapid biodiversity assessment, and nestedness in an endangered ecosystem. *Conservation Biology* 14: 1726-1734.
- KREMEN, C., COWELL, R. K., ERWIN, T. L., MURPHY, D. D., NOSS, R. F. y SANJKAYAN, M. A.  
1993 Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7 (4): 796-808.
- KREMEN, C.  
1994 Biological Inventory using target taxa. A case study of butterflies of Madagascar. *Ecological applications* 4 (3): 407-422.
- KUKAL, O., AYRES, M. P. y SCRIBER., J. M.  
1991 Cold tolerance of the pupae in relation to the distribution of swallowtail butterflies. *Canadian Journal of Zoology* 69: 3028-3037.
- LAITHWAITE, E., WATSON, A. y WHALEY, P. E. S.  
1975 *The Dictionary of butterflies and moths in colour*. London: Michael Joseph.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P.  
2006 *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria.
- MIKKOLA, K.  
1997 Population trends of Finnish lepidoptera during 1961-1996. *Entomologica Fennica* 8: 121-143.
- PARMESAN, C.  
1996 Climate and species' range. *Nature* 382: 765-766.
- PARMESAN, C., RYRHOLM, N., STEGANESCU, C., HILL, J. K., THOMAS, C. D., DESCIMON, H., HUNTLEY, B., KAILA, L., KULLBERG, J., TAMMARU, T., TENNENT, W. J., THOMAS, J. A. y WARREN, M.  
1999 Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399: 579-583
- PEARSON, D.  
1994 Selection indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. 75-80. In : Hawksworth, D.L. (Ed.): *The quantification and estimation of organismal biodiversity*. Special volume, Phil. Trans R. Soc. London 140 p.
- PEÑA, L. E. y UGARTE A. J.  
1996 *Las mariposas de Chile / The Butterflies of Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 359 p.
- POLLARD, E., ROTHERY, P. y YATES, T. J.  
1996 Annual growth rates in newly established populations of the butterfly *Pararge aegeria*. *Ecological Entomology* 21: 365-369.

SCOBLE, M. J.

1992 The Lepidoptera. Form, function and diversity. Oxford University Press. 409 p.

SWENGEL, A. B.

1998 Effects of management on butterfly abundance in tallgrass prairie and pine barrens. *Biological Conservation* 83: 77-89.

TARRIER, M. y LEESTMANS, R.

1997 Losses and acquisitions probably linked to the effects of global climatic warming on western Mediterranean lepidopteran fauna (Lepidoptera, Papilionoidea). *Linneana Belgica* 16: 23-36.

THIOULOUSE J., CHESSEL, D., DOLÉDEC, S. y OLIVIER, J. M.

1997 ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software, *Statistics and Computing* 7: 75-83 (Documentación disponible en URL: <http://biomserv.univ-lyon1.fr/ADE-4.html>).

WRIGHT, D. H.

1983 Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos* 41: 496-506.

WRIGHT, D. H., CURRIE, D. J. y MAURER, B. A.

1993 Energy supply and patterns of species richness on local and regional scales, 66-74 p. In R. E. Ricklefs and D. Schluter, editors. *Species diversity in ecological communities*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Contribución recibida: 20.04.07; aceptada: 21.08.07.



## ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LOS ODONATA (INSECTA) DE CHILE.

ARIEL CAMOUSSEIGHT<sup>1</sup> y ALEJANDRO VERA<sup>2</sup>

1 Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago. [acamousseight@mnhn.cl](mailto:acamousseight@mnhn.cl)

2 Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Casilla 147, Santiago.  
[alveras2@gmail.com](mailto:alveras2@gmail.com)

### RESUMEN

Se analiza el estado actual del conocimiento de las especies del Orden Odonata registradas para Chile, destacando aspectos taxonómicos útiles para el trabajo limnológico, tales como el grado de discriminación que se puede lograr con los estados preimaginales y la distribución geográfica de las especies. Los resultados obtenidos revelan un total de 47 especies, adscritas a 23 géneros y 9 familias. De estas especies sólo han sido descritas 25 ninfas. El endemismo en Chile alcanzaría a un 29,8%.

---

Palabras clave: Lista taxonómica, Odonata, Insectos acuáticos, Chile, Distribución.

### ABSTRACT

**Current state of knowledge of Odonata (Insecta) of Chile.** The actual knowledge of the Order Odonata in Chile was studied, emphasizing in the taxonomic information useful for the limnological work such as the knowledge of the immature state and geographical distribution of species. A total of 47 species distributed in 23 genera and 9 families are recognized; the endemism reaches 29,8% of the species.

---

Key words: Taxonomic list, Odonata, Aquatic insects, Chile, Distribution.

### INTRODUCCIÓN

En el Simposio sobre el Estado del conocimiento de la biodiversidad acuática en Chile, organizado por la Sociedad Chilena de Limnología en el marco del XII Taller Nacional de Limnología celebrado el año 2003, se realizó una presentación preliminar del orden Odonata en Chile. Por tratarse de un estudio en curso de desarrollo sus resultados no fueron incluidos en la revista *Gayana* (Valdivinos, 2006). En consideración a las consultas recibidas en relación con el resumen presentado en el Simposio aparecido en Internet, y subsanados los inconvenientes de falta de información bibliográfica, se ha creído necesario completar esta contribución al conocimiento de las especies de odonatos presentes en el país, publicando el presente trabajo de recopilación exhaustiva, analizada bajo criterios taxonómicos y de utilización limnológica. Adicionalmente se da a conocer la representación del Orden en las colecciones conservadas en el Museo Nacional de Historia Natural. En el listado el asterisco (\*) junto al nombre de la especie, señala que ella está representada por ejemplares adultos identificados por especialistas como L.A. Bulla, R.W. Garrison y N. von Ellenrieder, entre otros.

