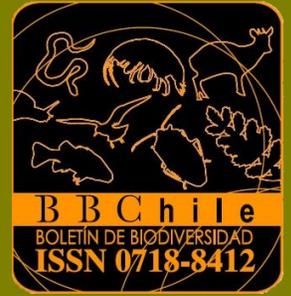


# Boletín de Biodiversidad de Chile



Número 2, 2010



*Primera publicación electrónica científico-naturalista para la  
difusión del conocimiento de la biodiversidad de especies chilenas*

© Ediciones del Centro de Estudios en Biodiversidad



# Boletín de Biodiversidad de Chile

ISSN 0718-8412

Número 2, Mayo de 2010

© Ediciones del Centro de Estudios en Biodiversidad  
Osorno, Chile



## Comité Editorial

### Editor General:

Jorge Pérez Schultheiss  
(Centro de Estudios en Biodiversidad)

### Director:

Leonardo Fernández Parra  
(Centro de Estudios en Biodiversidad)

### Editor Asociado

Eduardo Faúndez  
(Universidad de Magallanes, Centro de Estudios en  
Biodiversidad)

### Editores por Área:

Cesar Cuevas (Amphibia)  
(Universidad Austral)

Eduardo Faúndez (Insecta y Teratología general)  
(Universidad de Magallanes, Centro de Estudios en  
Biodiversidad)

Erich Rudolph (Crustacea)  
(Universidad de Los Lagos)

Esperanza Parada (Mollusca dulceacuícolas)  
(Universidad Católica de Temuco)

Jaime Rau (Ecología terrestre y Mammalia)  
(Universidad de Los Lagos)

Jaime Zapata (Protozoa)  
(Independiente)

Luis Parra (Insecta, Lepidoptera)  
(Universidad de Concepción)

Nicolás Rozbaczylo (Polychaeta)  
(Universidad Católica)

Oscar Parra (Botánica acuática)  
(Universidad de Concepción)

Roberto Schlatter (Aves)  
(Universidad Austral)

### Diseño de logos

Fabiola Barrientos Loebel

### Diagramación y diseño de portada:

Jorge Pérez Schultheiss

### Colaborador:

Aldo Arriagada Castro  
(Universidad de Concepción)

Mayor información disponible en:

<http://bbchile.wordpress.com/>

### Imagen de portada:

*Planaria* indeterminada, *n. gen., n. sp.*  
(Platyhelminthes: Tricladida: Geoplanidae: Geoplaninae),  
Mehuín, Región de Los Ríos, Chile.

© José Horacio Grau

# Índice

**Bol. Biodivers. Chile**  
ISSN 0718-8412  
Número 2, Mayo de 2010

## Editorial:

**Rau, J. R.**, En el 2010, año internacional de la diversidad biológica: un ruego para que los científicos latinoamericanos pasemos de ser espectadores a ser actores.....1

## Artículos:

**Martínez, A. W. & E. H. Rudolph**, Primera descripción de un caso teratológico en el camarón de río del sur *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda: Parastacidae).....3

**De Los Ríos, P., R. Rivera & J. J. Morrone**, Cyclopoids (Crustacea: Copepoda) reported for chilean inland waters.....10

**Pérez-Schultheiss, J.**, Análisis morfológico de poblaciones de *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849 (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) del sur de Chile.....21

## Revisiones:

**Grau, J. H. & F. Carbayo**, Panorama de la diversidad de planarias terrestres (Platyhelminthes: Tricladida) de Chile.....41

## Notas breves:

**Montalva, J. & J. L. Allendes**, Primer registro de *Sennertia longipilis* Alzuet & Abrahamovich, 1987 (Acarina: Chaetodactylidae) en Chile y registros adicionales de *Xylocopa splendidula* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini).....55

**Errata Vol. 1, N° 1, 2009**.....61

**Instrucciones para los autores**.....62

## EDITORIAL:

### EN EL 2010, AÑO INTERNACIONAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA: UN RUEGO PARA QUE LOS CIENTÍFICOS LATINOAMERICANOS PASEMOS DE SER ESPECTADORES A SER ACTORES

**Jaime R. Rau**

*Laboratorio de Ecología, Depto. de Ciencias Básicas & Programa IBAM. Universidad de Los Lagos. Casilla 933. Osorno, Chile.*

Al momento de redactar esta Editorial, escribo en Google Académico la palabra biodiversidad y encuentro 109.000 artículos. Hago lo mismo en Google Scholar con la palabra "biodiversity" y encuentro 813.000 documentos (7,5 veces más). Cuando hago el mismo ejercicio para las revistas científicas, sólo encuentro en SCImago (que usa la base de datos Scopus) una sola revista –la *Revista Mexicana de Biodiversidad*– (que es ISI, además), mientras que siete con la palabra "biodiversity" (7 veces más). En el caso de Thompson Reuters, encuentro cinco (entre ellas este Boletín y la revista ya mencionada) y 15 revistas, respectivamente (3 veces más). Por último, hay que considerar que sólo un 37% de los autores de países en vías de desarrollo participan en las publicaciones sobre conservación y manejo realizadas en sus países, mientras que el 88% de los autores de países desarrollados (2,4 veces más) lo hace en el caso de sus propios países (Milner-Gulland *et al.*, 2009).

Lo paradójico es que mientras los países tropicales (gran parte de Latinoamérica lo es) representan tan sólo el 10% de la superficie continental terrestre del mundo ellos albergan, sin embargo, la mitad (50%) de la biodiversidad mundial (Wilson, 2004). Al respecto, considero que los científicos de la biodiversidad latinoamericanos debemos comenzar a ser actores más que espectadores. Después de todo, parece que sólo seremos los únicos que cumpliremos la meta en este Año Internacional de la Diversidad Biológica y lograremos aumentar en más de un 10% nuestras ecoregiones (Jenkins & Joppa, 2009).

Como ya he escrito en otra parte (Rau, 2005), el conocimiento de la biodiversidad estructural requiere como primer paso su descripción, inventario y monitoreo. Creo que en esta etapa la creación y mantención de colecciones científicas es de importancia primaria. Un segundo paso consiste en poner la biodiversidad en un mapa (Olson *et al.*, 2001). Esta etapa conduce al establecimiento de áreas que tienen una alta biodiversidad, pero que también están muy amenazadas ("hotspots"). Finalmente, considero que también es necesario cuantificar la biodiversidad (Rau, 2002). En esta última etapa, se requiere poder medir las diversidades alfa (intrahábitat), beta (interhábitat) y gama (del paisaje) y establecer las relaciones entre ellas (*e.g.*,

---

cuánto contribuye la diversidad alfa o la beta a la diversidad gama). Sólo así podremos conservar nuestra rica biodiversidad sustentablemente: evitando que la tasa de extinción por causas antrópicas supere su propia tasa de renovación natural y –homocéntricamente reflexionando– legándola a nuestras futuras generaciones.

### Referencias bibliográficas

- Jenkins, C. N. & L. Joppa, 2009. Expansion of the global terrestrial protected area system. *Biological Conservation*, 142: 2166-2174.
- Milner-Gulland, E. J., M. Fisher, S. Browne, K. H. Redford, M. Spencer & W. J. Sutherland, 2009. Do we need a more relevant conservation literature? *Oryx*, 44: 1-2.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao & K. R. Kassem, 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience*, 51: 933-938.
- Rau, J. R., 2002. Biodiversidad y su cuantificación. *Conservation Biology*, 16: 1666-1668.
- Rau, J. R., 2005. Biodiversidad y colecciones científicas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 341-342.
- Wilson, E. O., 2004. La biodiversidad amenazada. *Investigación y Ciencia*, 158: 64-71.

## PRIMERA DESCRIPCIÓN DE UN CASO TERATOLÓGICO EN EL CAMARÓN DE RÍO DEL SUR *SAMASTACUS SPINIFRONS* (PHILIPPI, 1882) (DECAPODA: PARASTACIDAE)

**Andrea W. Martínez & Erich H. Rudolph**

Laboratorio de Astacología. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad de Los Lagos. Casilla 933. Osorno. Chile. E-mail: [amartinez@ulagos.cl](mailto:amartinez@ulagos.cl), [erudolph@ulagos.cl](mailto:erudolph@ulagos.cl)

### Resumen

Se informa el primer hallazgo de un caso teratológico, en la quela derecha del primer par de pereiópodos en una hembra de *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882), colectada en el río Llico (41°15'S; 73°45'W), provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos, Chile. Se describen las características morfológicas de la malformación y se analizan las probables causas que la habrían originado. Se establece una comparación con casos similares previamente descritos en los parastácidos chilenos. Se discuten los efectos de las malformaciones en el cultivo de esta especie.

**Palabras clave:** Parastacidae, *S. spinifrons*, teratología, quelípodos.

### First teratologic case in the chilean freshwater crayfish *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda: Parastacidae)

### Abstract

The first description of a teratologic case in the right chelae of the first pair of pereiopods of a *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) female collected in the Llico river (41°15'S; 73°45'W), Llanquihue province, Los Lagos Region, Chile is provided. The morphological characteristics of the malformation are described and its possible causes are analyzed. A comparison settles down with similar cases previously described in the Chilean parastacids and the effects of the malformations in this species cultivation are discussed.

**Key words:** Parastacidae, *S. spinifrons*, teratology, chelipeds.

### Introducción

En muchas especies el estudio y descripción de las anomalías morfológicas es relevante al momento de la identificación específica de ellas, ya que generalmente las estructuras afectadas son de interés taxonómico (Martínez & Conesa-Gallego, 1987).

Los primeros registros de teratosis en crustáceos datan del siglo XVIII. Valentin (1730) y von Rosenhof (1755) describen anomalías morfológicas externas en *Astacus fluviatilis* (Fabricius, 1775) (= *Astacus astacus* Linnaeus, 1758) (Decapoda: Astacidae). A la fecha se han descrito numerosos casos teratológicos en Crustacea; muchos de ellos se recopilan y sistematizan en Hart

& Clark (1987) y Jara & Palacios (2001). En los parastácidos chilenos las anomalías morfológicas son poco frecuentes, hasta el momento sólo se han descrito tres casos, todos ellos en especímenes del género *Parastacus*. Bahamonde (1961), da cuenta de un quelípodo con tridactilia en un espécimen de *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835) de Pelluhue (35°47' S; 72°35' W) (provincia del Maule, Región del Maule). Llanos *et al.*, (1990), describen el dácilo birrámeo encontrado en el quelípodo derecho de un macho de *P. pugnax* colectado en las cercanías de Penco (36°44' S; 74°59' W) (provincia de Concepción, Región del Bío-Bío). Finalmente, Rudolph (1996) da a conocer el hallazgo, en las cercanías de Máfil (39°38' S; 72°56' W) (provincia de Valdivia, Región de Los Ríos), de una hembra de *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882), cuyo quelípodo izquierdo presenta un dácilo trirrámico y el endopodito del tercer maxilípodo derecho de tamaño reducido.

La presente contribución tiene como objetivo describir el primer hallazgo de una malformación dactilar en la quela derecha de un espécimen de *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882).

**Material examinado:** Chile, Región de Los Lagos, provincia de Llanquihue, río Llico (41°15' S; 73°45' W), 1997. Una hembra (Colección del Laboratorio de Astacología de la Universidad de Los Lagos).

**Tabla I.** Dimensiones corporales externas de la hembra anómala de *Samastacus spinifrons*.

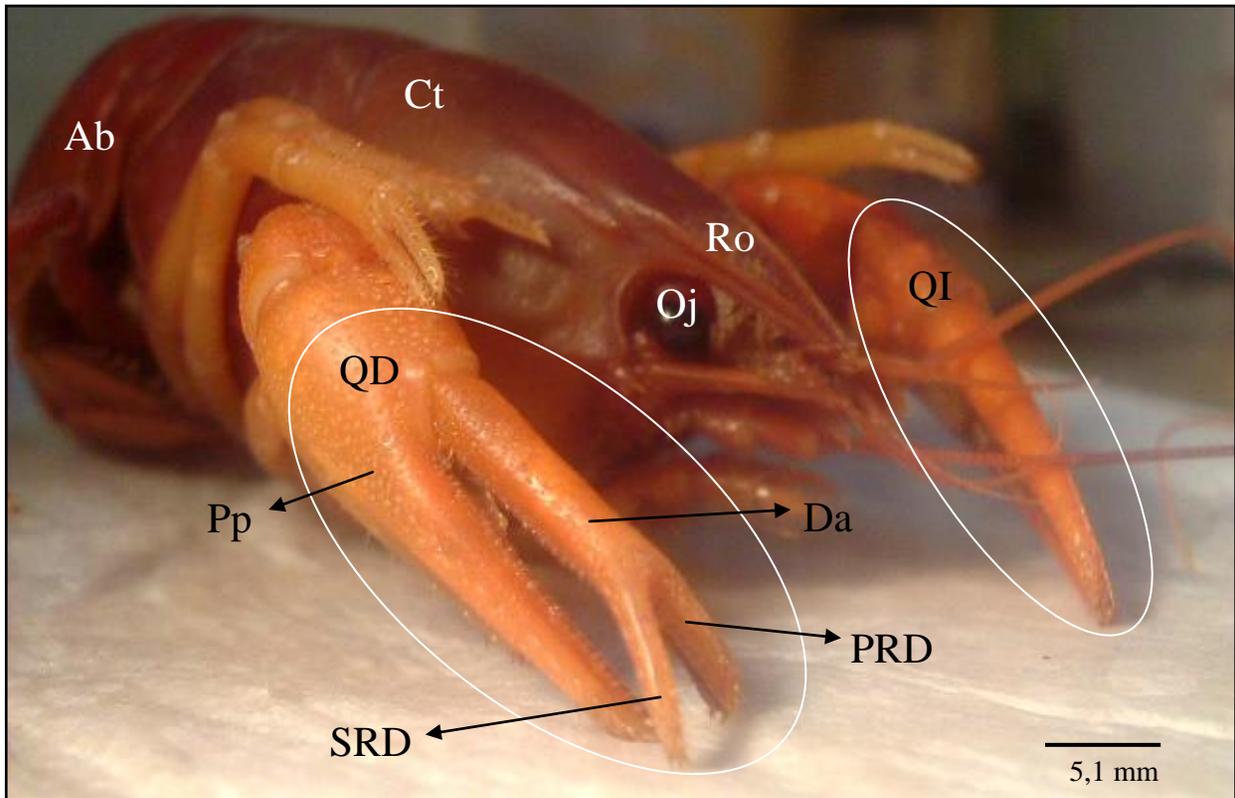
Table I. External corporal dimensions of the anomalous female of *Samastacus spinifrons*.

Carácter morfométrico	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)
Cefalotórax	49,7	22,7	---
Abdomen	44,2	25,9	---
Propodito del quelípodo derecho	26,9	8,8	5,9
Dácilo del quelípodo derecho*	13,6	3,0	2,6
Primera ramificación dactilar	6,0	2,1	2,0
Segunda ramificación dactilar	8,1	1,9	1,4

\* Mediciones efectuadas en los dos tercios proximales del dácilo birrámeo.

## Descripción

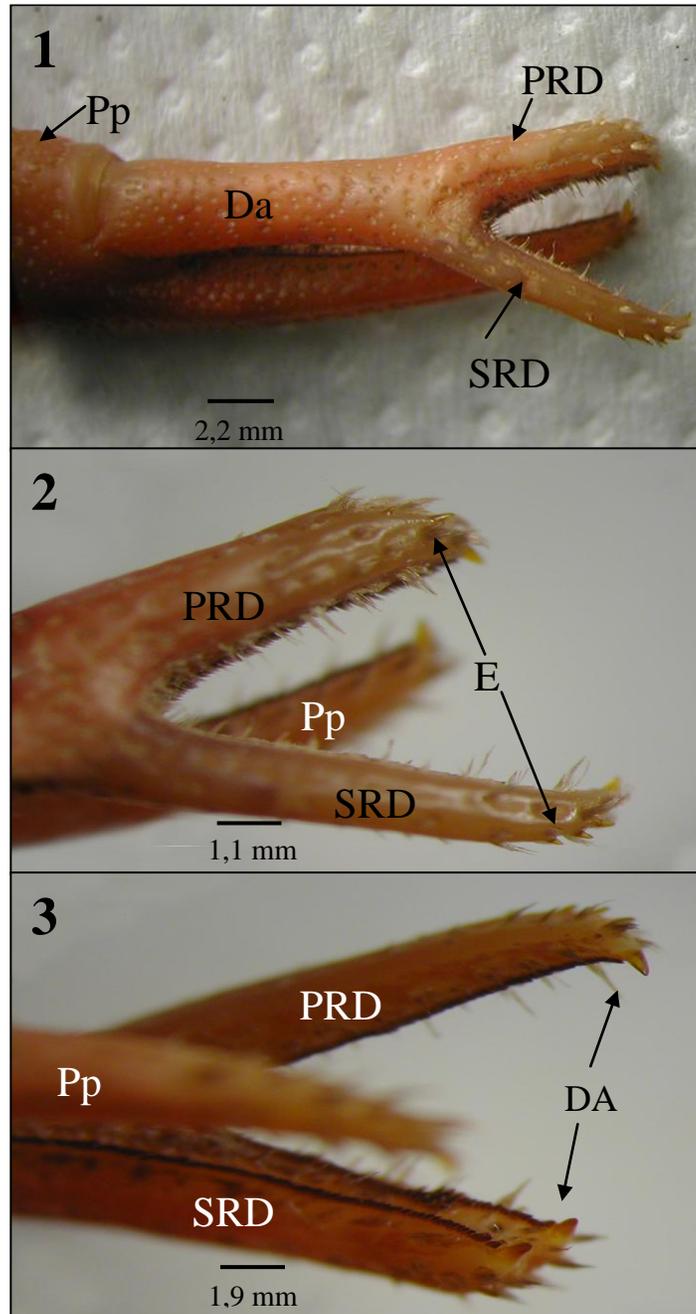
Hemiteria del dácilo de la quela derecha del primer par de pereiópodos (P1), de una hembra de *S. spinifrons*:



**Figura 1.** *Samastacus spinifrons*. Vista anterolateral de la hembra con dactilo birrámeo en la quela derecha del primer par de pereiópodos. Ab: abdomen; Ct: cefalotórax; Da: dactilo; Oj: ojo; Pp: propodito; PRD: primera ramificación dactilar; QD: quela derecha; QI: quela izquierda; Ro: rostrum; SRD: segunda ramificación dactilar.

Figure 1. *Samastacus spinifrons*. Anterolateral view of the female with dactylus biramous in the right chela of the first pair of pereiopods. Ab: abdomen; Ct: cephalothorax; Da: dactylus; Oj: eye; Pp: propodite; PRD: first branching finger; QD: right chelae; QI: left chelae; Ro: rostrum; SRD: second branching finger.

Los 2/3 proximales del dactilo son normales. Sin embargo, el tercio distal presenta dos ramas (Figura 1). La primera ramificación dactilar al igual que la segunda están orientadas hacia delante, la segunda se encuentra alejándose de la línea media del cuerpo y formando un ángulo de aproximadamente 45° al unirse con la primera ramificación. En consecuencia sólo la primera de estas ramificaciones se cierra sobre el borde oponible del extremo distal del propodito; sin embargo, sólo la segunda de estas ramas presenta el extremo terminal de un dactilo normal de esta especie (*i.e.* cónico, con una fila de 4 espinas dorsales subterminales y un diente apical fuertemente calcificado). En cambio, el extremo terminal de la primera rama es cóncavo, con dos filas de espinas dorsales subterminales, ambas con sólo dos espinas y un diente apical muy



**Lámina I.** *Samastacus spinifrons*. Detalle de las características morfológicas del dactilo birrámeo. Figura 1. Vista dorsal del dactilo birrámeo. Figura 2. Espinas subterminales. Figura 3. Dientes apicales. Pp: propodito; Da: dactilo; PRD: primera ramificación dactilar; SRD: segunda ramificación dactilar; DA: dientes apicales; ES: espinas subapicales.

Plate I. *Samastacus spinifrons*. Detail of the morphological characteristics of the dactylus biramous. Figure 1. View dorsal of the dactylus biramous. Figure 2. Subterminal spines. Figure 3. Apical teeth. Pp: propodite; Da: dactylus; PRD: first biramous finger; SRD: second branching finger; DA: apical teeth; ES: subapical spines.

calcificado en cada lado de la concavidad. Ambas ramificaciones dactilares presentan abundante pilosidad corta en todas sus superficies (Lámina I). Otros caracteres morfométricos se entregan en la Tabla I.

## Discusión

Se sabe desde 1963 que en *S. spinifrons* existen dos morfos: morfo río y morfo lago (Bahamonde & López, 1963; Rudolph, 2002). Los representantes de uno y otro morfo son claramente distinguibles dadas las marcadas diferencias morfológicas externas que existen entre ellos. Por consiguiente llama la atención que ambas quelas de esta hembra sean de tamaño similar y además largas y estilizadas, características que las asemejan a las quelas de los especímenes de *S. spinifrons* provenientes de poblaciones lacustres.

La malformación del dactilo de este ejemplar de *S. spinifrons* es muy similar a las malformaciones encontradas en los dactilos de los casos reportados para *P. pugnax* (Bahamonde, 1961; Llanos *et al.*, 1990) y para *P. nicoleti* (Rudolph, 1996). Todas estas teratosis muestran ramificaciones que se originan en la porción distal de uno de los dactilos de los quelípodos de P1. La primera rama del dactilo del espécimen estudiado se proyecta rectamente hacia adelante, siguiendo la misma línea de los 2/3 proximales de este dactilo, y cerrando sobre el margen oponible del propodito. Sin embargo, las características morfológicas de los extremos distales de ambas ramificaciones sugieren que el tercio distal normal de este dactilo correspondería a lo que hemos denominado segunda ramificación, pese a desviarse unos 45° de la primera rama.

Las posibles explicaciones a este fenómeno fueron desarrolladas por Przibram (1921) y por Shelton *et al.* (1981). Todas ellas atribuyen el origen de las malformaciones a fallas en la cicatrización de una herida infectada después de la muda o durante la regeneración de la cutícula corporal, lo que generaría en el apéndice dañado diversas formas. Estas probables causas fueron analizadas y confirmadas por Mariappan *et al.* (2000), quienes mencionan que éstas no son las únicas causas de teratosis, pues ellas también podrían originarse por diversos factores bióticos y abióticos que afectarían negativamente el crecimiento de los quelípodos. Además, se sabe que las anomalías se pueden desarrollar en distintas etapas de la vida de los animales siendo causadas principalmente por factores internos que pueden alterar el desarrollo embrionario y fetal, tales como: las alteraciones genéticas o cromosómicas; y por factores externos como: agentes físicos (radiaciones, temperatura ambiental); agentes químicos (sustancias tóxicas y contaminantes (Aguirre & Hendrickx, 2005); agentes biológicos (virus y parásitos (Aguirre & Hendrickx, 2005); agentes nutricionales y metabólicos; entre otros, que modifican la estructura genética del animal.