El recuento de las especies como el de sus correspondientes sinonimias es resultado de un análisis crítico de la información, principalmente bajo los criterios del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. En la mención de la bibliografía consultada se ha excluido intencionalmente algunas especies que a continuación se señalan y por las razones que en cada uno de los casos se indican:

1. Hagen (1861) en su "Synopsis of the Neuroptera of North America" entrega una lista de los



Neuroptera de Sudamérica, señalando para el caso de los Odonata, 22 especies presentes en Chile, de las cuales 7 corresponderían a nuevas especies señaladas con un signo de exclamación (!) como nominadas por él pero sin descripción alguna, éstas serían: *Agrion versutum*, *Agrion cinctum*, *Agrion torvum*, *Agrion nuptum*, *Aeschna configurata*, *Cordulia chilensis*, *Dythemis typographa*. De acuerdo al Artículo 12.1 del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica se tratarían de *nomina nuda* y no estarían disponibles.

Lo anterior determina la exclusión del sinónimo de *Aeschna configurata* de la especie *Rhionaeschna diffinis* (Rambur, 1842) indicada por Ellenrieder (2003), y de *Cordulia chilensis* como sinónimo de *Gomphomacromia paradoxa* Brauer, 1864, señalada por Ellenrieder & Garrison (2004).

2. Schorr *et al.* (2007) en su World List of Odonata indican como sinónimo de *Neogomphus molestus* a *Hemigomphus elegans* Hagen in Selys, 1854, en tanto que en el estudio de Garrison *et al.* (2006) se señala que se desconoce el estatus *H. elegans* de distribución en el interior del Brasil; con este último antecedente se determina su exclusión del presente listado.

3. Paulsen (2007) en South American Odonata indica a *Orthemis discolor* (Burmeister, 1839) como presente en Chile; según Garrison *et al.* (2006) luego de haber podido determinar que *Orthemis ferruginea* ha recibido erróneamente varios nombres, entre ellos *O. discolor*, sacan por conclusión que se requiere una revisión del género.

*Erythrodiplax atroterminata* Ris, 1911, es también indicada como de Chile en South American Odonata, pero al no contar con ningún otro antecedente que corrobore dicha afirmación, ha sido excluida.

4. *Progomphus joergenseni* Ris, 1908 fue descrita de Argentina. Paulsen (1977) la indica de Chile pero no precisa localidad. Jurzitza (1989a) señala que Belle al revisar el género *Progomphus* del Nuevo Mundo la omite. Podría tratarse de un error en el listado de Paulsen (*op. cit.*) por lo que no será considerada.

5. *Phyllogomphoides fuliginosus* (Hagen in Selys, 1854), género y especie son dados en el World Catalogue of Odonata (Steinmann, 1997) para Chile sin otra precisión. Por tratarse de una especie con distribución tropical y no contar con ningún otro antecedente, es también omitida.

Con dudas se incluye la especie *Rhionaeschna obscura* (Muzón & von Ellenrieder, 2001), dada como presente en el país por Ellenrieder (2003) luego de haber encontrado un ejemplar sin localidad, en la colección del Museo Nacional de Historia Natural de Chile.

La presente recopilación permite visualizar los avances en el conocimiento del grupo en los últimos 50 años, debidos en su totalidad a estudios realizados por investigadores extranjeros y actualizar los clásicos listados (Herrera *et al.* (1955-19556); Fraser (1957); Paulsen (1977)) que hasta la fecha eran la sola información disponible en el país. Como aporte a los estudios limnológicos, se individualizan las especies cuyas ninfas han sido descritas y en el caso de aquellos géneros en los que aún no se tiene un cabal conocimiento de las formas inmaduras, se da una referencia que permita a lo menos caracterizar al género. Se contabiliza un total de 60% de las especies de Zygoptera cuyas ninfas son conocidas y un 51% de las de Anisoptera.

## ZYGOPTERA

**Lestidae** Calvert, 1901*Lestes* Leach, 1815*Lestes undulatus* Say, 1839 \*= *Lestes vittata* Hagen in Selys, 1850*Agrion viridivittatum* Blanchard, 1851

Ninfa: descrita en Muzón, 1997.

**Coenagrionidae** Kennedy, 1920*Antiagrion* Ris, 1904

Ninfa del género: descrita en Needham &amp; Bullock, 1943

*Antiagrion antigone* Ris, 1928 \*

Ninfa: desconocida

*Antiagrion blanchardi* (Selys, 1876) \**Erythromma? blanchardi* Selys, 1876*Antiagrion blanchardi*, Ris, 1904

Ninfa: desconocida

*Antiagrion gayi* (Selys, 1876) \**Erythroma? gayi* Selys, 1876*Antiagrion gayi*, Ris, 1904

Ninfa: desconocida

*Antiagrion grinbergi* Jurzitza, 1974

Ninfa: desconocida

*Cyanallagma* Kennedy, 1920*Cyanallagma interruptum* (Selys, 1876) \**Acanthagrion interruptum* Selys, 1876*Cyanallagma interruptum*, Kennedy, 1920

Ninfa: descrita en Needham &amp; Bullock, 1943, Bulla, 1972b

*Ischnura* Charpentier, 1840*Ischnura fluviatilis* Selys, 1876 \*= *Ischnura bizonota* Selys, 1876

Ninfa: descrita en von Ellenrieder &amp; Muzón, 2003

*Ischnura ramburi* (Selys, 1850)*Agrion ramburi* Selys, 1850*Ischnura ramburi*, Selys, 1876= *Agrion tuberculatum* Selys in Sagra, 1857*Agrion credulum* Hagen, 1861*Agrion defixum* Hagen, 1861*Agrion iners* Hagen, 1861

Ninfa: descrita en Geijskes, 1941

*Oxyagrion* Selys, 1876

*Oxyagrion rubidum* (Rambur, 1842) \*

*Agrion rubidum* Rambur, 1842

*Oxyagrion rubidium*, Selys, 1876

= *Agrion rufulum* Hagen, 1861

Ninfa: descrita en Needham & Bullock, 1943; Bulla, 1973

*Protallagma* Kennedy, 1920

*Protallagma titicacae* (Calvert, 1909) \*

*Amphiagrion titicacae* Calvert, 1909

*Protallagma titicacae*, Kennedy, 1920

= *Amphiagrion andinum* Förster, 1909

Ninfa: descrita en Bulla, 1972a

#### ANISOPTERA

**Aeshnidae** Rambur, 1842

*Allopetalia* Selys, 1873

Ninfa del género: descrita en De Marmels, 2000

*Allopetalia reticulosa* Selys, 1873 \*

= *Anax striatus* Kirby, 1899

Ninfa: desconocida

*Rhionaeschna* Förster, 1909

*Rhionaeschna absoluta* (Calvert, 1952) \*

*Aeschna (Neureclipta) diffinis absoluta* Calvert, 1952

*Rhionaeschna absoluta*, Ellenrieder, 2003

= *Aeshna absoluta* Jurzitza 1990

Ninfa: descrita en Ellenrieder, 2001b

*Rhionaeschna bonariensis* (Rambur, 1842) \*

*Aeshna bonariensis* Rambur, 1842

*Rhionaeschna bonariensis*, Ellenrieder, 2003

= *Aeshna dicrostigma* Selys in Martin, 1908

*Aeshna litigatrix* Navás, 1911

*Aeshna bonariensis* var. *lutea* Navás, 1920

Ninfa: descrita en Ellenrieder, 2001b

*Rhionaeschna brevifrons* (Hagen, 1861) \*

*Aeschna brevifrons* Hagen, 1861

*Rhionaeschna brevifrons*, Ellenrieder, 2003

= *Rhionaeschna maita* Förster, 1909

Ninfa: desconocida

*Rhionaeschna confusa* (Rambur, 1842) \*

*Aeshna confusa* Rambur, 1842

*Rhionaeschna confusa*, Ellenrieder, 2003

- Ninfa: descrita en Ellenrieder, 2001b  
*Rhionaeschna diffinis* (Rambur, 1842) \*  
*Aeshna diffinis* Rambur, 1842  
*Rhionaeschna diffinis*, Ellenrieder, 2003  
 = *Aeshna (Neureclipta) diffinis diffinis* Calvert, 1952  
 Ninfa: descrita en Ellenrieder, 2001b  
*Rhionaeschna elsia* (Calvert, 1952) \*  
*Aeshna (Neureclipta) elsia* Calvert, 1952  
*Rhionaeschna elsia*, Ellenrieder, 2003  
 Ninfa: desconocida  
*Rhionaeschna fissifrons* (Muzón & von Ellenrieder, 2001)  
*Aeshna (Marmaraeschna) fissifrons* Muzón & von Ellenrieder, 2001  
*Rhionaeschna fissifrons*, Ellenrieder, 2003  
 Ninfa: desconocida  
*Rhionaeschna obscura* (Muzón & von Ellenrieder, 2001) \*  
*Aeshna (Marmaraeschna) obscura* Muzón & von Ellenrieder, 2001  
*Rhionaeschna obscura*, Ellenrieder, 2003  
 Ninfa: desconocida  
 Paratipo N° 5256 MNHN CHILE  
*Rhionaeschna tinti* (von Ellenrieder, 2000) \*  
*Aeshna tinti* von Ellenrieder, 2000  
*Rhionaeschna tinti*, Ellenrieder, 2003  
 Ninfa: desconocida  
 Paratipos N° 5246-5255 MNHN CHILE  
*Rhionaeschna variegata* (Fabricius, 1775) \*  
*Aeshna variegata* Fabricius, 1775  
*Rhionaeschna variegata*, Ellenrieder, 2003  
 Ninfa: descrita en Muzón & Ellenrieder, 1997b; Ellenrieder, 2001b

#### **Austropetaliidae** Carle & Louton, 1994

*Hypopetalia* McLachlan, 1870

*Hypopetalia pestilens* McLachlan, 1870 \*  
 Ninfa: descrita en Schmidt, 1941

*Phyllopetalia* Selys, 1858

*Phyllopetalia altarensis* (Carle, 1996) \*  
*Eurypetalia (Eurypetalia) altarensis* Carle, 1996  
*Phyllopetalia altarensis*, Ellenrieder, 2005  
 Ninfa: desconocida  
 Neotipo N° 6763 MNHN CHILE

*Phyllopetalia apicalis* Selys, 1858 \*  
*Petalia (Phyllopetalia) apicalis* Selys, 1858  
 = *Phyllopetalia decorata* McLachlan in Selys, 1878  
*Rheopetalia rex* Carle, 1996  
 Ninfa: desconocida

*Phyllopetalia apollo* Selys, 1878

Ninfa: desconocida

*Phyllopetalia excrescens* (Carle, 1996) \*

*Eurypetalia (Crenopetalia) excrescens* Carle, 1996

*Phyllopetalia excrescens*, Ellenrieder, 2005

Ninfa: desconocida

*Phyllopetalia pudu* Dunkle, 1985 \*

= *Ophiopetalia auregaster* Carle, 1996

*Ophiopetalia araucana* Carle, 1996

*Ophiopetalia diana* Carle, 1996

Ninfa: desconocida

*Phyllopetalia stictica* Hagen in Selys, 1858 \*

*Petalia (Phyllopetalia) stictica* Hagen in Selys, 1858

Ninfa: descrita en Schmidt, 1941

### **Corduliidae** Selys, 1850

*Gomphomacromia* Brauer, 1864

*Gomphomacromia chilensis* Martin, 1921 \*

= *Gomphomacromia mexicana* Needham, 1933

Ninfa: desconocida

*Gomphomacromia paradoxa* Brauer, 1864 \*

= *Gomphomacromia paradoxa* var. *efusa* Navás, 1918

*Gomphomacromia paradoxa* var. *tincta* Navás, 1918

*Gomphomacromia etcheverry* Fraser, 1957

Ninfa: descrita en Theischinger & Watson, 1984

*Rialla* Navás, 1915

*Rialla villosa* (Rambur, 1842) \*

*Cordulia villosa* Rambur, 1842

*Rialla villosa*, Davies & Tobin, 1985

= *Rialla membranata* Navás, 1915

Ninfa: descrita en Needham & Bullock, 1943; dibujo adaptado en Herrera *et al*, 1955-56