La malformación observada en este caso, junto con la ausencia de otros tipos de anomalías morfológicas externas, sugieren que la causa más probable de ella pudo haber sido una mutilación dactilar por algún tipo de encuentro agresivo. Aunque se conocen las causas que pueden originar estas anomalías, y que ellas se han descrito en al menos 3 de las 6 especies chilenas de Parastacidae, éstas nunca han sido estudiadas experimentalmente en nuestras

especies. Por tanto, queda abierta la interrogante acerca de cuál o cuáles serían las causas precisas de tales malformaciones.

*S. spinifrons* posee ciertas características biológicas que la hacen atractiva para la acuicultura (Rudolph, 2002). Por ello es la única especie chilena de Parastacidae en la que se han efectuado algunas experiencias de cultivo en confinamiento (Augsburger, 2003); sin embargo, Barrera (2006) comprobó que en condiciones de cultivo (62 especímenes adultos por m<sup>2</sup>), se producen interacciones agresivas cuyas consecuencias más frecuentes son amputaciones de los apéndices (69,4%) y lesiones cuticulares en distintas regiones corporales incluyendo los apéndices (54,8%). Este tipo de lesiones pueden provocar regeneraciones anómalas, las que por derivación de energía metabólica, finalmente tienen un efecto negativo sobre el crecimiento somático y reproductivo de los especímenes en cultivo (Mariappan *et al.*, 2000). Estos datos confirman, que para optimizar el crecimiento de *S. spinifrons* en estas condiciones, es recomendable trabajar con densidades relativamente bajas de individuos por unidad de superficie.

Si bien, esta es la primera y única descripción de una malformación dactilar registrada hasta la fecha en especímenes de *S. spinifrons*, no se puede descartar la existencia de ejemplares con otras malformaciones corporales habitando en su ambiente natural.

### Agradecimientos

A la Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos (DIULA) por el financiamiento parcial de este trabajo. Al Sr. Rolando Leiva por su valiosa ayuda en terreno.

### Referencias bibliográficas

- Aguirre, H. & M. Hendrickx, 2005. Abnormal rostrum and telson in two species of penaeid shrimp (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeidae) from the pacific coast of Mexico. *Crustaceana*, 78 (1): 113-119.
- Augsburger, A., 2003. La experiencia del cultivo del camarón de río del sur *Samastacus spinifrons* en Chile. En: *Primer Seminario Internacional de Astacicultura*. Puerto Varas, 17 de octubre de 2003. pp. 2-12.
- Bahamonde, N., 1961. Tridactilia en *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835). *Investigaciones Zoológicas Chilenas*, 7: 17.
- Bahamonde, N. & M. T. López, 1963. Decápodos de aguas continentales en Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas*, 10: 123-149.
- Barrera, M. F., 2006. *Monitoreo de lesiones en el camarón de río del sur (Samastacus spinifrons) en un centro de cultivo*. Tesis, Universidad de Chile, 100 pp.
- Hart, C. W., Jr. & J. Clark, 1987. An interdisciplinary bibliography of freshwater crayfishes (Astacidea and Parastacoidea) from Aristotle through 1985. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 455: 1-437.
- Jara, C. G. & V. L. Palacios, 2001. Ocurrente of conjoined twins in *Aegla abato* Schmitt, 1942 (Decapada, Anomura, Aeglididae). *Crustaceana*, 74 (10): 1059-1065.

- Llanos, F., R. Martínez & A. Quezada, 1990. Nuevo caso de teratología en *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835) (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Comunicaciones del Museo Regional de Concepción*, 4: 59-60.
- Mariappan, P., C. Balasundaram & B. Schmitz, 2000. Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of Biosciences*, 25 (3): 301-313.
- Martínez, E. & E. Conesa-Gallego, 1987. Teratologías de los Flebotomos (Diptera, Psychodidae) del sureste de la península ibérica. *Anales de Biología*, 11 (Biología Animal, 3), 55-60.
- Przibram, H., 1921. Die Bruchdreifachbildungen im Tierreiche. Wilhelm Roux Arch. *Entwicklungsmech. Organismen*, 48: 205-444.
- Rudolph, E., 1996. Un caso de teratología en *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) (Decapoda: Parastacidae). *Gayana Zoológica*, 60 (1): 13-16.
- Rudolph, E., 2002. Sobre la biología del camarón de río *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda: Parastacidae). *Gayana*, 66 (2): 147-159.
- Shelton, P. M. J., P. R. Turby & R. G. J. Shelton, 1981. Naturally occurring abnormalities (Bruchdreifachbildungen) in the chelae of three species of Crustacea (Decapoda) and a possible explanation. *Journal of Embryology and Experimental Morphology*, 63: 285-304.

## CYCLOPOIDS (CRUSTACEA: COPEPODA) REPORTED FOR CHILEAN INLAND WATERS

**Patricio De los Ríos<sup>1,\*</sup>, Reinaldo Rivera<sup>1</sup> & Juan J. Morrone<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias Ambientales, Casilla 15-D, Temuco, Chile. <sup>2</sup> Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Apartado Postal 70-399, 04510 México, D.F., México.\* Author for correspondence, E-mails: prios@uct.cl and patorios@msn.com.

### **Abstract**

Cyclopoids are the worst studied copepods from Chilean inland waters, because the identity of the species and their occurrence reports need confirmation; there are only descriptions for species from large and deep Patagonian lakes (38-51° S). Chilean cyclopoids have low relative abundance in zooplankton assemblages. The scarce ecological studies indicate that they are opportunistic predators, grazing on phytoplankton or preying on small zooplankton (protists, rotifers, nauplii, copepodid stages and juvenile cladocerans). From a biogeographical view point there are endemic species in biogeographical regions at extreme northern and southern Chile, whereas in the Central Chile it is possible found widespread species that had been reported for other zones in South America.

**Keywords:** Copepods, cyclopoids, Patagonia, zooplankton.

### **Cyclopoids (Crustacea: Copepoda) reported for Chilean inland waters.**

#### **Resumen**

Los copépodos ciclopoideos han sido poco estudiados en aguas continentales chilenas, porque la identidad de sus especies requiere de confirmación, solo hay descripciones para especies de lagos grandes y profundos de la Patagonia (38-51°S). Los copépodos ciclopoideos tienen baja abundancia relativa en los ensamblajes zooplanctónicos y los escasos estudios biológicos indican que ellos son depredadores oportunistas, pastoreando sobre el fitoplancton o depredando sobre especies zooplanctónicas de menor tamaño (protozoos, rotíferos, nauplius, estadios copepoditos y cladóceros juveniles). Desde un punto de vista biogeográfico hay especies endémicas en regiones biogeográficas como los extremos norte y sur de Chile, mientras que en la zona central de Chile, es posible encontrar especies que han sido reportadas para otras zonas de Sudamérica.

**Palabras clave:** Copépodos, ciclopoideos, Patagonia, zooplancton.

### **Introduction**

Cyclopoid copepods are among the worst studied zooplanktonic crustaceans in Chilean lakes, because this group is relatively scarce in comparison to other zooplanktonic crustaceans, such as calanoid copepods and cladocerans (Campos *et al.*, 1994a, 1994b; Wöfl, 1996; Villalobos, 1999,

2006; Valdovinos, 2008). Additionally, their absolute abundance is rather low (Wölfl, 2007; Kamjunke *et al.*, 2009), like occurs in Argentinean Patagonian lakes (Modenutti *et al.*, 1998).

The first review of Chilean cyclopoids was provided by Araya & Zúñiga (1985), and many of the species recognized by them were confirmed by Reid (1985). Some mistakes from the literature have been corrected during the last years (*i.e.* Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001; Pilati & Menu-Marque, 2003; Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2006).

From an ecological point of view, cyclopoids are considered opportunistic predators, grazing on phytoplankton or predated on other zooplanktonic groups such like protists, rotifers, nauplii, and cladoceran juvenile life stages (Chang & Hanazato, 2003a, 2003b, 2005a, 2005b; Chang *et al.*, 2004; Sakamoto & Hanazato, 2008). In Chilean lakes, they predate mainly on mixotrophic ciliates (Wölfl, 2007; Kamjunke *et al.*, 2009). This was proposed by Wölfl (1996), who mentioned that cyclopoids are opportunistic in their diet, because they can predate on zooplankton according to the environmental status of its habitat. The aim of the present study is provide a checklist of cyclopoids copepods in Chilean inland waters, considering the geographical distribution of each species.

## Materials and methods

For revise the geographical distribution of the cyclopoids from Chilean inland waters we revised literature about cyclopoid copepods from Chilean inland waters (Mrázek, 1901; Brehm, 1936; Kiefer, 1936; Loeffler, 1961; Zúñiga & Araya, 1982; Araya & Zúñiga, 1985; Zúñiga & Domínguez, 1977; Campos *et al.*, 1982, 1983, 1987a, 1987b, 1988, 1990, 1992a, 1992b, 1994a, 1994b; Wölfl, 1996; Villalobos, 1999; Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001; Villalobos *et al.*, 2003; Soto & De los Ríos, 2006; De los Ríos, 2008). We compiled the localities where the species have been reported and their valid names (Reid, 1985; Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001; Pilati & Menu-Marque, 2003) and represented them on maps (Figures 1-9).

## Results and discussion

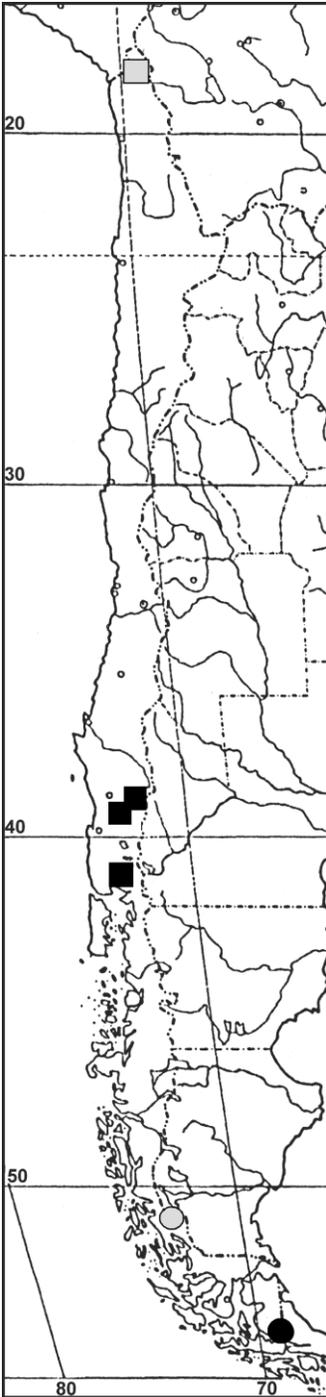
The following species has been previously reported for Chilean inland waters. The specific name followed by the geographical location with coordinates and respective references in parenthesis are detailed in the appendix.

### List of Chilean inland waters cyclopoids

Genus *Acanthocyclops* Kiefer, 1927.

*Acanthocyclops michaelsoni* (Mrázek, 1901) (Figure 1).

*A. vernalis* (Fischer, 1853) (Figure 1).



Genus *Diacyclops* Kiefer, 1927.

*Diacyclops andinus* Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001 (Figure 1).

Genus: *Eucyclops* Claus, 1893.

*Eucyclops ensifer* Kiefer, 1936. (Figure 1)

*E. serrulatus* (Fischer, 1851).(Figure 2)

Genus: *Macrocylops* Claus, 1893.

*Macrocylops albidus* (Jurine, 1820). (Figure 3).

Genus: *Mesocylops* Sars, 1914.

*Mesocylops araucanus* Loeffler, 1961 (Figure 4).

*M. longisetus* (Thiebaud, 1914) (Figure 5).

Genus: *Metacylops* Kiefer, 1927.

*Metacylops mendocinus* (Wierzejski, 1892) (Figure 6).

Genus: *Microcylops* Claus, 1893.

*Microcylops anceps* (Richard, 1897) (Figure 7).

Genus: *Paracylops* Claus, 1893.

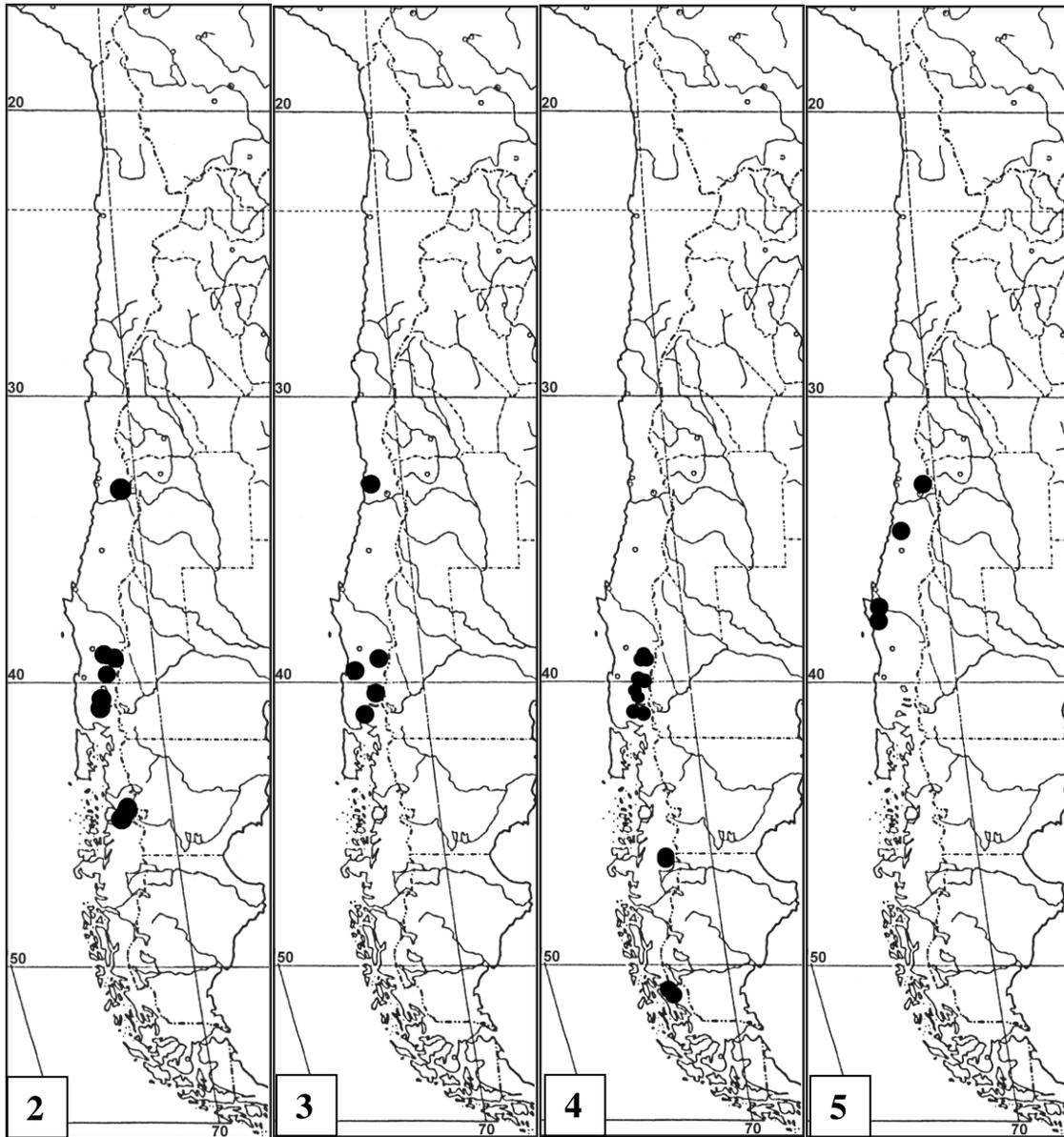
*Paracylops chiltoni* (Thomson, 1883) (Figure 8).

Genus: *Tropocylops* Kiefer, 1927.

*Tropocylops meridionalis* Kiefer, 1927 (Figure 9).

**Figure 1.** Geographical distribution of Chilean copepods. *Acanthocylops michaelsoni*; (Mrázek, 1901)(black circle); *Acanthocylops vernalis* (Fisher, 1853) (black quadrilateral); *Diacyclops andinus* (Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001)(grey quadrilateral with black border); *Eucyclops ensifer* (Kiefer, 1936)(grey circle with black border)

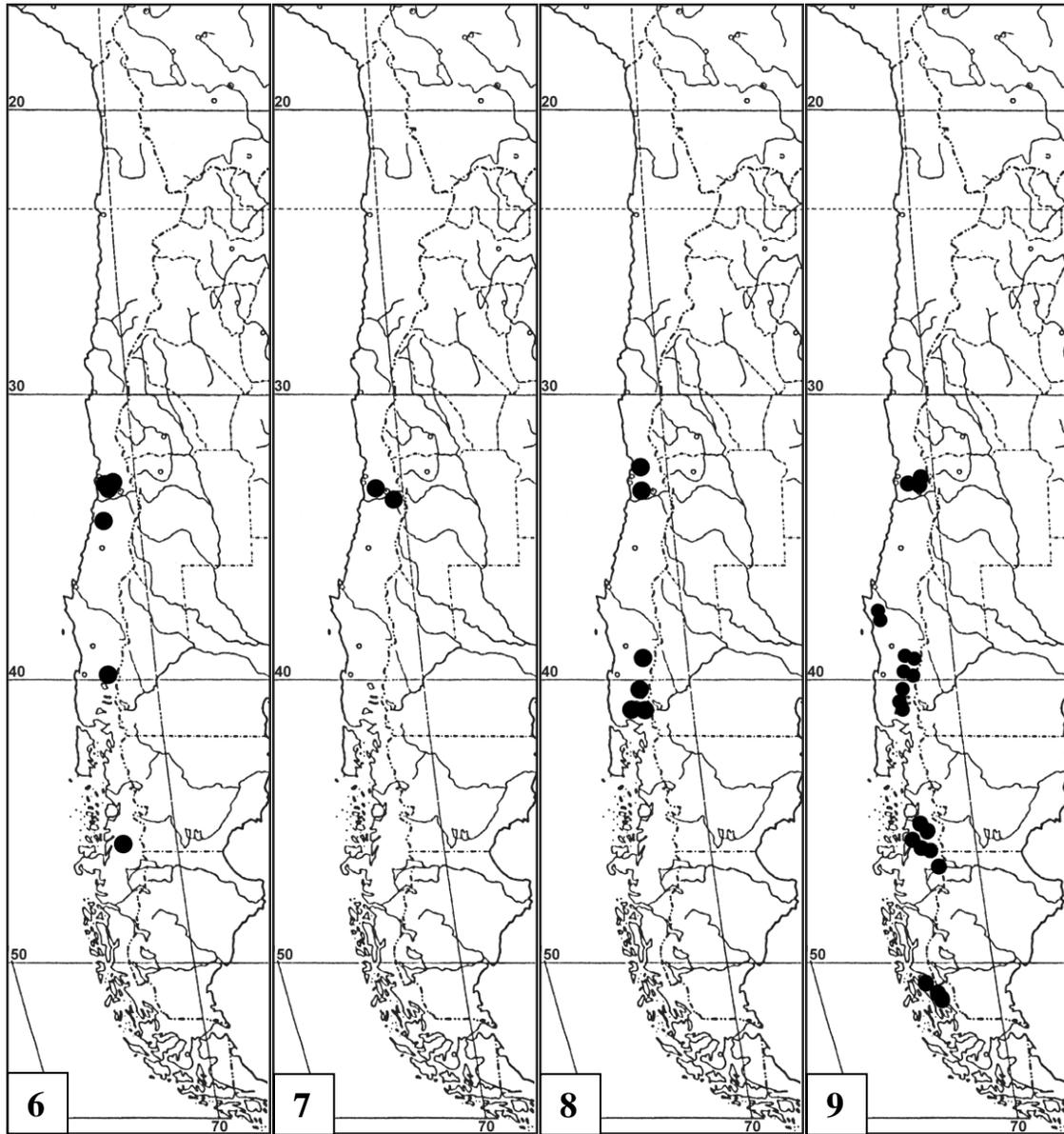
**Figura 1.** Distribución geográfica de copépodos chilenos. *Acanthocylops michaelsoni*; (Mrázek, 1901)(círculo negro); *Acanthocylops vernalis* (Fisher, 1853) (cuadriláteros negros); *Diacyclops andinus* (Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001)(cuadrilátero gris con borde negro); *Eucyclops ensifer* (Kiefer, 1936)(círculo gris con borde negro)



**Figures 2-5.** Geographical distribution of Chilean copepods (left to right). 2: *Eucyclops serrulatus* (Fisher, 1851); 3: *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820); 4: *Mesocyclops araucanus* (Loefer, 1961); 5: *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud, 1914).

Figuras 2-5. Distribución geográfica de copépodos chilenos (izquierda a derecha). 2: *Eucyclops serrulatus* (Fisher, 1851); 3: *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820); 4: *Mesocyclops araucanus* (Loefer, 1961); 5: *Mesocyclops longisetus* (Thiebaud, 1914).

The analysis revealed the existence of one species located in northern Chile (18° S; *Diacyclops andinus*), which corresponds to the Atacama province (Morrone, 2004, 2006). All the remaining species are found in the Andean region (Morrone, 2004, 2006). Five species are distributed in central Chile and northern Patagonia (33-41° S): *Macrocyclus albidus*, *Metacyclus mendocinus*,



**Figures 6-9.** Geographical distribution of Chilean copepods (left to right). 6: *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892); 7: *Microcyclus anceps* (Richard, 1897); 8: *Paracyclops chiltoni* (Thomson, 1883); 9: *Tropocyclops meridionalis* (Kiefer, 1927).

Figuras 6-9. Distribución geográfica de copépodos chilenos (izquierda a derecha). 6: *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892); 7: *Microcyclus anceps* (Richard, 1897); 8: *Paracyclops chiltoni* (Thomson, 1883); 9: *Tropocyclops meridionalis* (Kiefer, 1927).

*Microcyclus anceps*, *Mesocyclops longisetus* and *Paracyclops fimbriatus chiltoni*. Four species are restricted to Patagonia (40-51° S): *Tropocyclops meridionalis*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops vernalis* and *Mesocyclops araucanus*. Finally, two species are distributed in southern Patagonia (51-54° S): *Eucyclops ensifer* and *Acanthocyclops michaelsoni*.

From a biogeographical point of view, we found four cosmopolitan species, namely *Eucyclops serrulatus*, *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops longisetus*, and *Paracyclops chiltoni*; and two species distributed in Central and South America, namely *Eucyclops ensifer* and *Metacyclops mendocinus* (Reid, 1985).

The species are reported in the South American transition zone and the Andean region (Morrone, 2004, 2006). The former includes the Atacama biogeographic province (northern Chile between 18-28° S), where only *D. andinus* was found. In the Andean region, the species reported were located mainly in the Santiago, Maule, Valdivian Forest, Magellanic Forest and Magellanic Moorland provinces (Morrone, 2004, 2006). Two species, *A. michaelsoni* and *E. ensifer*, were found in a single province, the Magellanic Moorland.