### **Gomphidae** Rambur, 1842

*Neogomphus* Selys, 1858

*Neogomphus bidens* Selys, 1878 \*

Ninfa: descrita en Needham & Bullock, 1943

*Neogomphus edenticulatus* Carle & Cook, 1984

Ninfa: desconocida

*Neogomphus molestus* (Hagen in Selys, 1854) \*

*Hemigomphus molestus* Hagen in Selys, 1854

*Neogomphus molestus*, Kirby, 1890

Ninfa: descrita en Needham & Bullock, 1943

*Progomphus* Selys, 1854

Ninfa del género: descrita en Belle, 1966

*Progomphus herrerae* Needham & Etcheverry, 1955-56

Ninfa: desconocida

### **Libellulidae** Rambur, 1842

*Brachymesia* Kirby, 1889

*Brachymesia furcata* (Hagen, 1861) \*

*Erythemis furcata* Hagen, 1861

*Brachymesia furcata*, Muttkowski, 1910

= *Brachymesia australis* Kirby, 1889

*Cannacria smithii* Kirby, 1894

Ninfa: descrita en Geijskes, 1934; Needham, Westfall & May, 2000

*Dythemis* Hagen, 1861

*Dythemis sterilis* Hagen, 1861

= *Dythemis broadwayi* Kirby, 1894

Ninfa: descrita en Geijskes, 1946; Novelo & González, 2004

*Erythrodiplax* Brauer, 1868

Ninfa del género: descrita en Von Ellenrieder & Muzón, 2000

*Erythrodiplax cleopatra* Ris, 1911 \*

Ninfa: desconocida

*Erythrodiplax connata* (Burmeister, 1839) \*

*Libellula connata* Burmeister, 1839

*Erythrodiplax connata*, Kirby, 1890

= *Libellula (Diplax) chloropleura* Brauer, 1865

*Libellula communis* Rambur, 1842

*Diplax fraterna* Hagen, 1873

*Libellula leontina* Brauer, 1865

Ninfa: desconocida

*Erythrodiplax corallina* (Brauer, 1865) \*

*Libellula (Diplax) corallina* Brauer, 1865

*Erythrodiplax corallina*, Kirby, 1889

= *Sympetrum medium* Navás, 1916

*Erythrodiplax nutrina* Förster, 1914

*Libellula plebeia* Rambur, 1842 nec Burmeister, 1839

Ninfa: desconocida

*Orthemis* Hagen, 1861

Ninfa del género: descrita en Rodríguez Capítulo & Muzón, 1990; De Marmels, 1990; Fleck, 2003;

*Orthemis ferruginea* (Fabricius, 1775) \*

*Libellula ferruginea* Fabricius, 1775

*Orthemis ferruginea*, Hagen, 1861

= *Libellula macrostigma* Rambur, 1842

Ninfa: desconocida

*Pantala* Hagen, 1861

*Pantala flavescens* (Fabricius, 1798) \*

*Libellula flavescens* Fabricius, 1798

*Pantala flavescens*, Hagen, 1861

= *Libellula analis* Burmeister, 1839

*Libellula terminalis* Burmeister, 1839

*Libellula viridula* Beauvois, 1805

Ninfa: descrita en Felt, 1901; Geijskes, 1934; Byers, 1941

*Sympetrum* Newman, 1833

*Sympetrum gilvum* (Selys, 1884)

*Diplax gilva* Selys, 1884

*Sympetrum gilvum*, Calvert, 1907

Ninfa: descrita en Limongi 1991

*Sympetrum villosum* Ris, 1911

Ninfa: descrita en Muzón & Von Ellenrieder, 1997a

*Tholymis* Hagen, 1867

*Tholymis citrina* Hagen, 1867 \*

Ninfa: descrita en Fleck, De Marmels & Grand, 2004

**Neopetaliidae** Tillyard & Fraser, 1940

*Neopetalia* Cowley, 1934

*Neopetalia punctata* (Hagen in Selys, 1854) \*

*Petalia punctata* Hagen in Selys, 1854

*Neopetalia punctata*, Cowley, 1934

Ninfa: descrita en Carle & Louton, 1994

**Petaluridae** Tillyard 1917

*Phenes* Rambur, 1842

*Phenes raptor* Rambur, 1842 \*

= *Phenes raptor centralis* Jurzitza, 1989b

Ninfa: descrita en Schimidt, 1941; Needham & Bullock, 1943

CUADRO 1. Distribución geográfica en Centro y Sudamérica

	ARGENTINA	BOLIVIA	BRASIL	COLOMBIA	ECUADOR	GALAPAGOS	GUYANA	GUY FRANCESA	PARAGUAY	PERU	SURINAM	URUGUAY	VENEZUELA	TRINIDAD TOBA	AMER. CENTRAL	REGIONES DE CHILE (1)
<b>LESTIDAE (1)</b>																
<i>Lestes undulatus</i> Say, 1839	0		0									0				VIII-X
<b>COENAGRIONIDAE (9)</b>																
<i>Antiagrion antigone</i> Ris, 1928																IX-X
<i>Antiagrion blanchardi</i> (Selys, 1876)																VII, X
<i>Antiagrion gayi</i> (Selys, 1876)																IV-X
<i>Antiagrion grinbergi</i> Jurzitza, 1974	0															II, VII-X
<i>Cyanallagma interruptum</i> (Selys, 1876)	0	0	0					0	0			0	0			V, VII-X
<i>Ischnura fluviatilis</i> Selys, 1876	0	0	0						0			0	0			II, V-VIII, X
<i>Ischnura ramburi</i> (Selys, 1850)			0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	I
<i>Oxyagrion rubidum</i> (Rambur, 1842)	0								0			0				IV-X
<i>Protallagma titicacae</i> (Calvert, 1909)	0	0								0						I-II
<b>AESHNIDAE (11)</b>																
<i>Allopetalia reticulosa</i> Selys, 1873																V, VII
<i>Rhionaeschna absoluta</i> (Calvert, 1952)	0				0					0		0				RM, VII, XII
<i>Rhionaeschna bonariensis</i> (Rambur, 1842)	0	0	0						0			0				V, IX
<i>Rhionaeschna brevifrons</i> (Hagen, 1861)										0						I-VI, X
<i>Rhionaeschna confusa</i> (Rambur, 1842)	0		0									0				RM, V-XI
<i>Rhionaeschna diffinis</i> (Rambur, 1842)	0															III-XI
<i>Rhionaeschna elsia</i> (Calvert, 1952)					0					0						I, VII
<i>Rhionaeschna fissifrons</i> (Muzón & von Ellenrieder, 2001)	0	0								0						II
<i>Rhionaeschna obscura</i> (Muzón & von Ellenrieder, 2001)		0								0						?
<i>Rhionaeschna tinti</i> (von Ellenrieder, 2000)																I-II
<i>Rhionaeschna variegata</i> (Fabricius, 1775)	0															II, IV-VIII, X-XII
<b>AUSTROPETALIIDAE (7)</b>																
<i>Hypoptetia pestilens</i> McLachlan, 1870																VII-X
<i>Phyllopetalia altarensis</i> (Carle, 1996)																RM
<i>Phyllopetalia apicalis</i> Selys, 1858																III-IX
<i>Phyllopetalia apollo</i> Selys, 1878																V, VII-X
<i>Phyllopetalia excrescens</i> (Carle, 1996)																RM, VI-VIII
<i>Phyllopetalia pudu</i> Dunkle, 1985	0															RM VIII-X
<i>Phyllopetalia stictica</i> Hagen in Selys, 1858																VIII-XI
<b>CORDULIIDAE (3)</b>																
<i>Gomphomacromia chilensis</i> Martin, 1921																IV-V, VII-IX
<i>Gomphomacromia paradoxa</i> Brauer, 1864	0															V, VIII-X
<i>Rialla villosa</i> (Rambur, 1842)	0															V-RM, VII-X
<b>GOMPHIDAE (4)</b>																
<i>Neogomphus bidens</i> Selys, 1878																V-RM, VII-X
<i>Neogomphus edenticulatus</i> Carle & Cook, 1984	0															V-RM, VII-X
<i>Neogomphus molestus</i> (Hagen in Selys, 1854)	0															IV-V, VII-X
<i>Progomphus herrerae</i> Needham & Etcheverry, 1955-56																I-II, IX
<b>LIBELLULIDAE (10)</b>																
<i>Brachymesia furcata</i> (Hagen, 1861)	0	0	0		0				0	0	0		0	0	0	I
<i>Dythemis sterilis</i> Hagen, 1861				0	0					0			0	0	0	V
<i>Erythrodiplax cleopatra</i> Ris, 1911	0								0							I
<i>Erythrodiplax connata</i> (Burmeister, 1839)	0		0	0	0				0	0		0				I, III-VI, VIII-X
<i>Erythrodiplax corallina</i> (Brauer, 1865)	0								0	0		0				III-VI, VIII-X
<i>Orthemis ferruginea</i> (Fabricius, 1775)	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	I
<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	I, V
<i>Sympetrum vilvum</i> (Selys, 1884)	0			0	0					0			0			I-II, V
<i>Sympetrum villosum</i> Ris, 1911	0															VIII-X, XII
<i>Tholymis citrina</i> Hagen, 1867	0		0	0	0		0	0	0	0			0	0	0	I
<b>NEOPETALIIDAE (1)</b>																
<i>Neopetalia punctata</i> (Hagen in Selys, 1854)	0															VII-X
<b>PETALURIDAE (1)</b>																
<i>Phenes raptor</i> Rambur, 1842	0															RM-X

(1) Regiones de Chile hasta antes de 2007.