The species with restricted geographical distribution correspond to species described only for South America, as *Acanthocyclops michaelsoni* and *Tropocyclops meridionalis* (Reid, 1985). There are no endemic species at country level; however, *Mesocyclops araucanus*, restricted to southern Patagonian lakes, may be considered endemic (Pilati & Menu-Marque, 2003). This species was originally described as *Mesocyclops longisetus*, distributed along all continental Chile (Araya & Zúñiga, 1985; Campos *et al.* 1982, 1983, 1987a, 1987b, 1988, 1990, 1992a,b, 1994a, 1994b; Soto *et al.*, 1994; Wöfl, 1996; Villalobos, 1999; Villalobos *et al.*, 2003), but Pilati & Menu-Marque (2003) proposed that the populations from south to 38° S would belong to *M. araucanus*, originally described as a subspecies, *M. longisetus araucanus* (Loeffler, 1961). Two other possible endemic species are *Diacyclops andinus*, from northern Chile and northwestern Argentina (Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001), and *A. michaelsoni*, from southern Argentina and Chile (Mrázek, 1901; Silva, 2008). As conclusion, it is possible found endemic species at biogeographical zones in the Atacama biogeographic, and Magellanic Forest and Magellanic Moorland provinces, whereas in the Andean region it is possible found widespread species that had been reported for other zones in South America.

## Acknowledgments

We thank the Dirección General de Investigación (Grant for Development of Limnology, project DGI-DCA-01), and to the Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco.

## Literature cited

- Araya, K. M. & L. R. Zúñiga, 1985. Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. *Boletín Limnológico, Universidad Austral de Chile*, 8: 1-110.
- Campos, H., J. Arenas, W. Steffen, C. Román & G. Agüero, 1982. Limnological study of lake Ranco (Chile): Morphometry, physics and plankton. *Archiv für Hydrobiologie*, 94: 137-171
- Campos, H., D. Soto, W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1994a. Limnological studies in lake del Toro (Chile): morphometry, physics and plankton. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 99: 199-215.

- Campos, H., D. Soto, W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1994b. Limnological studies in lake Sarmiento, a subsaline lake from Chilean Patagonia. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 99: 217-234.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1983. Limnological studies in lake Villarrica: Morphometry, physics, chemistry and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 71: 37-67.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1987a. Limnology of lake Riñihue. *Limnologica*, 18: 339-357.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1988. Limnological study of lake Llanquihue (Chile): Morphometry, physics, chemistry and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 81: 37-67.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1989. Estudios limnológicos en el lago Puyehue (Chile): Morfometría, factores físicos y químicos, plancton y productividad primaria. *Medio Ambiente*, 10: 36-53.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1990. Limnological study of lake Todos los Santos (Chile): Morphometry, physics, chemistry and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 117: 453-484.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1992a. Limnological study of lake Ranco (Chile). *Limnologica*, 22: 337-353.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1992b. Limnological studies of lake Rupanco (Chile): Morphometry, physics, chemistry and primary productivity. *Archiv für Hydrobiologie (Supplement)*, 90: 85-113.
- Campos, H., W. Steffen, G. Agüero, O. Parra & L. Zúñiga, 1987b. Estudios limnológicos en el lago Caburgua (Chile). *Gayana Botánica*, 44: 61-84.
- Campos, H., E. Bucarey & J. Arenas, 1974. Estudios limnológicos del lago Riñihue y río Valdivia (Chile). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 48: 47-67.
- De los Ríos, P., 2008. A null model for explain crustacean zooplankton species associations in central and southern Patagonian inland waters. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 36: 25-33.
- Chang, K. H., & T. Hanazato, 2003a. Vulnerability of cladoceran species to predation by the copepod *Mesocyclops leuckarti*: laboratory observations on the behavioural interactions between predator and prey. *Freshwater Biology*, 48: 476-484.
- Chang, K. H., & T. Hanazato, 2003b. Seasonal and reciprocal succession and cyclomorphosis of two *Bosmina* species (Cladocera, Crustacea) co-existing in a lake: their relationship with invertebrate predators. *Journal of Plankton Research*, 25: 141-150.
- Chang, K. H., & T. Hanazato, 2005a. Impact of selective predation by *Mesocyclops pehpeiensis* on a zooplankton community: experimental analysis using mesocosm. *Ecological Research*, 20: 726-723.

- Chang, K. H., & T. Hanazato, 2005b. Prey handling time and ingestion probability for *Mesocyclops* sp. Predation on small cladoceran species *Bosmina longitostris*, *Bosminopsis deitersi* and *Scapholeberis mucronata*. *Limnology*, 6: 29-34
- Chang, K. H., T. Nagata & T. Hanazato, 2004. Direct and indirect impacts of predation by fish on the zooplankton community: An experimental using tanks. *Limnology*, 5: 121-124
- De los Ríos, P. & D. Soto, 2007b. Crustacean (Copepoda and Cladocera) zooplankton richness in Chilean Patagonian lakes. *Crustaceana*, 80: 285-296
- Domínguez, P. & L. Zúñiga, 1976. Análisis fenológico de los cladóceros limnéticos (Crustacea: Entomostraca) de la laguna El Plateado (Valparaíso). *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 9: 35-44.
- Gutiérrez-Aguirre, M. A., Suárez-Morales, E., Cervantes-Martínez, Elías-Gutiérrez, M. & D. Previattelli, 2006. The Neotropical species of *Mesocyclops* (Copepoda, Cyclopoida): An upgraded identification key and comments on selected taxa. *Journal of Natural History*, 40: 549-570.
- Kiefer, V., 1936. Mitteilungen von den Forschungsreisen Prof. Rahms. Mitt. VIII. Cyclopiden. *Zoologischer Anzeiger*, 115: 244-249
- Kamjunke, N., B. Vogt & S. Wölfl, 2009. Trophic interactions of the pelagic ciliate *Stentor* spp. in Noth Patagonian lakes. *Limnologica*, 39: 107-114.
- Locascio de Mitrovich, C. & S. Menu-Marque, 2001. A new *Diacyclops* (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae) from northwestern Argentina. *Hydrobiologia*, 453/454: 533-538
- Loeffler, H., 1961. Zür systematik und Ökologie der chilenischen Süßwasserentomostraken. *Beiträge zur Neotropischen Fauna*, 2: 145-222.
- Modenutti, B. E., E. G. Balseiro, C. P. Queimaliños, D. A. Añón Suárez, M. C. Diéguez, & R. J. Albariño, 1998. Structure and dynamics of food webs in Andean lakes. *Lakes and Reservoirs: Research and its Management*, 3: 179-189.
- Morrone, J. J., 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48: 149-162.
- Morrone, J. J., 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin American and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, 51: 467-494.
- Mrázek, A., 1901. Süßwasser Copepoden. *Ergebnisse der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise 1892/93, Hamburg*, 2: 1-29.
- Pilati, A., & S. Menu-Marque, 2003. Morphological comparison of *Mesocyclops araucanus* Campos *et al.* 1974, and *M. longisetus* Thiébaud, 1912, and first description of their males. *Beaufortia*, 52: 45-62.

- Reid, J., 1985. Chave de identificação e lista de referencias para as species continentais sudamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia, Universidade de Sao Paulo*, 9: 17-143.
- Sakamoto, M., & T. Hanazato, 2008. Antennule shape and body size of *Bosmina*: Key factors that determining its vulnerability to predaceous copepods. *Limnology*, 9: 27-34.
- Silva, V. M., 1998. Diversity and distribution of the free-living freshwater cyclopoida (Copepoda: Crustacea) in Neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (supplement): 1099-1106.
- Soto, D. & P. De los Ríos, 2006. Trophic status and conductivity as regulators in daphnid dominance and zooplankton assemblages in lakes and ponds of Torres del Paine National Park. *Biologia, Bratislava*, 61: 541-546.
- Valdovinos, C., 2008. *Invertebrados dulceacuícolas*. 202-223. En: Saball, P., M. K. Arroyo, J. C. Castilla, C. Estades, J. M. Ladrón de Guevara, S. Larraín, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta (Eds). Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, 2ª Edición, Ocho Libros Ed. Santiago de Chile.
- Villalobos, L., 1999. *Determinación de capacidad de carga y balance de fósforo y nitrógeno de los lagos Riesco, Los Palos, y Laguna Escondida en la XI región*. Technical Repor Fisheries Research Foundation-Chile, FIP-IT/97-39.
- Villalobos, L., S. Wöfl, O. Parra & H. Campos, 2003. Lake Chapo: A baseline of a deep, oligotrophic North Patagonian lake prior to its use for hydroelectricity generation: II. Biological properties. *Hydrobiologia*, 510: 225-237.
- Villalobos, L, 2006. Estado de conocimiento de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70: 31-39.
- Wöfl, S., 1996. *Untersuchungen zur Zooplanktonstruktur einchließlich der mikrobiellen Gruppen unter besonderer Berücksichtigung der mixotrophen Ciliaten in zwei südchilenischen Andenfubseen*. Doctoral Thesis Universität Konstanz: 1-242 p.
- Woelfl, S., 2007. The distribution of large mixotrophic ciliates (*Stentor*) in deep North Patagonian lakes (Chile): First results. *Limnologica*, 37: 28-36.
- Zúñiga, L. R. & P. Domínguez, 1977. Observaciones sobre el zooplancton de lagos chilenos. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 10: 107-120.
- Zúñiga, L. R. & P. Domínguez, 1978. Entomostracos planctónicos del lago Riñihue (Valdivia, Chile): Distribución temporal de la taxocenosis. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 11: 89-95.
- Zúñiga, L. R. & J. M. Araya, 1982. Estructura y distribución especial del zooplancton del embalse Rapel. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 15: 45-57.

APPENDIX

Apéndice

The species previously reported for Chilean inland waters with information about the geographical location with coordinates and respective references in parenthesis are detailed in this appendix:

*Acanthocyclops michaelsoni* (Mrázek, 1901) (Figure 1): Fagnano lake (54°31' S; 68°43' W; Mrázek, 1901).

*A. vernalis* (Fischer, 1853) (Figure 1): Pirihueico lake (39°56' S; 71°48' W) (Araya & Zúñiga, 1985); Chapo lake (41°27' S; 72°31' W) (Villalobos *et al.*, 2003).

*Diacyclops andinus* Locascio de Mitrovich & Menu-Marque, 2001 (Figure 1): Chungará lake (18°15' S; 69°10' W; Araya & Zúñiga, 1985).

*Eucyclops ensifer* Kiefer, 1936 (Figure 1): Larga lagoon (51°02' S; 72°55' W; Kiefer, 1936).

*E. serrulatus* (Fischer, 1851) (Figure 2): Villarrica lake (39°16' S; 72°07' W), Quillehue lake (39°33' S; 71°32' W), Puyehue lake (40°39' S; 72°30' W), Bonita lagoon (40°53' S; 72°52' W) (Loeffler, 1961); Inca lagoon (32°49' S; 70°09' W), Riñihue (39°49' S; 72°19' W), Polux lake (45°43' S; 71°53' W), Chiguay lake (45°56' S; 71°50' W) (Araya & Zúñiga, 1985); Llanquihue lake (41°07' S; 72°50' W) (Zúñiga & Domínguez, 1978).

*Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820) (Figure 3): Quilpué (33°07' S; 71°14' W); Valdivia (39°49' S; 73°15' W) (Mrázek, 1901); Puyehue lake (40°39' S; 72°30' W), Llanquihue lake (41°07' S; 72°50' W) (Loeffler, 1961); Pellaifa lake (39°30' S; 71°57' W) (Zúñiga & Domínguez, 1977).

*Mesocyclops araucanus* Loeffler, 1961 (Figure 4): Calafquén lake (39°31' S; 72°08' W), Pellaifa lake (39°30' S; 71°57' W), Riñihue lake (39°49' S; 72°19' W), Rancho lake (40°12' S; 72°22' W), Puyehue lake (40°39' S; 72°30' W), Rupanco lake (40°49' S; 72°30' W), Llanquihue lake (41°07' S; 72°50' W), Todos los Santos lake (41°46' S; 73°15' W), Bonita lagoon (40°53' S; 72°52' W) (Loeffler, 1961); Caburgua lake (39°07' S; 71°47' W), Panguipulli lake (39°41' S; 72°15' W), Pirihueico lake (39°56' S; 71°48' W), General Carrera lake (45°50' S; 72°00' W) (Araya & Zúñiga, 1985); Sarmiento lake (51°03' S; 72°47' W) (Campos *et al.*, 1994a); Del Toro lake (51°12' S; 72°45' W) (Campos *et al.*, 1994b).

*M. longisetus* (Thiebaud, 1914) (Figure 5): Rapel reservoir (34°10' S; 71°29' W) (Zúñiga & Araya, 1982); Negra lagoon (33°39' S; 70°08' W), Lanalhue lake (37°55' S; 73°19' W), Lleulleu lake (38°08' S; 73°19' W) (Araya & Zúñiga, 1985).

*Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892) (Figure 6): Catapilco reservoir (32°38' S; 71°27' W), Runge reservoir (33°01' S; 70°54' W), Orozco reservoir (33°14' S; 71°25' W), Elizalde lake (Araya & Zúñiga, 1985); Rapel reservoir (34°10' S; 71°29' W) (Zúñiga & Araya, 1982); Pichilafquen lagoon (39°13' S; 72°12' W) (Loeffler, 1961).

*Microcyclops anceps* (Richard, 1897) (Figure 7): Peral (33°30' S; 71°35' W), Negra lagoon (33°39' S; 70°08' W) (Araya & Zúñiga, 1985).

*Paracyclops chiltoni* (Thomson, 1883) (Figure 8): Quilpué (33°07' S; 71°14' W) (Mrázek, 1901), Juan Fernández Island (33°38' S; 78°51' W) (Brehm, 1936); Villarrica lake (39°16' S; 72°07' W), Puyehue lake (40°39' S; 72°30' W), Llanquihue lake (41°07' S; 72°50' W), Margarita island (41°06' S; 72°17' W) (Loeffler, 1961); Peñuelas lagoon (Araya & Zúñiga, 1985).

*Tropocyclops meridionalis* Kiefer, 1927 (Figure 9): Villarrica lake (39°16' S; 72°07' W); Margarita island (41°06' S; 72°17' W), Pocuro (32°53' S, 70°38' W), Quillehue lagoon (39°33' S; 71°32' W), Bonita lagoon (40°53' S; 72°52' W), Del Inca lagoon (Loeffler, 1961). El Plateado reservoir (33°04' S; 71°39' W), Pellaifa lake (39°30' S; 71°57' W), Puyehue lake (Zúñiga & Domínguez, 1977); Riñihue lake (39°49' S; 72°19' W) (Zúñiga & Domínguez, 1978); Ranco lake (40°12' S; 72°22' W) (Domínguez & Zúñiga, 1978); Runge reservoir (33°01' S; 70°54' W), Peñuelas reservoir (33°09' S; 71°32' W), Orozco reservoir (33°14' S; 71°25' W), Yeso reservoir (33°39' S; 70°07' W), Lanahue lake (37°55' S; 73°19' W), Lleulleu lake (38°08' S; 73°19' W), Caburgua lake (39°07' S; 71°47' W), Calafquén lake (39°31' S; 72°08' W), Neltume lake (39°47' S; 71°59' W), Panguipulli lake (39°41' S; 72°15' W), Pirihueico lake (39°56' S; 71°48' W), Atravezado lake (45°45' S; 72°54' W), General Carrera lake (45°50' S; 72°00' W), Chiguay lake (45°56' S; 71°50' W), Riesco lake (45°39' S; 72°20' W), Lynch lake (48°33' S; 75°34' W) (Araya & Zúñiga, 1985); Foitzick lagoon (45°38' S; 72°05' W) (De los Ríos, 2008); Los Palos lagoon (45°19' S; 72°42' W), Escondida lagoon (45°49' S; 72°40' W) (Villalobos, 1999); Chapo lake (41°27' S; 72°31' W) (Villalobos *et al.*, 2003); Elizalde lake (45°44' S; 72°20' W) (De los Ríos & Soto, 2007); Sarmiento lake (51°03' S; 72°47' W) (Campos *et al.*, 1994a); Del Toro lake (51°12' S; 72°45' W) (Campos *et al.*, 1994b); Pehoe lake (51°03' S; 73°04' W), Norsdenkjold lake (51°03' S; 72°58' W) (Soto & De los Ríos, 2006).

## ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE POBLACIONES DE *ORCHESTOIDEA TUBERCULATA* NICOLET, 1849 (CRUSTACEA: AMPHIPODA: TALITRIDAE) DEL SUR DE CHILE

**Jorge Pérez-Schultheiss**

*Centro de Estudios en Biodiversidad (CEBCh), Magallanes 1979, Osorno. jperezsch@gmail.com*

### Resumen

Se presenta un análisis morfológico de poblaciones del anfípodo talítrido *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849, con el objeto de evaluar su variación morfológica interpoblacional y establecer caracteres diagnósticos que aporten a su diferenciación. Se estudiaron especímenes de cuatro playas de la Región de Los Lagos, en los cuales se midieron 55 variables morfológicas, que fueron estudiadas mediante análisis discriminante multivariado. Los resultados mostraron que este tipo de análisis permite la diferenciación de poblaciones de la especie y que la discriminación más efectiva se logró utilizando únicamente especímenes machos. La variación fenotípica observada podría estar asociada a características ambientales, especialmente en el caso de los machos, como también a la disponibilidad de alimento o la variabilidad genética particular de las distintas poblaciones. No obstante, es necesario efectuar nuevos estudios, especialmente de la estructura genética poblacional y los patrones filogeográficos de la especie, para determinar la naturaleza de las diferencias reportadas.

**Palabras claves:** *Orchestoidea tuberculata*, morfometría, poblaciones, Sur de Chile.

### Morphologic analysis of populations of *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1848 (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) of Southern Chile.

#### Abstract

A morphological analysis of populations of the talitrid amphipod *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849 is presented in order to assess their interpopulational morphological variation and establish diagnostic characters that contribute to its differentiation. Specimens from 4 beaches in the Región de Los Lagos have been examined, in which 55 morphological variables were measured and studied by multivariate discriminant analysis. The results showed that this kind of analysis allows the differentiation of populations of the species and most effective discrimination was achieved by using only male specimens. The observed phenotypic variation could be associated with environmental features, especially in males, as well as food availability or particular genetic variability of different populations. However, further studies are needed, especially the population genetic structure and phylogeographic patterns of the species, to determine the nature of the differences here reported.

**Keywords:** *Orchestoidea tuberculata*, morphometry, populations, southern Chile.

### Introducción

Las diferencias morfológicas que generalmente permiten discriminar entre especies son producto de la discontinuidad genética resultante del aislamiento en la reproducción y la interacción de esta información genotípica con el ambiente (Wcislo, 1989). Aunque se ha observado que el efecto de las variables ambientales locales puede, en una misma especie, dar origen a diversos grados de plasticidad fenotípica (Stearn, 1989), la variabilidad en el fenotipo proporciona una herramienta útil en estudios taxonómicos, pues generalmente es un indicador efectivo a nivel específico (Futuyma, 1998), aún importante a pesar de los nuevos métodos moleculares de discriminación de especies (Dunn, 2003).

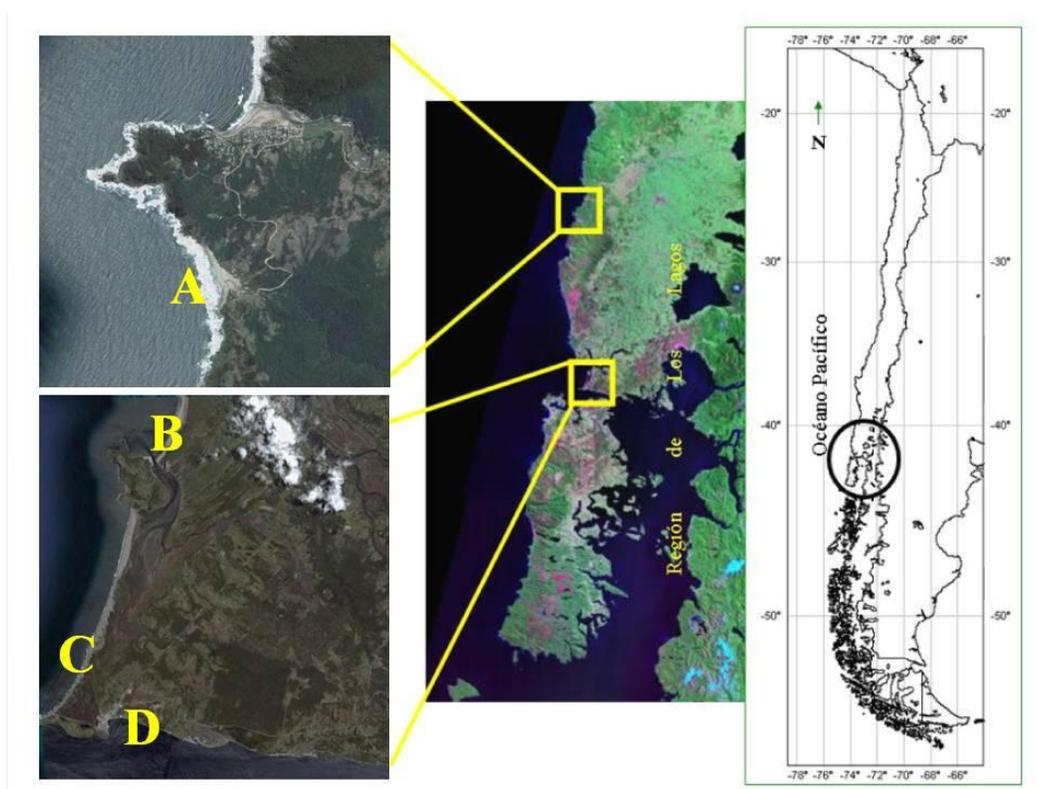
Los anfípodos talítridos constituyen uno de los grupos más representativos de la fauna de comunidades costeras, ocupando diversos hábitats intermareales y supralitorales (Friend & Richardson, 1986; Morrit, 1998; Tsubokura *et al.*, 1998). Numerosos estudios han mostrado un alto grado de diferenciación interpoblacional en algunas especies de estos crustáceos, tanto genéticamente (De Matthaeis *et al.*, 1994, 1995, 1996, 1998, 2000a; Bulnheim & Scholl, 1986; Bulnheim & Schwenzer, 1999), como en aspectos de la historia de vida de las especies (Berglioli *et al.*, 1999; Elgtari *et al.*, 2000; Fanini *et al.*, 2005), sugiriendo que algunas características de las playas tendrían gran influencia en el fenotipo de las poblaciones de talítridos. Scapini *et al.* (1999) realizan un estudio de diferenciación morfológica de siete poblaciones de *T. saltator* del Mediterráneo y zonas adyacentes del Atlántico, utilizando cuatro variables (*i.e.* peso, longitud corporal, número de artículos de la segunda antena izquierda, número de artículos de la segunda antena derecha) y encontraron que las variaciones fenotípicas observadas podrían ser producto de adaptaciones a características específicas del hábitat (*e. g.* pendiente y orientación de la playa), como también de la deriva genética producto del aislamiento geográfico. Henzler & Ingólfsson (2007) estudian poblaciones noratlánticas de *Orchestia gammarellus* (Pallas), utilizando información morfológica y genética; sin embargo, encontraron escasa diferenciación, debido probablemente a una conexión relativamente reciente entre las poblaciones. De acuerdo a lo anterior, es importante señalar que los patrones de variación observados en estos estudios pueden ser producto de distintos procesos cuya acción afecta la frecuencia genética de las poblaciones (*e. g.* flujo génico, deriva génica, selección natural, etc.) o actúa únicamente a nivel del fenotipo (*e. g.* plasticidad fenotípica).