## AGRADECIMIENTOS

A los Doctores Natalia von Ellenrieder y Javier Múzon por sus contribuciones en la obtención de la bibliografía y también a los anónimos correctores.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BELLE, J.  
1966 Surinam Dragon-flies of the genus *Progomphus*. Studies of the Fauna of Suriname and Other Guyanas 8: 1-28.
- BLANCHARD, E.  
1851 Orden V. Neuropteros p. 85-142 En: GAY C Historia Física y Política de Chile. Zoología volumen 6. Imprenta de Maulde y Renou. Paris.
- BORROR, D. J.  
1942 Revision of the Libelluline Genus *Erythrodiplax* (Odonata). Contributions in Zoology and Entomology. The Ohio State University (4):vii-xv + 3-285.
- BÖTTGER, K. & JURZITZA, G.  
1967 Beitrag zur Faunistik, Ökologie und Biologie der Odonaten von Südchile. Beiträge zur Neotropischen Fauna 5(1): 22-44.
- BULLA, L. A.  
1972a La ninfa de *Protallagma titicacae* (Calvert). Neotrópica 18(57): 127-133.
- BULLA, L. A.  
1972b Revisión de dos especies argentinas del género *Cynallagma* Kennedy (Odonata, Coenagriidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 34(1-2): 95-105.
- BULLA, L. A.  
1973 Cinco ninfas nuevas o poco conocidas del género *Oxyagrion* Selys. Revista del Museo de La Plata (nueva serie) 12 zoología (112): 11-25.
- BURMEISTER, H.  
1839 Libellulina. *Handbuch der Entomologie*, 2: 805-862.
- CALVERT, PH. P.  
1909 III. Contributions to a knowledge of the Odonata of the Neotropical region, exclusive of Mexico and Central America. *Annals of the Carnegie Museum* 6: 73-280.
- CALVERT, PH. P.  
1952 New Taxonomic entities in Neotropical Aeshnas (Odonata: Aeshnidae). *Entomological News* 63(10):253-264.
- CARLE, F. L.  
1996 Revision of Austropetaliidae (Anisoptera: Aeshnoidea). *Odonatologica* 25(3): 231-259.
- CARLE, F. L. & COOK, C.  
1984 A new *Neogomphus* from South America, with extended comments on the phylogeny and biogeography of the Octogomphini trib. nov. (Anisoptera: Gomphidae). *Odonatologica* 13(1): 55-70.
- CARLE, F. L. & LOUTON, J. A.  
1994 The larva of *Neopetalia punctata* and establishment of Austropetaliidae fam. nov. (Odonata). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 96(1): 147-155.
- COSTA, J. M.  
1978 Revisão do gênero *Oxyagrion* Selys, 1876 (Odonata, Coenagrionidae). *Publicações Avulsas do Museu Nacional Rio de Janeiro* (61): 1-216 Est. xxxix.
- COWLEY, J.  
1934 Changes in the generic names of the Odonata. *The Entomologist* 67:200-205.
- DE MARMELS, J.  
1990 Nine new Anisoptera larvae from Venezuela (Gomphidae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae). *Odonatologica* 19(1): 1-15.

DE MARMELS, J.

2000 The larva of *Allopetalia pustulosa* Selys, 1873 (Anisoptera: Aeshnidae), with notes on Aeshnoid Evolution and Biogeography. *Odonatologica* 29(2): 113-128.

DUNKLE, S. W.

1985 *Phyllopetalia pudu* spec. nov., a new dragonfly from Chile, with a key to the family (Anisoptera: Neopetaliidae). *Odonatologica* 14(3): 191-199.

ELLENRIEDER, N. VON

2000 *Aeshna tinti* spec.nov from Chile and redescription of *A. elsia* Calvert (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica* 29(4): 347-358.

ELLENRIEDER, N. VON

2001a A Synopsis of the Patagonian species of the genus *Aeshna* Fabricius (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica* 30(3): 299-325.

ELLENRIEDER, N. VON

2001b The larvae of Patagonian species of the genus *Aeshna* Fabricius (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica* 30(4): 423-434.

ELLENRIEDER, N. VON

2003 A synopsis of the Neotropical species of *Aeshna* Fabricius: the genus *Rhionaeschna* Förster (Odonata: Aeshnidae). *Tijdschrift voor Entomologie* 146: 67-207.

ELLENRIEDER, N. VON

2005 Taxonomy of the South American genus *Phyllopetalia* (Odonata: Austropetaliidae). *International Journal of Odonatology* 8(2): 311-352.

ELLENRIEDER, N. VON & GARRISON, R.W.

2004 A synopsis of the South American genus *Gomphomacromia* (Odonata: Gomphomacromiinae). *International Journal of Odonatology* 8(1): 81-96.

ELLENRIEDER, N. VON & MUZÓN, J.

2003 Description of the last larval instar of *Ischnura fluviatilis* Selys (Coenagrionidae) *Bulletin of American Odonatology* 7(3): 57-60.

ELLENRIEDER, N. VON & MUZÓN, J.

2000 Description of the last instar larva of *Erythrodiplax nicricans* (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 29(3): 267-272.

FABRICIUS, J.C.

1775 V. Unogata. Aeshna. *Systema Entomologiae, Sistens Insectorum Classes, Ordines, Genera, Species, adiectis Synonymis, Locis, Descriptionibus, Observationibus*. Flensburgi et Lipsiae. p. 420-426.

FELT, E.P.

1901 Aquatic insects in the Adirondacks. *Bulletin New York State Museum* 47: 539-540.

FLECK, G.

2003 Contribution à la connaissance des Odonates de Guyane française. Notes sur des larves des genres *Orthemis*, *Diastatops* et *Elga* (Anisoptera : Libellulidae). *Odonatologica* 32(4) : 335-344.

FLECK, G., DE MARMELS, J. & GRAND, D.

2004 La larve de *Tholymis citrina* Hagen, 1867 (Odonata, Anisoptera, Libellulidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 109(5) : 455-457.

FRASER, F.C.

1957 A revision of the Odonata of Chile. *Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile* 42: 153-166.

FRASER, F. C.

1958 A new species of *Gomphomacromia* (Odon., Gomphidae) from Chile. *The Entomologist's Monthly Magazine* 94: 53-54.

GARRISON, R.W., ELLENRIEDER, N. VON & LOUTON, J.A.

2006 Dragonfly genera of the New World. An illustrated and annotated Key to the Anisoptera. The John Hopkins University Press, Baltimore, vii+368 p.

GEJSKES, D.C.

1941 Notes on Odonata of Surinam II. Six mostly new Zygopterous nymphs from the coastland waters. *Annales of the Entomological Society of America* 34: 719-734.

- HAGEN, H.  
1861 Synopsis of the Neuroptera of North America. With a list of the South American species. Smithsonian Miscellaneous Collections. xx+347 p.
- HERRERA, J., ETCHEVERRY, M. y CARRASCO, H.  
1956-1956 Odonatos de Chile. Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile. 40-41: 63-88.
- JURZITZA, G.  
1974 *Antiagrion gayi* (Selys, 1876) und *A. grinbergi* spec.nov., zwei verwechlungsarten aus Chile (Zygoptera: Coenagrionidae). Odonatologica 3(4): 221-230.
- JURZITZA, G.  
1981 Identificación de los representantes chilenos del género *Gomphomacromia* (Corduliidae: donata). Revista Chilena de Entomología 11: 31-36.
- JURZITZA, G.  
1986 Nota sobre la morfología y la etología de *Antiagrion grinbergi* Jurzitza, 1974, especie gemela de *A. gayi* (Selys, 1876) (Odonata: Coenagrionidae). Revista Chilena de Entomología 13: 47-49.
- JURZITZA, G.  
1989a Versuch einer zusammenfassung unserer kenntnisse über die Odonatenfauna Chiles Societas Internationalis Odonatologica. Rapid Communications (Supplements) (9): 1-32.
- JURZITZA, G.  
1989b *Phenes raptor centralis* n. subsp. aus Chile (Odonata: Petaluridae). Entomologische Zeitschrift mit Insektenbörse 99(12): 161-168.
- JURZITZA, G.  
1990a Über *Aeshna (Neureclipta) diffinis* Rambur 1842, *Ae. (N.) absoluta* (Calvert 1952) und *Ae. (N.) bonariensis* Rambur 1842 (Odonata: Anisoptera: Aeshnidae). Entomologische Zeitschrift mit Insektenbörse 100(19): 353-372.
- JURZITZA, G.  
1990b *Aeshna peralta* Ris, 1918, ein synonym von *A. variegata* Fabricius, 1775 (Anisoptera: Aeshnidae). Odonatologica 19(4): 385-393.
- KENNEDY, C.H.  
1920 Forty-two hitherto unrecognized genera and subgenera of Zygoptera. The Ohio Journal of Science 21(2): 83-88.
- LIMONGI, J.  
1989 Estudio morfo-taxonómico de náyades de algunas especies de Odonata (Insecta) en Venezuela (II). Memorias de la Sociedad de ciencias naturales "La Salle" 49 (131- 132): 405-420.
- MARTIN, R.  
1908 Aeschnines. Collections Zoologiques du Baron Edm. de Selys Longchamps. Catalogue Systématique et Descriptif. Hayez, Impr. des Académies. Bruxelles. Fasc. XVIII : 1-84. 2 Pl.col.
- MARTIN, R.  
1921 Sur les Odonates du Chili. Revista Chilena de Historia Natural 25: 19-25.
- MCLACHLAN, R.  
1870 Descriptions of a new genus and four new species of Calopterygidae, and of a new genus and species of Gomphidae. The Transactions of the Entomological Society of London pp.171-172.
- MUZÓN, J.  
1997 Redescrición de *Lestes auritus* y *L. paulistus* y descripción del último estadio larval de *L. undulatus* (Odonata: Lestidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 56(1-4): 159-166.
- MUZÓN, J. & ELLENRIEDER, N. VON  
1997a Description of the last larval instar of *Sympetrum villosum* Ris (Odonata: Libellulidae). Neotrópica 43(109-110): 43-45.
- MUZÓN, J. y ELLENRIEDER, N. VON  
1997b Estadios larvales de Odonata de la Patagonia. I. Descripción de *Aeshna vaeriegata* (Odonata: Aeshnidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 56(1-4): 143-146.

- MUZÓN, J & ELLENRIEDER, N. VON  
2001 Revisión of the subgenus *Marmaraeschna* (Odonata: Aeshnidae). *International Journal of Odonatology* 4(2): 93-124.
- NAVÁS, L.  
1915 Neue Neuropteren. Erste Serie. *Entomologische Mitteilungen* 4(4/6): 146-153.
- NAVÁS, L.  
1916 Neuroptera nova americana. *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei ser. II*, 2: 59-80.
- NEEDHAM, J.G. & BULLOCK, D.S.  
1943 The Odonata of Chile. *Zoological Series of Field Museum of Natural History* 24(32): 357-373
- NEEDHAM, J. y ETCHEVERRY, M.  
1956-1956 *Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile* 40-41: 213-214, Figs. 1-8.
- NOVELO-GUTIÉRREZ, R. & GONZÁLEZ-SORIANO, E.  
2004 The larva of *Dythemis maya* Calvert, 1906 and a redescription of the larva of *Dythemis sterilis* Hagen, 1861 with a key to the larvae of the genus (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 33(3): 279-289.
- PAULSON, D.R.  
1977 Odonata. En: S.H.Hulbert (ed.). *Biota Acuática de Sudamerica Austral*, p.170-184.
- PAULSON, D. R.  
2007 South American Odonata. Disponible en: <http://www.ups.edu/slatermuseum.xml>
- PIRIÓN, A.  
1933 Costumbres de algunos odonatos de Marga-Marga. *Revista Chilena de Historia Natural* 37: 78-82.
- RAMBUR, P.  
1842 *Histoire Naturelle des Insectes. Néuroptères*. Librairie Encyclopédique de Roret. Paris. 529 p.
- RIS, F.  
1904 Odonaten. *Hamburger Magalhaensische Sammelreise. Hamburger-Naturhist. Mus.* pt.7, n° 3, 44p.
- RIS, F.  
1908 Beitrag zur Odonatenfauna von Argentina. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*. p. 518-531.
- RIS, F.  
1928 Zwei neue Odonaten aus Chile und der argentinischen Kordillere. *Entomologischen Mitteilungen* 17(3): 162-171.
- RODRÍGUEZ CAPÍTULO, A. & MUZÓN, J.  
1990 The larval instars of *Orthemis nodiplaga* Karsch, 1891 from Argentina (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 19(3): 283-291.
- SAY, TH.  
1839 Description of new North American Neuropterous Insects and observations on some already described. *Journal of Academy of the Natural Sciences Philadelphia* 8(1): 9-46.
- SCHMIDT, E.  
1941 Petaluridae, Gomphidae und Petaliidae der Schönemannschen Sammlung aus Chile (Ordnung Odonata). *Archiv für Naturgeschichte M.F.* 10(2): 231-258.
- SCHORR, M., LINDEBOOM, M. & PAULSEN, D.  
2007 World List of Odonata. Disponible en: <http://www.ups.edu/slatermuseum.xml>
- SELYS LONGCHAMPS, E. DE  
1858 (1859) *Monographie des Gomphines*. Mémoire de la Société Royal des Sciences. Liège 11: 261-720 Pl. 1-23.
- SELYS-LONGCHAMPS, E. DE & HAGEN, H.A.  
1850 Libellules exotiques qui ont été indiquées comme européennes. *Revue des Odonates ou libellules d'Europe. Complément et supplément à la Monographie des Libellulidées d'Europe*. Bruxelles et Leipzig chez C. Muquardt, Libraire-Éditeur. p. 322-333.
- STEINMANN, H.  
1997 World Catalogue of Odonata Volume II Anisoptera. *Das Tierreich* 111 part. Ed. Walter de Gruyter, Berlin, New York. 636 p.
- THEISCHINGER, G. & WATSON, J.A.L.  
1984 Larvae of Australian Gomphomacromiinae, and their Bearing on the Status of the *Synthemis* Group of Genera (Odonata: Corduliidae). *Australian Journal of Zoology* 32(1): 67-95.