En Chile, la pulga de arena *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849, se distribuye desde Antofagasta (23°38' S; 70°25' W) a Quellón Viejo (43°07' S; 73°37' W) (Jaramillo, 1987; Jaramillo *et al.*, 1998; González, 1991), con un reporte aislado en la localidad de Mejía, Perú (Bousfield, 1982). Esta especie habita la zona supralitoral y los niveles superiores y medios de la zona mesolitoral, donde preferentemente permanece enterrada (Varela, 1983), para evitar la exposición a las condiciones ambientales extremadamente dinámicas que caracterizan estos ambientes costeros (Brown & McLachlan, 1990; Tsubokura *et al.*, 1997). *O. tuberculata* ha sido incluida en numerosos estudios ecológicos, donde se analiza su distribución, abundancia (Brazeiro *et al.*, 1998; Jaramillo, 1987; Jaramillo *et al.*, 2000), características de historia de vida (Contreras *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2009) y hábitos de orientación en la superficie de playas (Scapini & Dugan, 2008). Estos trabajos muestran la presencia de variabilidad intra e interpoblacional en esta especie. Sin embargo, en la actualidad no existen estudios relacionados con la variabilidad de las poblaciones desde el punto de vista morfológico.

En este trabajo se caracterizó morfológicamente cuatro poblaciones de *O. tuberculata* de la Región de Los Lagos, mediante análisis discriminante multivariado, con el propósito de evaluar el grado de diferenciación fenotípica interpoblacional y establecer variables morfológicas diagnósticas para poblaciones de la especie, información básica que puede ser de utilidad en futuros análisis de su biología y taxonomía a lo largo de su distribución geográfica.

## Material y métodos

Los especímenes fueron colectados en cuatro playas de la Región de Los Lagos: Tril-Tril ( $41^{\circ}36' S$ ;  $73^{\circ}45' W$ ), Pangal ( $41^{\circ}37' S$ ;  $73^{\circ}39' W$ ), Mar Brava ( $41^{\circ}44' S$ ;  $73^{\circ}43' W$ ) y Carelmapu ( $41^{\circ}44' S$ ;  $73^{\circ}41' W$ ) (Figura 1).

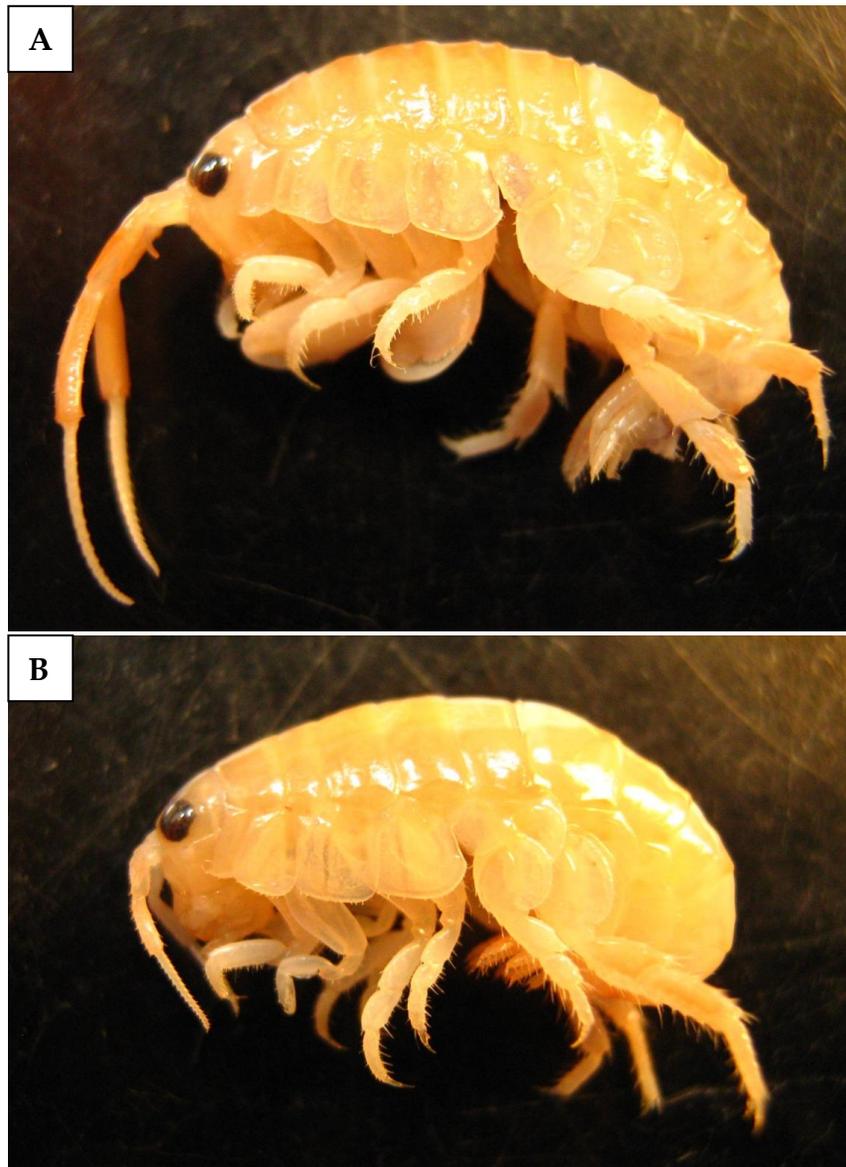


**Figura 1.** Ubicación geográfica de las playas estudiadas. A: Tril-Tril, B: Pangal, C: Mar Brava y D: Carelmapu.

Se usaron 30 individuos adultos (Fig. 2) de cada localidad, obtenidos en forma manual mientras permanecían enterrados en la zona supramareal de playas arenosas, desde la altura máxima alcanzada por las olas en el momento de la recolección hasta el límite superior de la playa. Los especímenes fueron fijados en alcohol al 70% en el mismo lugar de recolección y luego de 48 horas se cambiaron nuevamente a alcohol 70% para su conservación definitiva y análisis posterior. La discriminación de sexos siguió a Lecroy (2000), quien reconoce los machos adultos

por la presencia de papilas fálicas en el esterno del séptimo pereionito y las hembras por la presencia de oostegitos con setas marginales.

Se midieron un total de 55 variables morfológicas en cada individuo (Tabla 1) usando un microscopio estereoscópico provisto de ocular micrométrico. Se realizó un análisis discriminante multivariado, utilizando como factor de agrupación la localidad de origen de cada espécimen. Se consideró para seleccionar las variables que más contribuyen a la diferenciación un coeficiente discriminante  $\geq 0,5$ . Los análisis fueron realizados con el programa computacional STATISTICA versión 6.0 (Statsoft, Inc.).



**Figura 2.** Habito de especímenes adultos de *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849. A. macho (LT: 22,97 mm); B. hembra (LT: 20,74 mm).

**Tabla 1.** Medidas morfológicas realizadas en *O. tuberculata*.

Sigla	Medida	Procedimiento
LT	Longitud total	según técnica recomendada por Barnard & Drummond (1978) y Barnard & Karaman (1991), dibujando con cámara clara una línea desde el rostro a la base del telson y luego transformarla a mm
LC	Longitud cabeza	en vista lateral, dorsalmente desde el borde anterior de la zona rostral hasta la unión del borde posterior de la cabeza con el 1º pereonito.
AC	Ancho cabeza	en vista dorsal, la distancia máxima entre los bordes laterales de la cabeza.
HC	Altura cabeza	en vista lateral, desde la unión del borde posterior de la cabeza con el 1º pereonito hasta el vértice del ángulo anteroventral de la mejilla.
LOI, HOI, LOD, HOD	Altura y ancho ocular	en vista lateral, longitud máxima en el eje vertical y horizontal respectivamente. Medidas en ambos ojos.
DI	Distancia interocular	en vista dorsal, distancia mínima entre los márgenes dorsales de los ojos.
DPR	Distancia preocular	en vista lateral, distancia mínima entre el margen anterior del ojo y el borde anterior de la cabeza.
DS	Distancia supraocular	en vista lateral, distancia mínima entre el margen antero-dorsal del ojo y el borde frontal de la cabeza.
DSU	Distancia subocular	en vista lateral, distancia entre el margen inferior del ojo y el vértice del ángulo antero-ventral de la mejilla.
DP	Distancia postocular	en vista lateral, distancia entre el margen posterior del ojo y la unión del borde posterior de la cabeza, 1º pereonito y 1º coxa.
LA1, LA2, LA3	Longitud artículo 1º, 2º y 3º antena 1	en vista dorsal, distancia máxima entre el extremo proximal y distal del artículo correspondiente
LFA	Longitud flagelo antena 1	en vista dorsal, distancia entre los extremos proximal y distal del flagelo
L32, L42, L52	Longitud artículo 3º, 4º y 5º antena 2	en vista lateral, distancia máxima entre los extremos proximal y distal de cada artículo
A32, A42, A52	Ancho artículo 3º, 4º y 5º antena 2	en vista lateral, distancia transversal máxima de cada artículo
LF2	Longitud flagelo antena 2	en vista lateral, distancia entre los extremos proximal y distal del flagelo
LP1-LP7	Longitud pereonitos 1º - 7º	en vista dorsal, distancia máxima entre el margen anterior en eje longitudinal de cada pereonito.
API-AP7	Ancho pereonitos 1º - 7º	en vista dorsal, distancia máxima entre los bordes laterales de cada pereonito.
LG2	Longitud artículo 2º gnatópodo 2	en vista lateral interna, longitud máxima entre el borde proximal y distal
AG2	Ancho artículo 2º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima entre los bordes anterior y posterior
LG3	Longitud artículo 3º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima entre los extremos proximal y distal del borde posterior

**Tabla 1.** Continuación.

Sigla	Medida	Procedimiento
AG3	Ancho artículo 3º gnatópodo 2	en vista lateral interna, distancia máxima entre los bordes anterior y posterior
LG4	Longitud artículo 4º gnatópodo 2	en vista lateral interna, distancia máxima longitudinal medida desde el extremo proximal del borde posterior hasta el ápice del lóbulo distal del artículo
AG4	Ancho artículo 4º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima transversal entre el borde posterior y el margen que limita con el artículo 5º
LG5	Longitud artículo 5º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima entre los extremos proximal y distal del borde posterior del artículo. En hembras medido en el borde anterior
AG5	Ancho artículo 5º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima entre el vértice formado por el ángulo de la unión del borde posterior del artículo 5º con el margen posterior del artículo 6º y el extremo distal del margen anterior del artículo 5º. En hembras, distancia máxima entre los bordes anterior y posterior del artículo
HG6	Altura artículo 6º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia máxima transversal entre el vértice del ángulo borde posterior – palma y el borde anterior. En hembras, distancia máxima transversal entre los bordes anterior y posterior
PG2	Longitud palma gnatópodo 2	en vista lateral interna, distancia entre el ángulo borde posterior – palma y el borde posterior de la base del dácilo. Medida no aplicable en hembras
BP2	Longitud borde posterior artículo 6º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia entre el extremo proximal del artículo 6º y el ángulo borde posterior–palma. En hembras, distancia entre el extremo proximal y distal del artículo 6º
BA2	Longitud borde anterior artículo 6º gnatópodo 2	en vista lateral externa, distancia entre los extremos proximal y distal del borde anterior del artículo 6º
LD	Longitud dácilo gnatópodo 2	en vista lateral, distancia máxima entre los extremos proximal y distal del artículo 7º. Medida no aplicable en hembras
AD	Ancho máximo dácilo gnatópodo 2	en vista lateral, distancia máxima entre los bordes anterior y posterior del artículo 7º en la zona donde aparece una prominencia que calza en la escotadura de la palma . Medida no aplicable en hembras
PL1-PL3	Longitud pleonito 1, 2 y 3	en vista lateral, distancia máxima medida entre el margen anterior y posterior del borde dorsal del somito correspondiente
LTE	Longitud telson	en vista dorsal, distancia máxima longitudinal desde la base al extremo distal del apéndice
ATE	Ancho telson	en vista dorsal, distancia máxima transversal desde la base al extremo distal del apéndice

## Resultados

**Análisis sin distinción de sexos:** Al considerar todos los especímenes sin distinción de sexo, el análisis permitió explicar un 95% de la variación entre las poblaciones con las primeras dos

**Morfometría *Orchestoidea tuberculata***

funciones discriminantes. La primera función explicó un 83% ( $p < 0,001$ ) de la variación asociada a la longitud total (LT), la cabeza (DPR, HC y LA2), pereión (LP6, LP1, LP3 y AP7) y gnatópodo (L52, LG2, BA2 y L42). La segunda función discriminante explicó un 12% ( $p < 0,001$ ) de la variabilidad total con mayores coeficientes discriminantes asociados a las variables LFA, A32, PL3 y PL1 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Coeficientes estandarizados de las tres funciones discriminantes obtenidas en el análisis morfológico de *O. tuberculata*.

	<b>Función 1</b>	<b>Función 2</b>	<b>Función 3</b>
DPR	-0,56034	0,13326	-0,15417
AG2	-0,26018	-0,37209	0,07543
HC	-0,53527	-0,09312	-0,43075
LFA	0,49143	1,17644	0,74901
LP6	-1,05968	0,44836	0,30812
LT	0,86773	-0,59934	-0,09512
L52	3,81701	-4,25588	-0,53124
AP2	-0,13894	-0,07329	1,10347
A32	-0,36912	1,21507	-0,96614
LG2	-1,01931	-0,95485	0,20046
LP5	0,24601	-0,38357	-0,21205
LTE	-0,02995	0,14150	-0,26886
DP	0,28820	-0,46752	0,01656
PL3	-0,03985	0,67632	0,31981
PL1	0,05539	-0,54384	-0,52611
BA2	-1,48211	0,69925	0,57139
AG4	0,10804	0,52777	-0,33058
L42	0,91836	0,68167	-1,82257
DSU	-0,13234	0,42477	1,07815
AP1	-0,34041	0,14256	-0,86958
LG3	-0,19699	0,09520	-0,68938
BP2	0,22611	0,38167	0,90251
ATE	-0,35342	0,10153	-0,10031
LP4	0,39180	-0,08661	-0,13354
LP2	-0,40897	0,38870	0,64801
AP5	-0,07092	0,32050	0,46521
HOY	0,17617	0,07319	-0,49704
AP3	0,17478	0,10924	-0,30255
LP1	-0,52556	0,20414	0,28154
LP3	0,56263	-0,03772	0,03001
AP7	-0,72294	-0,30268	0,25387
LA2	-1,01713	0,00138	1,48876
LA1	0,41361	0,32533	-0,79756
LC	-0,00644	-0,19957	-0,40110
<b>Eigenvalue</b>	13,69958	1,96387	0,66187
<b>%</b>	83,916	95,946	100,000

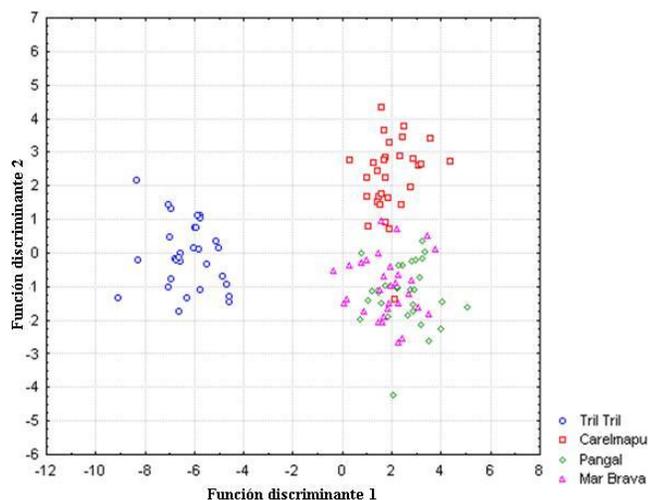
Asimismo, se observó que Tril Tril se diferencia claramente de las demás poblaciones, como fue corroborado a través del cálculo de la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup>, cuyos valores fueron siempre >70 con respecto a las otras tres poblaciones (Tabla 3). Lo anterior se ve reflejado en la matriz de clasificación, donde únicamente los especímenes de Tril Tril fueron correctamente clasificados en un 100% (Tabla 4), patrón confirmado al analizar la representación gráfica de las primeras dos funciones discriminantes (Figura 3). De igual manera, la comparación entre la distancia geográfica en km y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> mostró una alta correlación (Figura 4), lo que puede constituir un indicador relativo del grado de influencia ambiental en la diferenciación morfológica de cada una de las poblaciones.

**Tabla 3.** Matriz de distancias de Mahalanobis<sup>2</sup> de las cuatro poblaciones de *O. tuberculata*, sin distinción de sexos.

	Tril Tril	Caremapu	Pangal	Mar Brava
Tril Tril	0,00000	76,06316	82,39889	70,44786
Caremapu	76,06316	0,00000	13,89678	12,58731
Pangal	82,39889	13,89678	0,00000	5,81103
Mar Brava	70,44786	12,58731	5,81103	0,00000

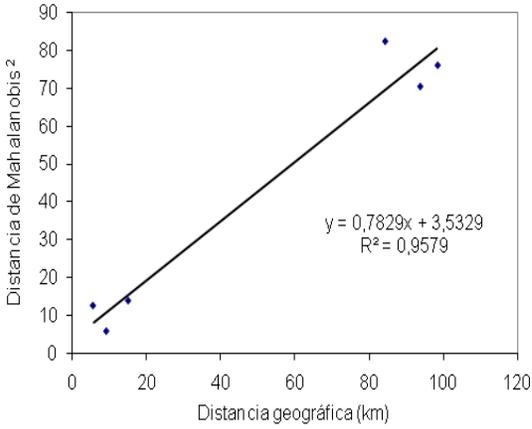
**Tabla 4.** Matriz de clasificación de los especímenes de *O. tuberculata*, sin distinción de sexos.

	%	Tril Tril	Caremapu	Pangal	Mar Brava
Tril Tril	100,0000	30	0	0	0
Caremapu	96,6667	0	29	1	0
Pangal	86,6667	0	0	26	4
Mar Brava	86,6667	0	1	3	26
Total	92,5000	30	30	30	30



**Figura 3.** Representación gráfica de las primeras dos funciones discriminantes obtenidas, sin distinción de sexos.

Morfometría *Orchestoidea tuberculata*



**Figura 4.** Regresión lineal entre la distancia geográfica y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> de las cuatro poblaciones de *O. tuberculata*, sin distinción de sexos.

**Tabla 5.** Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes obtenidas en machos.

	<b>Función 1</b>	<b>Función 2</b>	<b>Función 3</b>
<b>LP4</b>	0,41552	0,51955	-0,05799
<b>LTE</b>	-0,42719	-0,98501	1,21767
<b>DPR</b>	-0,71788	0,02250	-0,84480
<b>AP1</b>	-0,43059	0,91775	0,24355
<b>LA1</b>	0,29019	-0,51387	-0,01934
<b>LG2</b>	-0,58127	2,19725	-0,90762
<b>L52</b>	1,14853	-0,12852	0,14072
<b>A32</b>	-1,19714	-0,78234	1,84465
<b>LP6</b>	-0,49388	0,22828	-1,47170
<b>LC</b>	-0,03927	-0,28197	0,26518
<b>DSU</b>	0,72252	-0,28414	-1,13038
<b>AD</b>	0,28236	-1,41732	-1,01270
<b>LT</b>	0,59290	0,93389	1,33755
<b>LP1</b>	-0,15356	-1,33507	-1,44140
<b>HC</b>	0,10781	-1,18597	0,23605
<b>PL1</b>	0,22115	1,89203	-0,11267
<b>LA3</b>	0,26231	-0,55907	0,69309
<b>HOD</b>	0,34494	0,46345	0,58951
<b>BA2</b>	-0,35676	0,44186	-0,53437
<b>LP7</b>	-0,23711	-0,89989	1,15513
<b>AP7</b>	-0,00298	-0,86942	-3,82774
<b>AP5</b>	-0,05355	-2,05084	2,05367
<b>PG2</b>	0,08248	1,82641	-2,51836
<b>LFA</b>	-0,37593	-1,47663	-1,94389
<b>BP2</b>	-0,06163	-1,58434	-1,53311
<b>LD</b>	-0,33368	0,50482	2,11897
<b>A42</b>	-0,13887	-0,39320	-1,66593
<b>HG6</b>	-0,97772	0,08291	1,86879
<b>LP2</b>	-0,65904	0,19323	0,63691
<b>L42</b>	1,00979	1,29864	1,06829
<b>AP6</b>	0,09569	2,29075	1,42162
<b>PL3</b>	-0,13364	-0,60142	0,28826
<b>Eigenvalue</b>	20,77684	12,77259	3,24040
<b>%</b>	56,474	91,192	100,000

de la región cefálica (DPR, A32, L52, L42 y DSU), gnatópodo (LG2 y HG6) y la longitud total (LT). La segunda función, que explica un 35% ( $p < 0,001$ ) de la variabilidad total, presenta los más altos coeficientes discriminantes en 13 variables de la región cefálica (LA1, HC y LFA), del pereión (LP4, AP1, LP1, AP5 y AP6), del gnatópodo (PG2, BP2 y AD), del pleón (PL1) y telson (LTE) (Tabla 5).

Los especímenes de Tril Tril y Carelmapu se diferencian fácilmente, con una distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> de 140,9. Por el contrario, las poblaciones de Pangal y Mar Brava se muestran más similares entre sí, como lo indica la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> de 26,5 (Tabla 6). De igual modo, los resultados que se presentan en la matriz de clasificación de los especímenes incluidos en el análisis, muestran que sólo un individuo perteneciente a la población de Mar Brava fue asignado a la población de Pangal (Tabla 7). El patrón observado es confirmado por la representación gráfica de las primeras dos funciones discriminantes que se presenta en la Figura 5. La comparación entre la distancia geográfica y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> se presenta en la Figura 6.