TILLYARD, R.J. & FRASSER, F.C.

1938-1940 A reclassification of the Order Odonata based on some new interpretation of the venation of the dragonfly wing I-II-III. *Australian Zoology* 9(2);(3);(4): 135-169 27 figs; 195-221 11 figs; 359-396 15 figs.

VALDOVINOS, C. (Editor invitado)

2006 Biodiversidad Dulceacuicola de Chile. *Gayana* 70(1): 1-162.

Contribución recibida: 21.08.07; aceptada: 26.09.07.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La Dirección del Museo Nacional de Historia Natural considerará para la publicación en su Boletín, contribuciones originales e inéditas en las diferentes disciplinas relativas a las Ciencias Naturales y Antropología.

### PRESENTACIÓN DE ORIGINALES:

Los autores deberán enviar al Director del Museo Nacional de Historia Natural o al editor del Boletín (Casilla 787, Santiago), el original y dos copias del trabajo, mecanografiado a doble espacio, en papel de buena calidad, tamaño carta, con márgenes de por lo menos 2,5 cm, además de una copia electrónica.

En el texto, deberá ponerse con letra cursiva los nombres científicos correspondientes a géneros, subgéneros, especies y subespecies, además de la expresión *et al.*

El Editor a través de su Comité Editorial someterá los originales al juicio crítico de especialistas y revisará el estilo antes de decidir su publicación; las observaciones serán enviadas al autor.

El Editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de rechazar aquellos trabajos que a su juicio no se ajusten al nivel de la revista.

Cuando un manuscrito se encuentre en proceso de revisión para su aceptación, no debe ser enviado para su publicación a otras revistas.

TÍTULO: deberá ser corto y preciso.

El (los) autor (es) indicará(n) debajo del título el nombre y dirección postal de la Institución a la que pertenece(n) y su dirección de correo electrónico.

RESUMEN: los originales en español deberán llevar un resumen en este mismo idioma y otro en un idioma extranjero de amplia difusión (preferentemente inglés). Estos deberán breves y objetivos; incluirán sólo el contenido y las conclusiones del trabajo y no excederán las 250 palabras. El resumen en idioma extranjero debe ir encabezado por el título del trabajo en el idioma respectivo.

El trabajo deberá estar organizado en una secuencia lógica. En la introducción deberá dejarse claramente establecido cuáles son los objetivos y la importancia del trabajo, limitándose al mínimo la información relativa a trabajos anteriores. Métodos de práctica habitual deben señalarse sólo por su nombre reconocido o citando la respectiva referencia.

CUADROS: se justifican cuando constituyen una síntesis de información para evitar un texto largo. Deben numerarse consecutivamente con números árabes: Cuadro 1, 2, 3, etc., colocando a continuación un título breve y preciso sin notas descriptivas. En su elaboración se deberá tener en cuenta las medidas de la página impresa de la revista.

FIGURAS: incluyen dibujos lineales, gráficos, mapas, etc. y fotografías. Las fotografías deberán ser en blanco y negro.

Las figuras llevarán leyenda corta, precisa y autoexplicativa y serán numeradas correlativamente con cifras árabes: Figura 1, 2, 3, etc. En lo posible deberán diseñarse del tamaño en que se desea sean reproducidas, teniendo en cuenta las proporciones de la hoja impresa de la revista.

Si se tuviera que hacer figuras que excedan el tamaño de la hoja, deberán ser proyectadas considerando la reducción que sufrirá el original. Usar escalas gráficas.

Cada ilustración deberá llevar además del número, el nombre del autor y del artículo, los que deberán escribirse con lápiz grafito en su margen o en el reverso de cada una de ellas. El autor puede sugerir el lugar más apropiado para ubicar las ilustraciones.

El número de cuadros y figuras deberá limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.

REFERENCIAS: Las referencias en el texto se harán indicando solamente el apellido del autor, el año y la página, si es necesario. Si un autor tiene más de una publicación de un mismo año se diferenciarán agregando a, b, etc., a continuación del año. Cuando se trate de tres o más autores, se debe citar el primero de ellos y luego se agregará *et al.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: En ella figurará solamente la bibliografía citada en el texto. Esta deberá disponerse en orden alfabético de autores y las referencias del mismo autor por orden cronológico. Para la estructura de las citas deberá seguirse el modelo del último Boletín.

AGRADECIMIENTOS: Deben colocarse en forma breve, antes de las referencias bibliográficas.

PRUEBAS DE IMPRENTA: El autor recibirá una prueba de imprenta que deberá devolver corregida en breve plazo. Estas correcciones se referirán exclusivamente a las erratas de la imprenta.

APARTADOS: El o los autores recibirán gratuitamente una total de 30 separatas por trabajo.

La edición de la presente obra, en lo que se relaciona con límites y fronteras del país,  
no compromete en modo alguno al Estado de Chile.