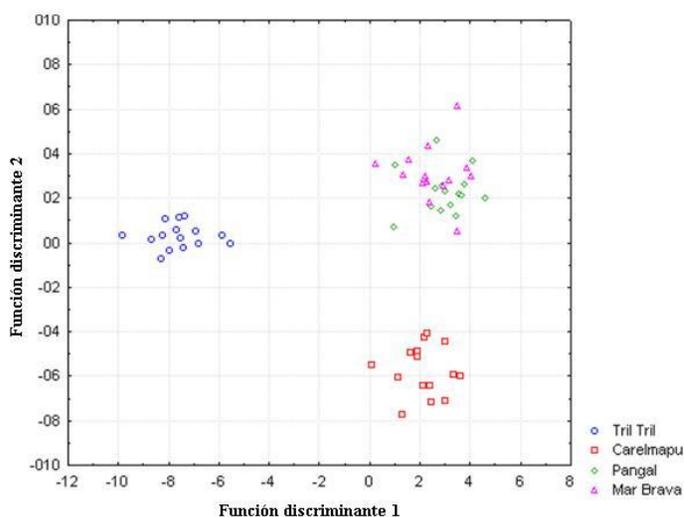
**Tabla 6.** Matriz de distancias de Mahalanobis<sup>2</sup> de machos de cuatro poblaciones de *O. tuberculata*.

	Tril Tril	Carelmapu	Pangal	Mar Brava
Tril Tril	0,0000	140,9606	130,4799	124,3994
Carelmapu	140,9606	0,0000	78,2512	87,9539
Pangal	130,4799	78,2512	0,0000	26,5922
Mar Brava	124,3994	87,9539	26,5922	0,0000

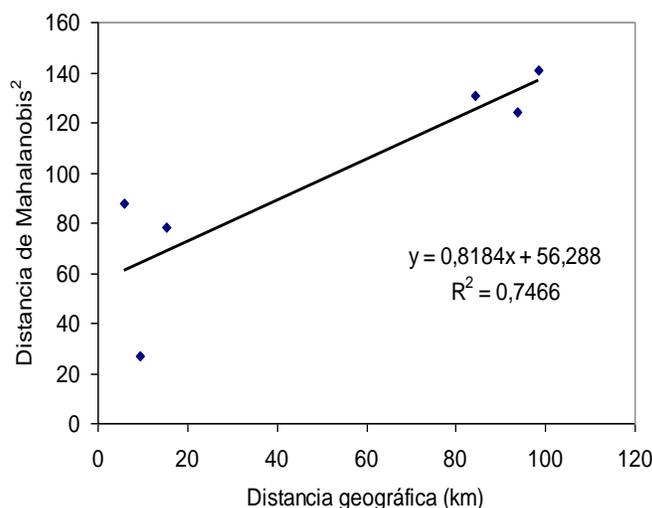
**Tabla 7.** Matriz de clasificación para machos de cuatro poblaciones de *O. tuberculata*.

	%	Tril Tril	Carelmapu	Pangal	Mar Brava
Tril Tril	100,0000	15	0	0	0
Carelmapu	100,0000	0	15	0	0
Pangal	100,0000	0	0	15	0
Mar Brava	93,3333	0	0	1	14
Total	98,3333	15	15	16	14

**Análisis para hembras:** El uso de 21 variables en el modelo permitió explicar un 95% de la variabilidad en base a las primeras dos funciones discriminantes (Tabla 8). La primera función permitió explicar un 81% ( $p < 0,001$ ) de la variabilidad total en base a la longitud total (LT), variables de la cabeza (HC y LFA), pereión (LP6, LP4, AP7, AP3 y AP6), gnatópodo (LG2, LG5 y AG5) y telson (LTE). La segunda función discriminante explica un 13% ( $p < 0,001$ ) de la variabilidad total en base a tres variables (AG3, DP y A42).



**Figura 5.** Representación gráfica de las primeras dos funciones discriminantes obtenidas para machos de *O. tuberculata*.



**Figura 6.** Regresión lineal entre la distancia geográfica y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> para ejemplares machos de *O. tuberculata*.

La diferenciación de los especímenes de Carelmapu-Mar Brava y Pangal-Mar Brava, es menos notable, con una distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> de sólo 19,6 y 10,9 respectivamente (Tabla 9). Lo anterior es confirmado al analizar la matriz de clasificación, donde un espécimen de la población de Carelmapu es clasificado en la población de Mar Brava (Tabla 10). Las primeras dos funciones discriminantes representadas en el gráfico de la Figura 7 muestran un patrón similar al observado en machos. La Figura 8 presenta la correlación entre la distancia geográfica y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup>.

**Tabla 8.** Coeficientes estandarizados de las tres funciones discriminantes obtenidas en el análisis morfológico de hembras de *O. tuberculata*.

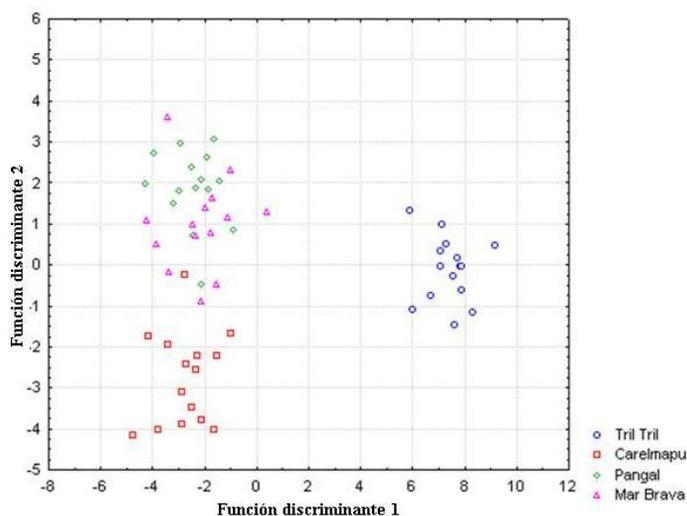
	<b>Función 1</b>	<b>Función 2</b>	<b>Función 3</b>
<b>HC</b>	0,67235	0,152817	0,48318
<b>AG2</b>	0,35996	0,435927	-0,43246
<b>LFA</b>	-0,63422	-0,824221	0,54583
<b>LT</b>	-1,41932	1,056109	0,36641
<b>LP6</b>	1,02430	-0,955688	0,21099
<b>AP7</b>	1,92666	-0,144561	2,42644
<b>AG3</b>	-0,04796	-0,907346	0,04222
<b>LG2</b>	0,69812	0,218288	-0,13956
<b>PL3</b>	-0,27960	-0,265440	-0,43555
<b>DP</b>	0,04261	0,584522	-0,74678
<b>AP3</b>	0,66424	-0,585963	-0,52829
<b>LP4</b>	-0,56420	-0,148270	0,47725
<b>DPR</b>	0,35311	-0,316953	0,39638
<b>HOD</b>	0,40374	-0,289280	-0,52695
<b>LG5</b>	-1,12320	0,015657	-0,46415
<b>LTE</b>	-0,65717	-0,109034	0,30027
<b>A42</b>	0,43746	0,889202	-0,52397
<b>AG5</b>	-0,87551	-0,388533	-0,79510
<b>AP6</b>	-0,79150	0,638320	-1,58542
<b>AP5</b>	0,39148	-0,264680	-0,09598
<b>DS</b>	-0,11266	-0,098572	0,49077
<b>Eigenvalue</b>	19,52702	3,223480	1,30016
<b>%</b>	81,191	94,5941	100,000

**Tabla 9.** Matriz de distancias de Mahalanobis<sup>2</sup> de especímenes hembras de cuatro poblaciones de *O. tuberculata*.

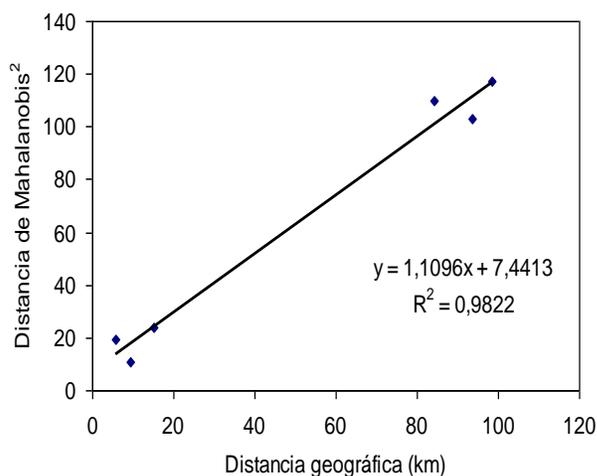
	<b>Tril Tril</b>	<b>Caremapu</b>	<b>Pangal</b>	<b>Mar Brava</b>
<b>Tril Tril</b>	0,0000	117,2986	109,7792	103,0477
<b>Caremapu</b>	117,2986	0,0000	24,1074	19,6143
<b>Pangal</b>	109,7792	24,1074	0,0000	10,9633
<b>Mar Brava</b>	103,0477	19,6143	10,9633	0,0000

**Tabla 10.** Matriz de clasificación de los especímenes hembras de cuatro poblaciones.

	<b>%</b>	<b>Tril Tril</b>	<b>Caremapu</b>	<b>Pangal</b>	<b>Mar Brava</b>
<b>Tril Tril</b>	100,0000	15	0	0	0
<b>Caremapu</b>	93,3333	0	14	0	1
<b>Pangal</b>	86,6667	0	0	13	2
<b>Mar Brava</b>	93,3333	0	0	1	14
<b>Total</b>	93,3333	15	14	14	17



**Figura 7.** Representación gráfica de las primeras dos funciones discriminantes obtenidas para hembras de *O. tuberculata*.



**Figura 8.** Regresión lineal entre la distancia geográfica y la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> de especímenes hembras de cuatro poblaciones de *O. tuberculata*.

## Discusión y conclusión

Los resultados de este estudio corroboran la efectividad del análisis discriminante multivariado en la diferenciación de poblaciones, como ha sido demostrado en diversos grupos animales (Hontoria & Amat, 1992a, 1992b; Amssalu *et al.*, 2004). Sin embargo, los resultados se contraponen a los de Scapini *et al.* (1999), quienes indican que este tipo de análisis no permite diferenciar satisfactoriamente poblaciones del talítrido *Talitrus saltator*. Esta conclusión probablemente se deba a que estos autores sólo consideran cuatro variables y utilizan caracteres discontinuos, como el número de artículos del flagelo de las antenas, que presentan variación en función de la edad, aumentando con el número de mudas (Pereira & Ziggiatti, 2003) y pueden mostrar alteraciones relacionadas con las distintas tasas de crecimiento (Page, 1979). Lo anterior

es importante, considerando la posibilidad de presentar varias mudas luego de alcanzar la madurez sexual (Tsoi & Chu, 2005), produciendo una mayor variabilidad intrapoblacional para este carácter. Por el contrario, Henzler & Ingólfsson (2007) logran diferenciar grupos de poblaciones de *Orchestia gammarellus* en base a análisis discriminante. Sin embargo, sus resultados son menos efectivos que los obtenidos aquí en *Orchestoidea tuberculata*, como se ve reflejado en el porcentaje de clasificación correcta de sus especímenes en sus correspondientes poblaciones, que varió entre 23 y 70%, mientras que los valores aquí obtenidos variaron entre 86 y 100%. Lo anterior, como en el caso de Scapini *et al.* (1999), puede estar relacionado con el número de variables utilizadas por estos autores, que incluyeron 16 caracteres, a diferencia de los 55 caracteres usados en este estudio. En este análisis finalmente sólo ocho variables mostraron ser útiles para la discriminación de machos y 12 para el análisis de hembras y sin distinción de sexos, sugiriendo que el estudio exploratorio inicial debe incluir el mayor número posible de variables para luego seleccionar las que permitan una mejor discriminación.

*Orchestoidea tuberculata* habita exclusivamente la zona supramareal de playas arenosas; un hábitat restringido y rodeado de zonas con otras características que le son desfavorables (*e. g.* costas rocosas), que no permiten la distribución continua de la especie a lo largo de la costa. La ocurrencia periódica de eventos de traslado (*e. g.* rafting) de individuos entre una playa y otra es poco probable (Scapini *et al.*, 1999; Henzler & Ingólfsson, 2007), debido principalmente a sus características de historia de vida particulares, como el desarrollo directo intramarsupial (Lecroy, 2000; Winfield & Ortiz, 2003) y la conducta de excavación en el sustrato (Bousfield, 1982). Además, a pesar de la posibilidad de un tipo de dispersión pasiva vía acuática (Kalbrink, 1969), estos crustáceos presentan escasas capacidades natatorias (Vogel, 1985; Dahl, 1946).

Dadas las características biológicas de los anfípodos talítridos, es razonable esperar una gran influencia de las condiciones ambientales locales en la morfología de las poblaciones de *O. tuberculata*. A pesar de la discriminación satisfactoria (*e. g.* sin distinción de sexos, machos y hembras), los resultados indican que la población de Tril Tril presenta una mayor diferenciación con respecto a los otros grupos, como aparece reflejado en la amplia correlación entre la distancia de Mahalanobis<sup>2</sup> y la distancia geográfica. Estas diferencias pueden ser producto de las escasas posibilidades de flujo génico entre poblaciones muy separadas geográficamente (Futuyma, 1998); sin embargo, es necesario considerar también el rol de las diferencias en la disponibilidad de alimento (Duarte *et al.*, 2009).

Numerosas especies de anfípodos muestran un fuerte dimorfismo sexual (Conlan, 1991; Pereira & Leite, 2003; Tsoi & Chu, 2005) expresado principalmente en el tamaño corporal (Hume *et al.*, 2005), apéndices pereionales (Moore & Wong, 1996) y antenas (Barnard, 1971; McLaughlin, 1980). Nuestros resultados indican que existe una mejor diferenciación entre poblaciones usando especímenes machos, con las variables discriminatorias más importantes asociadas a caracteres de la cabeza y del gnatópodo, estructuras sometidas a fuertes modificaciones producto del dimorfismo sexual de la especie (Jaramillo *et al.*, 1980). Por el contrario, en el caso de las hembras, las variables más importantes en la discriminación están relacionadas con caracteres del pereión y los gnatópodos, estructuras que podrían estar involucradas en algunos aspectos reproductivos, debido a su participación en la formación de la bolsa marsupial,

presente en la zona esternal de los pereionitos 2-5 en este sexo (Barnard & Karaman, 1991; Richardson *et al.*, 2000).

Además del notable dimorfismo sexual de *O. tuberculata* (Jaramillo *et al.*, 1980; Bousfield, 1982), las diferencias en el poder discriminante en función del sexo de los especímenes podrían derivar de los patrones de comportamiento diferentes entre machos y hembras (Wen, 1993). Estas diferencias implican que ambos sexos experimentan demandas ecológicas o reproductivas diferentes (Howard, 1981). Los machos presentan conductas territoriales (Bowers, 1964) con fuertes tendencias de agresión intrasexual a diferencia de las hembras (Iyengar & Starks, 2008), lo que determina una exposición diferencial a los diversos factores ambientales que influyen sobre el fenotipo de las poblaciones y en consecuencia, los someten a diferentes presiones de selección (Kennedy *et al.*, 2000). Lo anterior es corroborado por una menor correlación entre la diferenciación de machos y la distancia geográfica, sugiriendo la posibilidad de un mayor componente ambiental en las diferencias encontradas para este sexo. De igual modo, se observa una mayor similitud (*e. g.* < distancia de Mahalanobis<sup>2</sup>) entre Mar Brava y Pangal, respecto de Mar Brava y Carelmapu, a pesar de estar separadas por una distancia geográfica mayor (9,31 km versus 5,75 km). Estas diferencias pueden estar relacionadas con la adaptación de las poblaciones a condiciones ambientales locales, considerando que Carelmapu está ubicada en el inicio de la región del mar interior, con características bióticas (*e. g.* disponibilidad de alimento) y abióticas (*e. g.* grado de exposición, oleaje, sedimentos) diferentes de la costa expuesta de más al norte (Camus, 2001). Sin embargo, también fue posible observar una alta diferenciación en la población de Tril Tril respecto de las otras tres localidades, aún cuando sus condiciones ambientales son similares a las de Pangal y Mar Brava. Estos antecedentes sugieren que las diferencias encontradas pueden responder a un complejo conjunto de factores ambientales y biológicos que influyen de modo variable, ya sea a través de plasticidad fenotípica en casos de alta diferenciación morfológica a través de una menor distancia geográfica (*e. g.* Carelmapu, Pangal y Mar Brava) o diferenciación genética, con menor flujo génico entre poblaciones alejadas geográficamente (*e. g.* probablemente el caso de Tril Tril).

La aplicación de análisis discriminante multivariado en caracteres morfológicos, permite reconocer la presencia de diferencias interpoblacionales; sin embargo, no permite identificar con certeza los verdaderos factores que producen los patrones de variación observados (Wilke *et al.*, 2002). Los antecedentes de la historia de vida de *O. tuberculata* indican una cierta independencia de este tipo de expresión fenotípica en relación con algunos factores ambientales como la morfodinámica intermareal (Contreras *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2009), a diferencia de otros componentes de comunidades de playas arenosas (*e. g.* *Emerita analoga*). Sin embargo, los datos entregados por Contreras *et al.* (2003) sugieren que el tipo morfodinámico de playa donde habita cada población incidiría de manera indirecta en las diferencias encontradas, considerando que las poblaciones podrían ser afectadas por el tamaño y penetrabilidad de los granos de sedimento (Bowers, 1964; Craig, 1973; Williams, 1983), características derivadas de la morfodinámica intermareal (Brown & McLachlan, 1990). Recientemente, Scapini & Dugan (2008) sugirieron la posibilidad de que las características ambientales de las playas estudiadas por ellos, influyan en las diferencias observadas en el comportamiento de orientación de dos poblaciones de *O. tuberculata*. De igual modo, la alta disponibilidad de algas varadas en la

playa, podría explicar diferencias entre poblaciones en relación a abundancia y tasas de crecimiento (Contreras *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2009). Los antecedentes mostrados por los estudios anteriores permiten corroborar la influencia de variables ambientales en diversos tipos de expresiones del fenotipo (Futuyma, 1998).

Este estudio entrega los primeros antecedentes respecto a la variabilidad morfológica interpoblacional de *O. tuberculata*, discriminando entre las poblaciones estudiadas en base a un conjunto limitado de variables. En conclusión, la población de Tril Tril aparece como el grupo más diferenciado, mientras que los individuos de Pangal y Mar Brava serían más similares entre sí y con Carelmapu. La efectividad de la discriminación de las poblaciones es mayor utilizando únicamente machos, en los cuales se logró obtener los más altos valores en las distancias de Mahalanobis<sup>2</sup>; sin embargo, la menor correlación entre ésta y la distancia geográfica sugiere una mayor influencia ambiental sobre las diferencias encontradas entre los especímenes de este sexo. En base a los caracteres que presentan más altos coeficientes discriminantes en la primera función de cada análisis, se sugiere que 12 caracteres son importantes para la discriminación sin distinción de sexos, 8 para machos y 12 para hembras. Es necesario efectuar nuevos estudios de la variabilidad interpoblacional de *O. tuberculata*, ampliando el rango geográfico y utilizando nuevos enfoques (*e. g.* ADN) para conocer la estructura genética poblacional y los patrones filogeográficos de la especie, con el objeto de explicar las diferencias encontradas.

### Agradecimientos

Se agradece a los profesores José Uribe, Julio Crespo, René Espinoza y Luis Guiñez por la revisión y comentarios a la versión original de este trabajo.

### Literatura Citada

- Amssalu, B., A. Nuru, S. E. Radloff & H. R. Hepburn, 2004. Multivariate morphometric analysis of honeybees (*Apis mellifera*) in the Ethiopian Region. *Apidologie* 35: 71–81.
- Barnard, J. L., 1971. Keys to the Hawaiian marine Gammaridea, 0-30 meters. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 58: 1-135.
- Barnard, J. L. & G. S. Karaman, 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids), Parts 1 y 2. *Records of the Australian Museum, Supplement* 13: 1-866.
- Berglioli, C., L. Martelli, F. Porri, A. D'Elia, G. M. Marchetti & F. Scapini, 1999. Orientation in *Talitrus saltator* (Montagu): trends in interpopulation variability related to environmental and intrinsic factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 238: 29-47.
- Bousfield, E. L., 1982. The amphipod superfamily Talitroidea in the Northeastern Pacific Region. I. family Talitridae. Systematics and distributional ecology. *Publications in Biological Oceanography*, 11: 1-73.
- Bowers, D. E., 1964. Natural history of two beach hoppers of the genus *Orchestoidea* (Crustacea: Amphipoda) with reference to their environmental distribution. *Ecology*, 45: 677-696.
- Brown, A. & A. McLachlan, 1990. *Ecology of sandy shores*. Elsevier, Ámsterdam. 328 pp.

- Brazeiro, A., N. Rozbaczylo & J. M. Fariña, 1998. Distribución espacial de la macrofauna en una playa expuesta de Chile Central: efectos de la morfodinámica intermareal. *Investigaciones Marinas*, Valparaíso, 26: 119-126.
- Bulnheim, H. P. & A. Scholl, 1986. Genetic differentiation between populations of *Talitrus saltator* and *Talorchestia deshayesii* (Crustacea: Amphipoda) from coastal areas of the north-western European continent. *Marine Biology*, 92: 525-536.
- Bulnheim, H. P. & D. E. Schwenzer, 1999. Allozyme variation and genetic divergence in populations of *Talitrus saltator* (Crustacea: Amphipoda) around the Atlantic coast, the Azores and the Canary Islands. *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 185-194.
- Camus, P. A., 2001. Biogeografía marina de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 587-617.
- Conlan, K. E., 1991. Precopulatory mating behaviour and sexual dimorphism in the amphipod Crustacea. *Hydrobiologia*, 223: 255-282.
- Contreras, H., E. Jaramillo, C. Duarte & A. McLachlan, 2003. Population abundances, growth and natural mortality of the crustacean macroinfauna at two sand beach morphodynamic types in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 543-561.
- Craig, P. C., 1973. Behaviour and distribution of the sand-beach amphipod *Orchestoidea corniculata*. *Marine Biology*, 23: 101-109.
- Dahl, E., 1946. The Amphipoda of the Sound, Part 1: Terrestrial Amphipoda. *Lunds Universitets Arsskrift*, 42: 1-53.
- De Matthaeis, E., M. Cobolli, M. Mattochia, P. Saccoccio & F. Scapini, 1994. Genetic divergence between natural populations of Mediterranean sandhoppers. 15-29 pp. In: Beaumont, A. R. (Ed.) *Genetics and Evolution of Aquatic Organisms*. Chapman & Hall, London.
- De Matthaeis, E., M. Cobolli, M. Mattochia & F. Scapini, 1995. Geographical variation in *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda): biochemical evidence. *Bollettino di Zoologia*, 62: 77-84.
- De Matthaeis, E., M. Cobolli, D. Davolos & D. Mattoccia, 1996. Stime di flusso genico tra popolazioni di *Orchestia montagui* (Amphipoda, Talitridae) delle isole circumsarde. *Biogeographia*, 18: 249-260.
- De Matthaeis, E., D. Davolos & M. Cobolli, 1998. Genetic divergence between populations and species of talitrids from Aegean Islands. *Journal of Heredity*, 89: 37-43.
- De Matthaeis, E., D. Davolos, M. Cobolli & V. Ketmaier, 2000. Isolation by distance in equilibrium and non-equilibrium populations of four talitrids species in the mediterranean sea. *Evolution*, 54: 1606-1613.
- Duarte, C., E. Jaramillo, H. Contreras, K. Acuña & J. M. Navarro, 2009. Importancia del subsidio de macroalgas sobre la abundancia y biología poblacional del anfípodo *Orchestoidea tuberculata* (Nicolet) en playas arenosas del centro sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3): 691-702.
- Dunn, C. P., 2003. Keeping taxonomy based in morphology. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(6): 270-271.

- Elgtari, M., F. Charfi-Cheikhrouha, G. M. Marchetti & F. Scapini, 2000. Behavioural adaptation of *Talitrus saltator* populations to beaches with different dynamics and degree of human disturbance along Tunisian coast. *Polish Archives of Hydrobiology*, 47 (3-4): 643-650.
- Fanini, L., C. M. Cantarino & F. Scapini, 2005. Relationships between the dynamics of two *Talitrus saltator* populations and the impacts of activities linked to tourism. *Oceanologia*, 47 (1): 93-112.
- Friend, J. A. & A. M. M. Richardson, 1986. The biology of terrestrial amphipods. *Annual Review of Entomology*, 31: 25-48.
- Futuyma, D. J., 1998. *Evolutionary Biology*, 3<sup>o</sup> ed. Sinauer Associates, Inc. 751 pp.
- González, E., 1991. Actual state of gammaridean amphipoda taxonomy and catalogue of species from Chile. *Hydrobiologia*, 223: 47-68.
- Henzler, C. M. & A. Ingólfsson, 2007. The biogeography of the beachflea, *Orchestia gammarellus* (Crustacea, Amphipoda, Talitridae), in the North Atlantic with special reference to Iceland: a morphometric and genetic study. *Zoologica Scripta*, 37(1): 57-70.
- Hontoria, F. & F. Amat, 1992a. Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin. Mediterranean populations. *Journal of Plankton Research*, 14 (7): 949-959.
- Hontoria, F. & F. Amat, 1992b. Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin. American populations. *Journal of Plankton Research*, 14 (10): 1461-1471.
- Howard, R. D., 1981. Sexual dimorphism in bullfrogs. *Ecology*, 62: 303-310.
- Hume, K. D., R. W. Elwood, J. T. A. Dick & J. Morrison, 2005. Sexual dimorphism in amphipods: the role of male posterior gnathopods revealed in *Gammarus pulex*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58: 264-269.
- Iyengar, V. K. & B. D. Starks, 2008. Sexual selection in harems: male competition plays a larger role than female choice in an amphipod. *Behavioral Ecology*, 19: 642-649.
- Jaramillo, E., 1987. Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: zonation patterns and zoogeography. *Vie et Milieu*, 37: 165-174.
- Jaramillo, E., W. Stotz, C. Bertrán, J. Navarro, C. Román & C. Varela, 1980. Actividad locomotriz de *Orchestoidea tuberculata* (Amphipoda, Talitridae) sobre la superficie de una playa arenosa del Sur de Chile (Mehuín, Provincia de Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 15: 9-33.
- Jaramillo, E., F. Carrasco, P. Quijón, M. Pino & H. Contreras, 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del Norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71: 459-478.
- Jaramillo, E., C. Duarte & H. Contreras, 2000. Sandy beach macroinfauna from the coast of Ancud, Isla de Chiloé, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73: 771-786.
- Karlbrink, F., 1969. Distribution and dispersal of Talitridae in Southern Sweden. *Oikos*, 20: 327-334.
- Kennedy, F., E. Naylor & E. Jaramillo, 2000. Ontogenetic differences in the circadian locomotor activity rhythm of the amphipod crustacean *Orchestoidea tuberculata*. *Marine Biology*, 137: 511-517.

- Lecroy, S. E., 2000. *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine gammaridean amphipoda of Florida. Volume I. Families Gammaridae, Hadziidae, Isaeidae, Melitidae and Oedicerotidae*. U. S. Environmental Protection Agency WM7424. 195 pp.
- McLaughlin, P. A., 1980. *Comparative morphology of recent Crustacea*. W. H. Freeman. 177 pp.
- Moore, P. G. & Y. M. Wong, 1996. Observations on the life history of *Orchomene nanus* (Krøyer) (Amphipoda: Lysianassoidea) at Millport, Scotland as deduced from baited trapping. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 195: 53-70.
- Morrith, D., 1998. Hygrokinetic responses of talitrids amphipods. *Journal of Crustacean Biology*, 18 (1): 25-35.
- Page, H. M., 1979. Relationship between growth, size, molting and number of antennal segments in *Orchestia traskiana* Stimpson (Amphipoda Talitridae). *Crustaceana*, 37(3): 247-252.
- Pereira, F. P. & A. Ziggiatti, 2003. Variações morfológicas dos estádios pós-marsupiais de *Sunampithoe pelagica* Milne-Edwards (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea, Ampithoidae) da fauna de *Sargassum cymosum* C. Agardh. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 65-73.
- Richardson, A. M. M., E. T. Chester & R. Swain, 2000. Brood plate morphology and its implications for brooding in an ecological series of talitrids amphipods. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 47(3-4): 631-642.
- Scapini, F., F. Campacci & M. Audoglio, 1999. Variation among natural populations of *Talitrus saltator* (Amphipoda): morphometric analysis. *Crustaceana*, 72 (7): 659-672.
- Scapini, F. & J. Dugan, 2008. Sun and landscape orientation in adult and juvenile sanhoppers *Orchestoidea tuberculata* (Amphipoda, Talitridae) from two beaches in South Central Chile. *Marine Ecology*, 29 (Suppl. 1): 19-27.
- Stearn, S. C., 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience*, 39 (7): 436-445.
- Tsoi, K. & K. Chu, 2005. Sexual dimorphism and reproduction of the amphipod *Hyale crassicornis* Haswell (Gammaridea: Hyalidae). *Zoological Studies*, 44(3): 382-392.
- Tsubokura, T., S. Goshima & S. Nakao, 1997. Seasonal horizontal and vertical distribution patterns of the supralittoral amphipod *Trinorchestia trinitatis* in relation to environmental variables. *Journal of Crustacean Biology*, 17 (4): 674-686.
- Tsubokura, T., S. Kikuchi y S. Nakao. 1998. Distribution patterns, gill area relationships, and fine structural characteristics of the epithelia in supralittoral and terrestrial talitrids amphipods. *Journal of Crustacean Biology*, 18 (4): 625-642.
- Vogel, F., 1985. Das schwimmen des Talitridae (Crustacea, Amphipoda): funktionsmorphologie, phänomenologie und energetik. *Helgoländer Meeresunters*, 39 : 303-339.
- Wcislo, W. T., 1989. Behavioral environments and evolutionary change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20:137-169.
- Wen, Y. H., 1993. Sexual dimorphism and mate choice in *Hyalella azteca* (Amphipoda). *American Midland Naturalists*, 129: 153-160.
- Wilke, T., M. Pfenninger & G. M. Davis, 2002. Anatomical variation in cryptic mudsnail species: Statistical discrimination and evolutionary significance. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 152: 45-66.

Williams, J. A., 1983. Environmental regulation of the burrow depth distribution of the sand-beach amphipod *Talitrus saltator*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 16: 291-298.

Winfield, I. & M. Ortiz, 2003. *Anfipodos, un enfoque biológico*. Universidad Nacional Autónoma de México. 51 pp.

## PANORAMA DE LA DIVERSIDAD DE PLANARIAS TERRESTRES (PLATYHELMINTHES: TRICLADIDA) DE CHILE

**José Horacio Grau<sup>1</sup> & Fernando Carbayo<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo (USP), Rua do Matão, trav. 14, n321 Cidade Universitária, São Paulo – SP, Brasil. [androctonus@hotmail.com](mailto:androctonus@hotmail.com). <sup>2</sup>Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), Universidade de São Paulo (USP), Av. Arlindo Bettio, 1000. São Paulo - SP. 03828-000 Brasil. [baz@usp.br](mailto:baz@usp.br)

### Resumen

De Chile se conocen 25 especies nominales de planarias terrestres, procedentes de unas pocas localidades situadas entre las regiones de Atacama (28° S) y de Aisén (46° S); sólo tres de ellas taxonómicamente bien conocidas. De las restantes especies se dispone de información morfológica insuficiente con fines taxonómicos o filogenéticos, o presentan problemas de sinonimia. En muestreos recientes realizados en el país se han recolectado más especímenes de especies probablemente aún no conocidas por la ciencia. La acción conjunta del examen del material tipo de las especies descritas, del muestreo en otras regiones aún no exploradas con esta finalidad y de la formación de un cuerpo de taxónomos son pasos necesarios para abordar este grupo de vermes tan diverso y desconocido.

**Palabras clave:** Geoplanidae, taxonomía, diversidad, neotropical.

### Overview of the diversity of chilean land planarians (Platyhelminthes, Tricladida)

#### Abstract

Approximately 25 species of terrestrial planarians are known from Chile, collected in a few localities between the Atacama (28° S) and Aisén (46° S) regions, only three of them taxonomically well known. From the remaining species, the available morphological information is insufficient for taxonomic or phylogenetic purposes, or presents synonymy problems. Recent surveys carried out in this country have found more specimens of probably unknown species to science. Reviewing the type material of the described species, together with collecting in other regions not yet explored for this purpose, and building a team of taxonomists, are necessary steps to approach such an unknown and diverse group of flatworms.

**Keywords:** Geoplanidae, taxonomy, diversity, neotropical.

### Introducción

Las planarias terrestres son los animales más grandes del orden Tricladida (Platyhelminthes). Estos organismos son gusanos achatados caracterizados por poseer huevos ectolécitos y tres ramas intestinales. Actualmente se reconocen tres subgrupos de tricládidos (Sluys *et al.*, 2009), clasificados como subórdenes, cuyos nombres hacen referencia al ambiente en el que viven: Marícola (planarias marinas), Cavernícola (planarias acuáticas principalmente de cavernas) y Continentícola (planarias terrestres y dulceacuícolas). Las planarias terrestres, que son abordadas en la presente contribución, pertenecen a la familia Geoplanidae (Continentícola).

A pesar de que son más abundantes en los bosques tropicales, las planarias terrestres se distribuyen por casi todo el planeta, con excepción de las regiones polares. En el mundo hay descritas unas 810 especies de Geoplanidae, que están agrupadas en cuatro subfamilias (Ogren *et al.*, 1997; Sluys *et al.*, 2009). La subfamilia Microplaninae, identificable fácilmente a simple vista por la presencia de sólo un par de ojos, ocurre mayormente en el Oriente y las regiones notogeicas. La subfamilia Bipaliinae es típica del oriente y de Madagascar; las especies se identifican por su cabeza expandida lateralmente a modo de abanico y por estar provistas de muchos ojos. La subfamilia Rhychodeminae, de Oceanía, Sudamérica y Oriente, presenta formas de cuerpo y número de ojos variable. En la región neotropical se encuentran taxones de las tres subfamilias; la gran mayoría, 252 especies, son de la subfamilia Geoplaninae.

Estos organismos forman parte del ecosistema de suelos en general cubiertos por bosques. Son predadores de otros invertebrados, como lombrices, isópodos terrestres, opiliones y moluscos (Ogren, 1995; Carbayo & Leal-Zanchet, 2003).

Las planarias terrestres no han despertado históricamente mucho interés de la comunidad de zoólogos. Sin embargo, recientemente, su estudio ha recibido impulso en diversos centros de investigación gracias a dos características casi antagónicas: el éxito depredador de algunas especies exóticas y la sensibilidad de otras especies a la antropización de sus hábitats naturales. A principios de los años 90, la introducción accidental en el Reino Unido, 30 años antes, de la planaria terrestre neozelandesa *Arthurdendyus triangulatus* (Dendy, 1895), estimuló el estudio de su biología, comportamiento y ecología. En el Reino Unido esta especie ha causado un fuerte impacto sobre las poblaciones de lombrices terrestres nativas y sobre la estructura del suelo (Alford, 1998).

Al mismo tiempo que algunas especies se han convertido en plaga, otras se vuelven raras o desaparecen en bosques naturales modificados por el hombre, debido a que carecen de mecanismos para regular sus niveles hídricos y resultan muy sensibles a cambios de humedad en su hábitat. Por esta sensibilidad y probablemente por la especificidad en la elección de presas, las modificaciones antrópicas en los hábitats alteran la composición de la comunidad de planarias terrestres, respuesta que podría ser explotada para evaluar el estado de conservación de los bosques (Carbayo *et al.*, 2002).

Muchas especies se conocen tan sólo de la localidad tipo, reflejo de la escasez de muestreos y del elevado grado de endemismo. La endemidad de muchas especies, sus estrictos requerimientos ecológicos y su baja vagilidad, hacen de las planarias terrestres buenos candidatos para otros estudios en conservación y de biodiversidad global (Sluys, 1999; Carbayo *et al.*, 2002). Sin embargo, el estudio de estos animales en los campos de la biogeografía, bioindicación y conservación requiere disponer de un marco taxonómico y sistemático sólido. Este trabajo tiene por objeto analizar el estado de conocimiento taxonómico y la diversidad de las planarias terrestres de Chile y promover el estudio de éstas.

### **Historia del estudio taxonómico de las planarias terrestres chilenas**

La primera descripción de planarias terrestres en territorio chileno se debe al insigne naturalista

**Tabla 1.** Elenco taxonómico de planarias terrestres de Chile. Especies con validez indeterminada: \*\*.   
 Table 1. Taxonomic listing of the land planarians of Chile. Species with indeterminate validity: \*\*.

---

Orden TRICLADIDA Lang, 1884

---

Suborden Continenticola Carranza *et al.*, 1998

Geoplanidae Stimpson, 1857

Geoplaninae Stimpson, 1857

*Amaga ruca* (Marcus, 1954)

*Geoplana (Geoplana) caleta* E. M. Froehlich, 1978

*Geoplana (Geoplana) chanca* E. M. Froehlich, 1978

*Geoplana (Geoplana) mixopulla* Ogren et Kawakatsu, 1990 \*\*

*Geoplana (Geoplana) placilla* E. M. Froehlich, 1978

*Geoplana (Geoplana) tirua* E. M. Froehlich, 1978

*Gusana cruciata* (von Graff, 1899)

*Gusana lata* (von Graff, 1899)

*Gusana platei* (von Graff, 1899)

*Liana guasa* E. M. Froehlich, 1978

*Pasipha chilensis* (von Graff, 1899)

*Pasipha ercilla* (E. M. Froehlich, 1978)

*Polycladus gayi* Blanchard, 1845

*Pseudogeoplana albopunctata* (von Graff, 1899)

*Pseudogeoplana elongata* (Darwin, 1844)

*Pseudogeoplana maculata* (Darwin, 1844)

*Pseudogeoplana nobilis* (von Graff, 1899)

*Pseudogeoplana olivacea* (Schultze et Müller, 1857) \*\*

*Pseudogeoplana pardalina* (von Graff, 1899)

*Pseudogeoplana reticulata* (von Graff, 1899)

*Pseudogeoplana sagittata* (von Graff, 1899)

*Pseudogeoplana semilineata* (Darwin, 1844)

Rhynchodeminae von Graff, 1896

Caenoplanini Ogren et Kawakatsu, 1991

*Caenoplana graffi* (Froehlich, 1959) \*\*

*Timyma juliae* E. M. Froehlich, 1978

---

inglés Charles Robert Darwin (1809-1882), quien en su viaje alrededor del mundo a bordo del HMS Beagle (1831-1836) visitó Chile y recogió varios especímenes. Darwin (1844) describió cuatro especies, denominadas originalmente *Planaria pallida* (proveniente de Valparaíso), *P. maculata* (Valdivia), *P. semilineata* (Archipiélago de los Chonos) y *P. elongata* (Cabo Tres Montes). Las descripciones de Darwin se basaron exclusivamente en el aspecto externo de los animales, como tamaño, forma y color del cuerpo.

En 1845 el zoólogo francés Charles Émile Blanchard describió una especie y género nuevo, *Polycladus gayi* Blanchard, 1845, proveniente de Valdivia. Esta especie, de gran tamaño y anchura, causó curiosidad y confusión entre los zoólogos de la época, por la orientación del animal con respecto a la boca y gonoporo, ya que en la descripción original Blanchard confundió la región posterior del animal con la anterior (Moseley, 1877).

El zoólogo austriaco Ludwig von Graff (1851-1924) publicó en 1899 una voluminosa obra sobre las planarias terrestres del mundo, entre las cuales describió nueve especies nuevas de Chile (*Geoplana albopunctata*, *G. chilensis*, *G. cruciata*, *G. lata*, *G. nobilis*, *G. pardalina*, *G. platei*, *G. reticulata* y *G. sagittata*). También trató las especies de Darwin y dibujó el aspecto externo de un ejemplar, que le había sido remitido y que identificó como *Geoplana maculata* (Darwin, 1844). Graff no fue nunca a Chile y los animales que estudió habían sido recolectados principalmente en la región Valdiviana por Ludwig Hermann Plate (1862-1937), zoólogo y genetista alemán, pupilo y seguidor del eminente naturalista y filósofo alemán Ernst Haeckel. A diferencia de las descripciones de Darwin, que no incluyeron ilustraciones de las especies, la obra de Graff incluye ilustraciones, a color y con mucho detalle, del aspecto externo de las nueve especies que describió, y también de *Polycladus gayi*. Esta última fue también la primera especie chilena de la que se conoció la morfología del aparato copulador (Graff, 1896). Veinte años antes, el naturalista inglés Henry Nottidge Moseley (1844-1891), que participó en la expedición científica a bordo del HMS Challenger (1872-1876), había sido el primero en hacer observaciones de la anatomía interna de las planarias terrestres, aunque ninguna era de Chile (Moseley, 1877).

Las dos publicaciones siguientes tienen un énfasis biológico. En su trabajo sobre agentes tóxicos en gusanos planos, el médico y zoólogo alemán Walter Arndt (1891-1944), cita apuntes del naturalista L. H. Plate en los que se asocia a *Polycladus gayi* con intoxicaciones de ganado. Según Plate, se habían encontrado restos de *P. gayi* en el estómago de animales intoxicados. Otro naturalista y zoólogo alemán, Dr. Wilhelm Goetsch (1887-1960), quien fue profesor de la Universidad de Chile entre 1929-1931, aporta algunos apuntes biogeográficos basados en grupos de especies creados por la semejanza en el aspecto externo, e hizo algunos ensayos de regeneración (Goetsch, 1933). Observó también que los animales salen de los capullos a comienzo de la época lluviosa y se transforman en animales sexuales que no necesariamente mueren con la época de sequía, pues ejemplares que encuentran condiciones favorables sobreviven el verano. Goetsch (1933) también hizo una compilación de lo que se conocía hasta entonces de las planarias terrestres de Chile. Con los estudios de regeneración que realizó en *Geoplana pulla*, concluyó que los extremos anteriores se regeneran mejor que los extremos posteriores y que las partes cortadas longitudinalmente no poseen ningún poder de regeneración.

El zoólogo alemán Ernst Marcus (1893-1968), afincado en Brasil, estudió la colección de planarias recolectadas durante la expedición de la Universidad sueca de Lund (1948-1949) al territorio chileno. De esta expedición, Marcus estudió 26 especies de planarias marinas, dos de agua dulce y una terrestre, *Microplana ruca* Marcus, 1954 (Microplaninae), actualmente perteneciente al género *Amaga* Ogren & Kawakatsu, 1990 (Geoplaninae).

En un trabajo de índole biogeográfico sobre las planarias terrestres neotropicales, Cláudio Gilberto Froehlich, zoólogo brasileño, sugirió dos orígenes geográficos para las especies de Chile, neotropical y australasiático (Froehlich, 1967). Él apoyó esta idea en la semejanza entre la morfología interna de las especies orientales y algunas especies chilenas, que más adelante serían formalmente descritas (E. M. Froehlich, 1978).

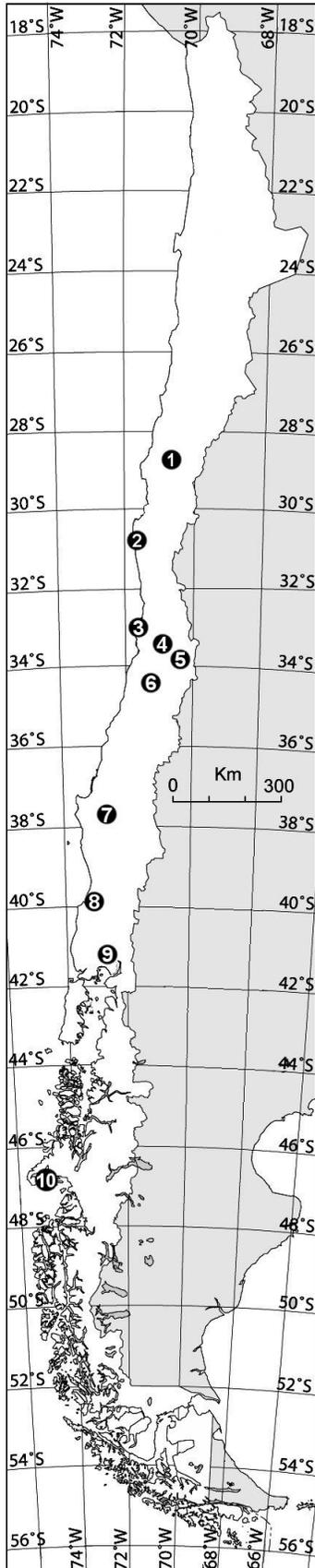
La última obra sobre planarias chilenas es de autoría de Eudóxia Maria Froehlich (1978), zoóloga brasileña, alumna de Ernst Marcus. La autora describió siete especies nuevas y tres géneros nuevos a partir de material que recibió fijado, recolectado entre 1961 y 1964 por el ecólogo italiano Francesco di Castri (1930-2005) entre las localidades de Vallenar y Nahuelbuta. Froehlich (1978) sugiere relaciones de parentesco entre parte de la fauna neotropical y notogeica de Geoplanidae basada en algunos caracteres morfológicos, como la posición ventral de los testículos y la presencia de adenodáctilos. Las especies con estas características fueron transferidas más tarde a la tribu Caenoplanini Ogren & Kawakatsu, 1991 de la subfamilia Rhynchodeminae Ogren & Kawakatsu, 1991.

### **Estado de conocimiento taxonómico de las planarias terrestres chilenas**

Los caracteres taxonómicos tienen una doble función: propiciar la identificación inequívoca de un taxón –la diagnosis– y servir como indicadores de relación filogenética (Mayr, 1969, p. 122). Las especies de planarias terrestres chilenas se encuentran en un estado de conocimiento taxonómico que varía entre aquellas que han sido estudiadas con un nivel de detalle equivalente al de las mejor estudiadas de otras partes del mundo y aquellas en las que su morfología interna nunca ha sido analizada. Caracteres taxonómicos internos importantes se encuentran en los detalles de los sistemas secretores y musculares de las regiones cefálica y prefaríngea, así como en los sistemas alimentario y reproductor (Winsor, 1998; Carbayo & Leal-Zanchet, 2003).

Por consiguiente, en este trabajo definimos una especie como taxonómicamente bien o mal conocida si los caracteres diagnósticos y filogenéticos son completos o incompletos en relación con las especies mejor estudiadas morfológicamente. Además, una tercera categoría –que podría incluirse en el grupo de especies mal conocidas– incluye los casos de especies con validez aún no determinada.

Actualmente se conocen 25 especies de planarias terrestres chilenas (Tabla 1 y Tabla 2), recolectadas en unas pocas localidades situadas entre el río Huasco en la Región de Atacama (28° S) y el Golfo Tres Montes en el Parque Nacional Laguna San Rafael (46° S) (Figura 1, localidades 1 y 10; Tabla 3). Estas especies están clasificadas en nueve géneros: *Caenoplana* Moseley, 1887 y *Timyma* E. M. Froehlich, 1978 de la subfamilia Rhynchodeminae, y *Geoplana* Stimpson, 1857, *Gusana* E. M. Froehlich, 1978, *Pasipha* Ogren & Kawakatsu, 1991, *Amaga* Ogren &



Kawakatsu, 1991, *Liana* E. M. Froehlich, 1978, *Polycladus* Blanchard, 1845 y *Pseudogeoplana* Ogren & Kawakatsu, 1991 de la subfamilia Geoplaninae. *Pseudogeoplana* reúne las especies de Geoplaninae cuya morfología interna se desconoce.

Las especies *Polycladus gayi* Blanchard, 1845, *Gusana cruciata* E. M. Froehlich, 1978 y *Tymima juliae* E. M. Froehlich, 1978 están taxonómicamente bien estudiadas. *Polycladus gayi* es fácilmente reconocible por su gran tamaño, su cuerpo ancho y por sus colores llamativos (Schneider, 1934) (Figura 2C). Existen figuras informativas de la morfología externa y de la interna, incluyendo la región cefálica, prefaríngea, y el aparato copulador (Graff, 1896, 1899; Schmidt, 1902).

*Gusana cruciata*, del género endémico *Gusana*, presenta dos características únicas en Geoplaninae: musculatura subepidérmica hundida en el mesénquima, tanto ventral como dorsalmente, y fosetas sensoriales ramificadas. Estas características están detalladamente descritas e ilustradas (E. M. Froehlich, 1978).

*Tymima juliae*, única especie de su género, se caracteriza por presentar la región cefálica ensanchada. Según E. M. Froehlich (1978) esta especie podría ser un relictos de la fauna notogeica de Rhychodeminae, de distribución australasiática, debido a la posición ventral de los testículos.

De las otras especies se dispone de información morfológica incompleta para permitir su reconocimiento inequívoco y posicionamiento filogenético. Estas especies están incluidas en los géneros *Geoplana* Stimpson, 1857; *Pasipha* Ogren & Kawaktasu, 1990; *Liana* E. M. Froehlich, 1978; *Gusana* E. M. Froehlich, 1978 y *Pseudogeoplana* Ogren & Kawakatsu, 1990.

**Figura 1.** Mapa de Chile indicando las localidades con registros de especies de planarias terrestres. Detalles de localidades y especies en Tabla 2.

**Figure 1.** Map of Chile indicating the localities with land planarian records. Details of the localities and species in Table 2.

*Geoplana* es un género ampliamente distribuido en la región neotropical. Las cuatro especies chilenas de *Geoplana*, a saber, *G. caleta*, *G. chanca*, *G. placilla* y *G. tirua*, han sido descritas por E. M. Froehlich (1978) quien entrega detalles de la morfología del aparato copulador, aunque la descripción de *G. tirua* está basada en un ejemplar inmaduro. De ninguna de ellas se conoce la morfología interna de la región cefálica.

De *Pasipha* son conocidas dos especies de Chile, *P. chilensis* (Graff, 1899) -redescrita por E. M. Froehlich (1978)-, y *P. ercilla* (E. M. Froehlich, 1978). Se conocen la morfología externa, la faringe y el aparato copulador de ambas especies, pero no la morfología interna de la región cefálica.

*Liana* es un género monotípico, de la Región de la Araucanía. La morfología externa e interna de *Liana guasa* E. M. Froehlich, 1978, tanto de la región cefálica como de la faringe y del aparato copulador, están bien estudiadas; sin embargo, no se conocen las conexiones del aparato copulador con el resto del sistema reproductor, debido a que los tres ejemplares tipo son inmaduros.

Cuando E. M. Froehlich (1978) propuso el género *Gusana*, mencionó sus sospechas de que *Geoplana platei* Graff, 1899 podría pertenecer a este género, en virtud del parecido en la morfología externa de *Gusana cruciata* –la morfología interna se desconoce completamente– y por la proximidad entre los lugares de recolección. Esta especie fue renombrada por Ogren & Kawakatsu (1990) como *Gusana platei* (Graff, 1899); sin embargo, no existe seguridad para asignarla al género, debido a que hasta hoy no se han descrito las características internas y no existe información morfológica detallada.

*Gusana lata* (Graff, 1899) es otra especie de la que sólo se conoce la morfología externa. En la redescipción de *Amaga ruca* (Marcus, 1954), E. M. Froehlich (1978) sugiere la posibilidad de que esta especie sea coespecífica de *Gusana lata* en función de ciertas semejanzas en el aspecto externo. El examen comparativo de la morfología interna del material tipo y/o de ejemplares adicionales de la localidad tipo podrá elucidar, tal vez, la posible coespecificidad.

Por definición, se ignora la morfología interna de las especies del género *Pseudogeoplana*, que fue creado especialmente para alojar a las especies de Geoplaninae de las que se dispone de insuficiente información morfológica. Están aquí todas las especies chilenas descritas por Darwin –*Pseudogeoplana elongata*, *P. maculata*, *P. pallida*, y *P. semilineata*– y también las especies recolectadas por Plate y descritas por Graff (1899): *P. albopunctata*, *P. nobilis*, *P. pardalina*, *P. reticulata* y *P. sagittata*.

Con el estudio comparativo de la morfología del sistema reproductor de los tipos, si son maduros, se podrá evaluar la posición taxonómica de gran parte de las especies. Las planarias colectadas por Darwin están perdidas. No se sabe si los especímenes de las cuatro especies que describió fueron enviados a Inglaterra en uno de los barcos que naufragó o simplemente Darwin no los conservó, pues no hay registro de este material en el Natural History Museum, Londres (Dr. Hugh Jones, University of Manchester, com. pers.).

En el Museum für Naturkunde, en Berlín, existe material tipo de *P. albopunctata*, *P. nobilis* y *P. sagittata*. El material tipo de *P. reticulata*, compuesto por un único ejemplar inmaduro, observado en preparaciones histológicas recientes (Grau & Carbayo, no publicado), se ha perdido en el

incendio del edificio Emilio Pugin de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile (UACH), donde estaba el Instituto de Zoología "Ernst Kilian", ocurrido el 3 de diciembre del 2007. Sin embargo, restan anotaciones e ilustraciones de la morfología externa e interna, que serán publicadas oportunamente.

### Especies con validez no determinada

*Geoplana mixopulla* Ogren & Kawakatsu, 1990. La posición de esta especie entre la fauna chilena es cuestionable y de momento no tiene solución. La especie *Geoplana pulla* (Darwin, 1844) fue recolectada en Maldonado y Montevideo (Uruguay). Graff (1899) examinó material muy probablemente heterogéneo (Ogren & Kawakatsu, 1990), originario de Chile, Paraguay y Argentina, que identificó como *Geoplana pulla*. De uno de los especímenes –cuya procedencia Graff no indicó–, presentó una reconstrucción del aparato copulador. Posteriormente, E. M. Froehlich (1978) reconoció semejanzas en la morfología externa entre *G. chanca* y *G. pulla* sensu Graff, pero dudó que fueran una misma especie a causa de la distante procedencia del material y de algunas diferencias en el aparato copulador masculino. Por último, Ogren & Kawakatsu (1990) transfirieron *G. pulla* sensu Darwin al género colectivo *Pseudogeoplana* y propusieron la especie *Geoplana mixopulla* para una parte del material de Graff. Como Graff no indica la procedencia del espécimen del que estudió el aparato copulador, existe la posibilidad de que *G. chanca* y al menos parte de la colección de Graff sean coespecíficos. Suponiendo que los animales de Graff estén conservados y maduros, tal vez se pueda elucidar este enigma taxonómico examinando el aparato copulador de los animales de Graff y nuevos especímenes maduros de *P. pulla*, pendientes de recolección en Maldonado o Montevideo.

Un caso similar es el de *Pasipha olivacea* (Schultze & Müller, 1857). Graff reunió animales recolectados en Brasil, Argentina y Chile con una morfología externa semejante, y los identificó como la especie de Schultze & Müller (1857). Sin embargo la coloración de esta especie, verde marrón en el dorso amarillento en el vientre, son patrones frecuentes en Geoplaninae. Como las planarias terrestres son animales con área de distribución geográfica poco extensa y tienen poca vagilidad, es muy probable que los especímenes recolectados en los tres países correspondan a más de una especie. El material de Schultze y Müller, procedente de Blumenau, sur de Brasil, junto con el de Graff, de Argentina y Chile, fueron transferidos a *Amaga* Ogren & Kawakatsu, 1990, a pesar de que no se conoce su morfología interna. Solamente estudiando internamente el material que juntó Graff podría proponerse una solución taxonómica a este problema.

*Caenoplana graffi* (Froehlich, 1959) (Rhychodeminae). Esta especie también se encuentra en una posición taxonómica dudosa en la lista de taxones chilenos. La especie *Geoplana nephelis* (Schultze & Müller, 1857) fue descrita del estado de Santa Catarina (Brasil). Graff (1899) dio esta identificación a varios especímenes, algunos de procedencia desconocida y otros recolectados en Valparaíso por Wilhelm Michaelsen (1860-1937), zoólogo alemán especialista en oligoquetos. Graff describió la morfología interna del material de procedencia desconocida y Froehlich (1959) lo renombró como *Caenoplana graffi* Froehlich, 1959 (Rhychodeminae), en vista de que sus características internas son incompatibles con las de Geoplaninae. La posibilidad de que el material de Graff de Chile sea *G. nephelis* es remota, ya que la fauna de Chile difiere de la de

**Tabla 2.** Especies de planarias terrestres de Chile, indicando la ubicación de especímenes depositados en colecciones, número de animales maduros y regiones del cuerpo estudiadas. **MNB:** Museum für Naturkunde Berlin (Alemania); **NHM:** Naturhistorisches Museum Wien (Austria); **WUNHM:** Wroclaw University Natural History Museum (Polonia). **ZMH:** Zoologisches Museum Hamburg (Alemania). **EMF:** colección de E. M. Froehlich, Instituto de Biociências, USP, São Paulo (Brasil). **B:** taxonómicamente bien conocida; **M:** taxonómicamente mal conocida; **S:** con problemas de sinonimia; **?:** información desconocida.

Table 2. Landplanarian species of Chile, indicating the location of deposited specimens in collections, number of mature animals and body regions studied. **MNB:** Museum für Naturkunde Berlin (Germany); **NHM:** Naturhistorisches Museum Wien (Austria); **WUNHM:** Wroclaw University Natural History Museum (Poland). **ZMH:** Zoologische Museum Hamburg (Germany). **EMF:** collection of E. M. Froehlich, Institute of Bioscience, USP, São Paulo (Brazil). **B:** taxonomically well-known; **M:** taxonomically bad-known; **S:** with synonymy problems; **?:** details unknown.

Especie	Distribución	Estado de conocimiento	Especímenes estudiados	Especímenes maduros	Región cefálica	Copulador	Depósito	Material tipo
<i>Amaga ruca</i> (Marcus, 1954)	Los Lagos, Araucanía	M	4	2	no	si	EMF	no
<i>Geoplana caleta</i> E. M. Froehlich, 1978	Atacama	M	9	6	no	si	EMF	si
<i>Geoplana chanca</i> E. M. Froehlich, 1978	Araucanía	M	2	2	no	si	EMF	si
<i>Geoplana mixopulla</i> Ogren et Kawakatsu, 1990	R.M.	S	?	?	no	?	NHM	?
<i>Geoplana placilla</i> E. M. Froehlich, 1978	R.M.	M	? *	3	no	si	EMF	si
<i>Geoplana tirua</i> E. M. Froehlich, 1978	L. Bernardo O'Higgins	M	1	1	no	si	EMF	si
<i>Gusana cruciata</i> (Graff, 1899)	Araucanía	B	3	0	si	si	MNB	si
<i>Gusana lata</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	1	?	no	no	ZMH	si
<i>Gusana platei</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	1	?	no	no	MNB	perdido
<i>Liana guasa</i> E. M. Froehlich, 1978	Araucanía	M	3	0	si	si	EMF	si
<i>Pasipha chilensis</i> (Graff, 1899)	R.M., L.B.O., Los Ríos	M	21	3	no	si	MNB	si
<i>Pasipha ercilla</i> (E. M. Froehlich, 1978)	Araucanía	M	2	2	no	si	EMF	si
<i>Polycladus gayi</i> Blanchard, 1845	Los Ríos	B	varios	varios	si	si	NHM	?
<i>Pseudogeoplana albopunctata</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	2	?	no	no	MNB	si
<i>Pseudogeoplana elongata</i> (Darwin, 1844)	Aisén	M		?	no	no	?	?
<i>Pseudogeoplana maculata</i> (Darwin, 1844)	Los Ríos	M	1	?	no	no	ZMH	no
<i>Pseudogeoplana nobilis</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	1	?	no	no	MNB	si
<i>Pseudogeoplana olivacea</i> (Schultze et Müller, 1857)	Los Lagos	S		?	no	no	NHM	no
<i>Pseudogeoplana pallida</i> (Darwin, 1844)	Valparaíso	M	1	?	no	no	?	?
<i>Pseudogeoplana pardalina</i> (Graff, 1899)	Valparaíso	M			no	no	WUNHM	?
<i>Pseudogeoplana reticulata</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	1	?	no	no	MNB	perdido
<i>Pseudogeoplana sagittata</i> (Graff, 1899)	Los Ríos	M	4	?	no	no	MNB	si
<i>Pseudogeoplana semilineata</i> (Darwin, 1844)	Aisén	M	1	?	no	no	?	?
<i>Caenoplana graffi</i> (Froehlich, 1959)	?	S	?	?	?	?	NMB	?
<i>Timyma juliae</i> E. M. Froehlich, 1978	Coquimbo	B	2	1	si	si	EMF	si

\* Fragmentos de *ca.* de 7 animales.



**Figura 2.** Imágenes de la diversidad de planarias terrestres del sur de Chile. A. Geoplaninae desconocido, probablemente *Pseudogeoplana nobilis*. Localidad: Isla Teja, Valdivia, Región de Los Ríos. (Septiembre 2006). B. Geoplaninae desconocido. Localidad: Mehuín, Región de Araucanía. (Junio 2006). C. *Polylicadus gayi* Blanchard 1845. Localidad: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (Mayo 2004). D. Geoplaninae desconocido, probablemente *Pseudogeoplana reticulata*. Localidad Valdivia y Oncol, Región de Los Ríos. (Julio 2004).

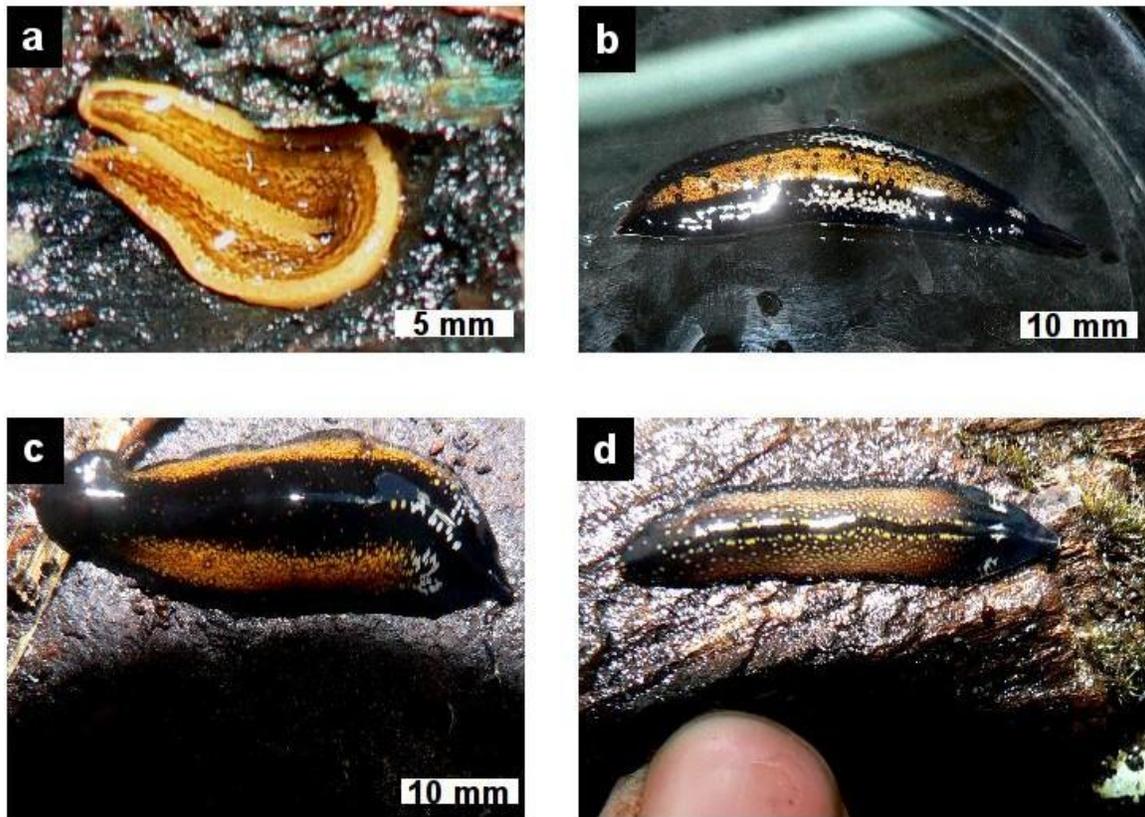
Figure 2. Images of the land planarian diversity of southern Chile. A) Unknown Geoplaninae, probably *Pseudogeoplana nobilis*. Locality: Teja Island, Valdivia, Región de Los Ríos. (September 2006). B) Unknown Geoplaninae. Locality: Mehuín, Región de Araucanía. (June 2006). C) *Polylicadus gayi* Blanchard 1845. Locality: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (May 2004). D) Unknown Geoplaninae, probably *Pseudogeoplana reticulata*. Locality: Valdivia and Oncol, Región de Los Ríos. (June 2004).

Brasil (Froehlich, 1959). El análisis comparativo de la morfología interna de todo el material de *Geoplana nephelis* sensu Graff y de nuevo material de *Geoplana nephelis* sensu Schultze & Müller recolectado en la localidad tipo podrá, tal vez, solucionar este problema taxonómico.

### Perspectivas

Por su localización geográfica, gran amplitud latitudinal y pasado geológico y climático, Chile

alberga gran número de especies de plantas y animales, muchos de ellos endémicos (Myers *et al.*, 2000). El número actual de especies de planarias chilenas conocidas, 25, es probablemente muy inferior al real. Una de las razones debe atribuirse a la escasez de muestreos. Por ejemplo, el primer autor ha recolectado recientemente 20 morfoespecies, posiblemente especies nuevas para la ciencia, a juzgar por sus distintivos y únicos patrones de coloración (Figura 2 y 3) (J.H. Grau, no publicado). Estas morfoespecies fueron recogidas en muestreos no intensivos en la Cordillera de la Costa de la Región de Los Ríos, de donde procede la mayoría de las planarias conocidas del país.



**Figura 3.** Imágenes de la diversidad de planarias terrestres del sur de Chile. A. Geoplaninae desconocido. Localidad: Reserva Costera Valdiviana, Región de Los Ríos. (Julio 2004). B. Geoplaninae desconocido. Localidad: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (Abril 2007). C. Geoplaninae desconocido. Localidad: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (Mayo 2007). D. Geoplaninae desconocido. Localidad: Mehuín, Región de Araucanía. (Junio 2006).

Figure 3. Images of the land planarian diversity of southern Chile. A. Unknown Geoplaninae. Locality: Reserva Costera Valdiviana, Región de Los Ríos. (July 2004). B. Unknown Geoplaninae. Locality: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (April 2007). C. Unknown Geoplaninae. Locality: Fundo Aguas Décimas, Valdivia, Región de Los Ríos. (May 2007). D. Unknown Geoplaninae. Locality: Mehuín, Región de Araucanía. (June 2006).

## Planarias chilenas

**Tabla 3.** Localidades en Chile con registros de especies de planarias terrestres. El orden y la numeración de las localidades está basado en la Figura 1.

Table 3. Localities in Chile with records of land planarian species. The order of the localities is based on Figure 1.

1- Vallenar (28°34' S; 70°45' W), Región de Atacama	<i>Geoplana caleta</i> E. M. Froehlich, 1978
2- Parque Nacional Fray Jorge (30°40' S; 71°40' W), Región de Coquimbo	<i>Timyma juliae</i> E. M. Froehlich, 1978
3- Valparaíso, Quilpué (33°02' S; 71°32' W), Región de Valparaíso	<i>Pseudogeoplana pallida</i> (Darwin, 1844) <i>Pseudogeoplana pardalina</i> (Graff, 1899)
4- Santiago (33°30' S; 70°34' W), Región Metropolitana	<i>Geoplana mixopulla</i> Ogren et Kawakatsu, 1990 <i>Pasipha chilensis</i> (Graff, 1899)
5- San Alfonso de Maipo (33°44' S; 70°18' W), Región de Metropolitana	<i>Geoplana placilla</i> E. M. Froehlich, 1978
6- Cocalán (34°11' S – 71°09' W), Región de O'Higgins	<i>Geoplana tirua</i> E. M. Froehlich, 1978 <i>Pasipha chilensis</i> (Graff, 1899)
7- Nahuelbuta (37°48' S; 73°00' W), Región de la Araucanía	<i>Amaga ruca</i> (Marcus, 1954) <i>Geoplana caleta</i> E. M. Froehlich, 1978 <i>Liana guasa</i> E. M. Froehlich, 1978 <i>Pasipha ercilla</i> (E. M. Froehlich, 1978)
8- Corral, Valdivia y Estancilla (39°50' S; 73°12' W), Región de Los Ríos	<i>Gusana cruciata</i> (Graff, 1899) <i>Gusana lata</i> (Graff, 1899) <i>Gusana platei</i> (Graff, 1899) <i>Pasipha chilensis</i> (Graff, 1899) <i>Polycladus gayi</i> Blanchard, 1845 <i>Pseudogeoplana maculata</i> (Darwin, 1844) <i>Pseudogeoplana nobilis</i> (Graff, 1899) <i>Pseudogeoplana sagittata</i> (Graff, 1899)
9- Frutillar y Llanquihue (43°13' S; 73°02' W), Región de Los Lagos	<i>Amaga ruca</i> (Marcus, 1954) <i>Pseudogeoplana olivacea</i> (Schultze et Müller, 1857)
10- Cabo Tres Montes, Parque Nacional Laguna San Rafael (46°40' S; 75°03' W), Región de Aisén	<i>Pseudogeoplana elongata</i> (Darwin, 1844) <i>Pseudogeoplana semilineata</i> (Darwin, 1844)

Los territorios que sirvieron de refugio para la biota durante el último período glacial, que se extienden entre las quebradas de Chile central hasta el norte de la isla de Chiloé (Villagrán, 2001), prácticamente no han sido muestreados, y probablemente abrigan una fauna de gran interés taxonómico y biogeográfico.

Otra de las razones de la baja diversidad de planarias en Chile recae en la virtual inexistencia de taxónomos de este grupo animal. Es necesario estimular la formación de nuevos taxónomos y promover el estudio, la mantención y alimentación de colecciones científicas de referencia - morfológicas y moleculares. El número de especialistas en herramientas taxonómicas moleculares crece a un ritmo no seguido por el de taxónomos clásicos (Wheeler *et al*, 2004),

aunque la taxonomía clásica, o morfológica, es el lenguaje de comunicación principal en la sociedad. La importancia de la catalogación e identificación inequívoca de los organismos por taxónomos ha sido mencionada por Pérez-Schultheiss (2009). La Asamblea General de las Naciones Unidas ha declarado 2010 como el Año internacional de la biodiversidad con la intención de aumentar la conciencia de la importancia de la conservación de la biodiversidad en todo el mundo. Cabe a los taxónomos llamar la atención hacia la importancia del estudio y conservación de las especies biológicas, y a las autoridades implantar medidas técnicas, científicas y educativas para la conservación de este enorme patrimonio natural.

### Agradecimientos

A Dr. Birger Neuhaus, curador de vermes del Museum für Naturkunde de Berlín, por su pronta colaboración y préstamo de material tipo. A Ronald Sluys de la Universiteit van Amsterdam por su ágil respuesta acerca de la localización de material tipo de *Geoplana maculata*, *G. lata*, *G. pardalina* y *G. pulla*. JHG tiene beca de postgrado del CNPq (Brasil) y agradece a los docentes del Instituto de Zoología “Ernst F. Kilian” de la UACH, las facilidades científicas y humanas para iniciarse en el estudio de las planarias terrestres. FC tiene apoyo financiero de la Fundación BBVA y de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Brasil).

### Referencias bibliográficas

- Alford, D. V., 1998. Potential problems posed by non-indigenous terrestrial flatworms in the United Kingdom. *Pedobiologia*, 42: 574-578.
- Carbayo, F. & A. M. Leal-Zanchet, 2003. Two new genera of geoplaninae land planarians (Platyhelminthes: Tricladida : Terricola) of Brazil in the light of cephalic specialisations. *Invertebrate Systematics*, 17(1): 449-468.
- Carbayo, F. & E. M. Froehlich, 2008. Estado do conhecimento dos macroturbelários (Platyhelminthes) do Brasil. *Biota Neotropica*, 8(4): 177-197.
- Carbayo, F., A. M. Leal-Zanchet & E. M. Vieira, 2002. Terrestrial flatworm (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) diversity versus man-induced disturbance in an ombrophilous forest in southern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 11(6): 1091-1104.
- Darwin, C., 1844. Brief descriptions of several terrestrial planariae and of some remarkable marine species, with an account of their habits. *Annals and Magazine of Natural History*, 14: 241-251.
- Froehlich, C. G., 1967. A contribution to the zoogeography of neotropical land planarians. *Acta Zoologica Lilloana*, 23: 53-162.
- Froehlich, E. M., 1978. On a collection of chilean landplanarians. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de Sao Paulo, Serie Zoologia*, 3: 7-80.
- Goetsch, W., 1933. Fauna Chilensis. ii. Verbreitung und Biologie der Landplanarien Chiles. *Zoologische Jahrbuecher Jena*, 64: 245-288.
- Graff, L.V., 1896. Ueber die Morphologie des Geschlechtsapparates der Landplanarien. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 6: 75-93.

- Graff, L. V., 1899. *Monographie der Turbellarien. II. Tricladida terricola (Landplanarien.)*. Engelmann, Leipzig, 574 pp.
- Marcus, E., 1954. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949. II. Turbellaria. *Acta Universitet Lund*, 49: 1-115.
- Mayr, E., 1969. *Principles of systematic zoology*. McGraw-Hill. Book Co., New York, 428 pp.
- Moseley, H. N., 1877. Notes on the structure of several forms of land planarians, with a description of two new genera and several new species, and a list of all species at present known. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 17: 273-292.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca, & J. Kent, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Ogren, R. E., 1995. Predation behavior of land planarians. *Hydrobiologia*, 305: 105-111.
- Ogren, R. E. & M. Kawakatsu, 1990. Index to the species of the family Geoplanidae (Turbellaria, Tricladida, Terricola). Part 1: Geoplaninae. *Bulletin of Fuji Women's College Series*, 28 2: 79-166.
- Ogren, R. E., M. Kawakatsu & E. M. Froehlich, 1997. Additions and corrections of the previous Land Planarian Indices of the World (Turbellaria, Seriata, Tricladida, Terricola). Addendum 4. Geographic locus index: Bipaliidae; Rhynchodemidae (Rhynchodeminae; Microplaninae); Geoplanidae (Geoplaninae; Caenoplaninae; Pelmatoplaninae). *Bulletin of Fuji Women's College Series*, 35: 63-103.
- Pérez-Schultheiss, J., 2009. Biodiversidad, taxonomía y el valor de los estudios descriptivos. *Boletín de Biodiversidad de Chile*, 1(1): 1-14.
- Schmidt, A. T., 1902. Zur Kenntnis der Tricladenaugen und der Anatomie von *Polycladus gayi*. *Zeitschrift für Wissenschaft Zoologie*, 72: 545-564.
- Schneider, C. O., 1934. Observaciones sobre el *Polycladus gayi*. *Revista Chilena Historia Natural*, 38: 56-58.
- Schultze, M. & F. Müller, 1857. Beiträge zur Kenntnis der Landplanarien, nach Mittheilungen des Dr. Fritz Müller in Brasilien und nach eigenen Untersuchungen von Dr. Max Schultze. *Abteilung Naturische Gesellschaft Halle*, 4: 61-74.
- Sluys, R., 1999. Global diversity of land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola): a new indicator-taxon in biodiversity and conservation studies. *Biodiversity and Conservation*, 8(12): 1663-1681.
- Sluys, R., M. Kawakatsu, M. Riutort & J. Bagnà, 2009. A new higher classification of planarian flatworms (Platyhelminthes, Tricladida). *Journal of Natural History*, 43(29): 1763-1777.
- Villagrán, C., 2001. Un modelo de la historia de la vegetación de la Cordillera de La Costa de Chile central-sur: la hipótesis glacial de Darwin. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(4): 793-803.
- Wheeler, Q. D., P. H. Raven & E. O. Wilson, 2004. Taxonomy: impediment or expedient?. *Science*, 303(5656): 285.
- Winsor, L., 1998. Aspects of taxonomy and functional histology in terrestrial flatworms (Tricladida: Terricola). *Pedobiologia*, 42: 412-432.

## PRIMER REGISTRO DE *SENNERTIA LONGIPILIS* ALZUET & ABRAHAMOVICH, 1987 (ACARINA: CHAETODACTYLIDAE) EN CHILE Y REGISTROS ADICIONALES DE *XYLOCOPA SPLENDIDULA* LEPELETIER, 1841 (HYMENOPTERA: APIDAE: XYLOCOPINI)

José Montalva<sup>1,\*</sup> & Juan Luis Allendes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Sistemática Vegetal, Universidad de Chile. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Laboratorio de Ecología Terrestre, Universidad de Chile. \* [montalva.jose@gmail.com](mailto:montalva.jose@gmail.com).

### Resumen

Se registra por primera vez para Chile el ácaro comensal especialista *Sennertia longipilis* Alzuet & Abrahamovich, 1987, a partir de especímenes asociados a dos machos de *Xylocopa splendidula* Lepeletier, 1841, colectados en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana. Además, se presentan registros adicionales de *X. splendidula* en la zona mediterránea de Chile que indican la naturalización de esta especie en la zona.

**Palabras clave:** Abejas carpinteras, ácaros comensales, Chaetodactylidae, *Sennertia longipilis*, *Xylocopa splendidula*.

### First record of *Sennertia longipilis* Alzuet & Abrahamovich 1987 (Acarina: Chaetodactylidae) in Chile and additional records of *Xylocopa splendidula* Lepeletier 1841 (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini).

### Abstract

The presence of the commensal mite specialist *Sennertia longipilis* Alzuet & Abrahamovich 1987 is registered for the first time in Chile, from two *Xylocopa splendidula* Lepeletier 1841 males collected in Santiago city, Metropolitan Region, Chile. Additionally, new records of *X. splendidula* Lepeletier 1841 in the Mediterranean area of Chile are given, that indicate the naturalization of this species in the zone.

**Key words:** Carpenter bees, commensal mites, Chaetodactylidae, *Sennertia longipilis*, *Xylocopa splendidula*.

Los ácaros de la familia Chaetodactylidae se distribuyen alrededor de todo el mundo, con 5 géneros (*Achaetodactylus*, *Centriacarus*, *Chaetodactylus*, *Roubikia*, *Sennertia*) y un poco más de 100 especies descritas (Klimov & Oconnor, 2007; Klimov & Oconnor, 2008). Estos ácaros se asocian exclusivamente a abejas de lengua larga (Megachilidae, Apidae) (Fain, 1981; Klimov & Oconnor, 2007), a las cuales se unen desde el segundo estado ninfal (deutoninfas heteromórficas) (Fain, 1981; Klimov & Oconnor, 2007); en algunos casos este traspaso ocurre durante la cópula de los himenópteros, fenómeno conocido como infestación venérea (Abrahamovich & Alzuet, 1990).



**Figura 1.** Macho de *X. splendidula* cargando deutoninfas foréticas (hypopus) del ácaro de *S. longipilis*.

Figure 1. *X. splendidula* male carrying phoretic deutonymphs (hypopi) of the mite *S. longipilis*.

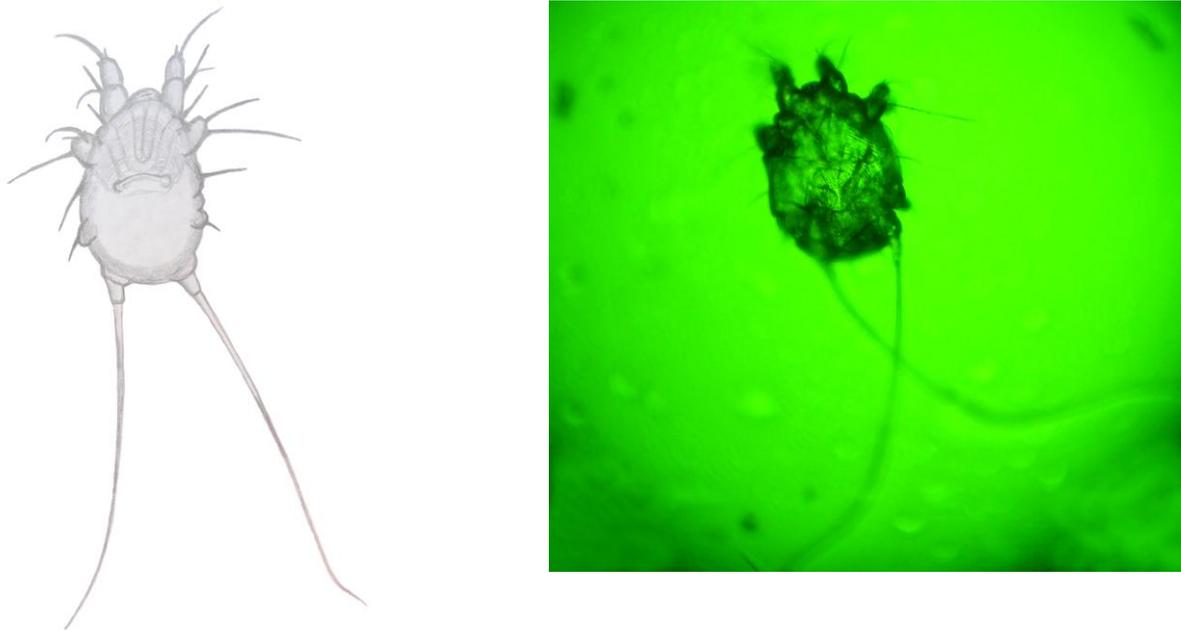
Los Chaetodactylidae pueden ser mutualistas, parasitoides y cleptoparásitos de sus hospederos (Fain, 1981; Klimov & Oconnor, 2007; Klimov & Oconnor, 2008). Dentro de esta familia, las especies del género *Sennertia* Oudemans, 1905, se destacan por asociarse principalmente a abejas carpinteras del género *Xylocopa* (Xylocopinae). Recientemente se registró *X. splendidula* para la zona central de Chile, especie anteriormente conocida sólo para el norte del país (Región de Arica y Parinacota), pero ampliamente distribuída en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Perú (Montalva *et al.*, 2008). Hasta el momento, dos especies de *Sennertia* han sido registradas como mutualistas de *X. splendidula*: *S. longipilis* Alzuet & Abrahamovich 1987 y *S. splendidula* Alzuet & Abrahamovich 1988 (Alzuet & Abrahamovich, 1987; Abrahamovich & Alzuet, 1990; Alzuet & Abrahamovich, 1991).

En el presente trabajo se registra por primera vez para Chile el ácaro comensal *S. longipilis* asociado a machos de *X. splendidula* (Figura 1). También se presentan registros adicionales para *X. splendidula* que sugieren su naturalización en la zona mediterránea de Chile.

**Primer registro de *S. longipilis* en Chile.** Los especímenes de esta especie fueron encontrados en dos machos de *X. splendidula* (Figura 1), Se colectaron 13 ácaros de una de las abejas, los cuales fueron depositados en la colección del Instituto de Zoología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (3) y en la colección personal del primer autor (10).

Material examinado: Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 30 Diciembre 2009, J. Montalva leg.

*Sennertia longipilis* se caracteriza por presentar el tegumento estriado, setas sh espiniformes y largas, patas con proyecciones triangulares pequeñas en pretarsos I-III, tarsos IV con seta ventral corta, diametro de app 2,7 mm (Figura 2). Otras especies de ácaros asociadas a *X. splendidula* son: *Horstia mayor* Alzuet & Abrahamovich, 1987; *Horstia minor* Alzuet & Abrahamovich, 1987 (Alzuet & Abrahamovich, 1987; Alzuet & Abrahamovich, 1991; Salazar *et al.*, 2004).



**Figura 2.** Vista dorsal de *S. longipilis*.

Figure 2. Dorsal view of *S. longipilis*.

**Registros adicionales de *X. splendidula* en Chile:** Las abejas carpinteras del género *Xylocopa* se distribuyen por todo el mundo. A pesar de su gran diversidad (> 700 especies descritas) y amplia distribución, para Chile sólo se han registrado tres especies (*X. viridigastra* Lapeletier, 1841; *X. bruesi* Cockerell, 1914 y *X. splendidula*), todas restringidas a la región de Arica y Parinacota (Ruiz, 1929; Montalva *et al.*, 2008).

El primer registro de *X. splendidula* para la zona mediterránea de Chile data de Marzo de 2007 (Montalva *et al.*, 2008), constando de una hembra que estaba construyendo un nido en los

jardines de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile (33°27'59.11" S; 70°35'45.97" W). Posteriormente, varios machos y hembras han sido colectados cada año (Tabla 1). Entre Diciembre del 2007 y Enero del 2008 en Santiago y Ñuñoa, se colectaron 16 machos y 8 hembras; en el año 2009 se colectaron 6 machos y 5 hembras; en Enero del 2010 se colectaron 4 machos y 12 hembras. En todos los casos, *X. splendidula* ha sido colectada en flores de *Parkinsonia aculeata* Linnaeus, 1753 (Fabaceae) (Figura 3). También se han encontrado nidificando tanto en madera viva como en madera muerta (F. Rojas comunicación personal).

Por la cantidad y la amplitud entre las fechas de captura de los ejemplares de *X. splendidula* (Tabla 1), es posible que esta especie ya se encuentre establecida en la zona central de Chile.



**Figura 3.** Hembra de *X. splendidula*, forrajeando en *P. aculeata* (Fabaceae).

Figure 3. Female of *X. splendidula*, foraging on *P. aculeata* (Fabaceae).

**Tabla 1.** Registros adicionales de *Xylocopa splendidula* Lepeletier, 1841 en la zona mediterránea de Chile. Abreviaciones de las instituciones donde han sido depositados los especímenes: C. P. A.= Colección personal del primer autor; M.N.H.N.= Museo Nacional de Historia Natural; P.U.C.V.= Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; S.P.N.= San Pedro Nolasco; U.M.C.E.= Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Table 1. Additional records of *Xylocopa splendidula* Lepeletier, 1841 in the Mediterranean area of Chile. Abbreviations of repository collections where specimens are deposited: C. P. A.= primary author's personal collection; M.N.H.N.= Museo Nacional de Historia Natural; P.U.C.V.= Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; S.P.N.= San Pedro Nolasco; U.M.C.E.= Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Datos etiqueta	Sexo	Colecciones
27-III-2007 Ñuñoa	1 hembra	M.N.H.N.
07-XII-2007 Ñuñoa	3 machos, 2 hembras	U.M.C.E.
10-XII-2007 Ñuñoa	3 machos	M.N.H.N.
10-XII-2007 Ñuñoa	1 macho	S.P.N.
10-XII-2007 Ñuñoa	1 macho	C.P.A
14-XII-2007 Ñuñoa	5 machos, 3 hembras	M.N.H.N.
14-XII-2007 Ñuñoa	2 machos	P.U.C.V.
02-I-2008 Santiago	1 hembra	M.N.H.N.
07-I-2008 Santiago	1 hembra	M.N.H.N.
07-I-2008 Santiago	1 macho	S.P.N.
14-XI-2008 Ñuñoa	1 hembra	P.U.C.V.
16-IV-2009 Santiago	1 hembra	C.P.A
20-XII-2009 Ñuñoa	1 hembra	M.N.H.N.
30-XII-2009 Ñuñoa	1 macho, 2 hembras	P.U.C.V.
30-XII-2009 Ñuñoa	5 machos, 1 hembras	C.P.A.
04-I-2010 Ñuñoa	2 machos, 7 hembras	M.N.H.N.
04-I-2010 Ñuñoa	2 hembras	C. P. A
10-I-2010 Santiago	1 macho, 1 hembra	PUCV
10-I-2010 Ñuñoa	1 macho, 2 hembras	C.P.A.

## Agradecimientos

A la Dra. Luisa Ruz, Dra. Fresia Rojas, Jaime Solervicens y José Salamanca por permitirnos el acceso a las colecciones a su cargo y a Mariano Lucía por facilitarnos información y bibliografía. Los autores también agradecen la revisión crítica del primer manuscrito de la Dra. Leah S. Dudley, Eduardo Faúndez y un revisor anónimo. El primer autor también agradece la beca de Magíster IEB (Project ICM, P05-002).

## Referencias bibliográficas

- Abrahamovich, A. H. & A. D. B. Alzuet, 1990. Tipos de asociación entre ácaros e himenopteros. I: *Sennertia* (A.) *splendidula* Alzuet y Abrahamovich, 1988 (Acarina: Chaetodactylidae) comensal y forético de *Xylocopa* (S.) *splendidula splendidula* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Anthophoridae). *Turrialba*, 40(3): 319-322.
- Alzuet, A. D. B. & A. H. Abrahamovich, 1987. Deutonymphs (Hypopi) de los géneros *Sennertia* Oudemans, 1905 y *Horstia* Oudemans, 1905 (Acari: Astigmata), sobre *Xylocopa* (S.) *splendidula splendidula* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apoidea). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 44(3-4): 345-351.
- Alzuet, A. D. B. & A. H. Abrahamovich, 1991. Descripción de los estados del ciclo biológico de *Sennertia* (A.) *splendidulae* Alzuet y Abrahamovich, 1989 (Acarina, Chaetodactylidae), asociados con *Xylocopa* (S.) *splendidula splendidula* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Anthophoridae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 26(1): 1-10.
- Fain, A., 1981. A revision of the phoretic deutonymphs (hypopi) of the genus *Sennertia* Oudemans, 1905 (Acari, Astigmata, Chaetodactylidae). *Systematic Parasitology*, 3: 145-183.
- Klimov, P. & B. Oconnor, 2007. Ancestral area analysis of Chaetodactylid mites (Acari: Chaetodactylidae), with description of a new early derivative genus and six new species from the Neotropics. *Annals of the Entomological Society of America*, 100(6): 810-829.
- Klimov, P. & B. OConnor, 2008. Morphology, evolution, and host associations of bee-associated mites of the family Chaetodactylidae (Acari: Astigmata), with a monographic revision of North American taxa. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 199: 243.
- Montalva, J., L. S. Dudley & M. T. K. Arroyo, 2008. First record of *Xylocopa* (*Schonnherria*) *splendidula* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in the mediterranean zone of Chile. *Gayana*, 72(2): 258-260
- Ruiz, F., 1929. Acerca de tres Apidos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 33: 300.
- Salazar, A. E., A. H. Abrahamovich & N. B. Díaz, 2004. Types of Acari in the collection at Museo de La Plata, Argentina. *Revista del Museo de la Plata*, 45: 1-16.

## ERRATA VOL.1, N° 1, 2009

El primer número del Boletín de Biodiversidad de Chile, publicado en Diciembre de 2009, presenta algunos errores, que deben ser corregidos como se indica a continuación:

Página 24, Pié de página: se debe invertir las fechas de recepción y aceptación, quedando de la siguiente manera: *Recibido: 20 de Octubre, 2009; Aceptado: 23 de Octubre, 2009, por Erich Rudolph.*



## Boletín de Biodiversidad de Chile

ISSN 0718-8412

Número 2, Mayo de 2010

© Ediciones del Centro de Estudios en Biodiversidad  
Osorno, Chile



### Instrucciones para los autores

**Alcances del boletín:** Se aceptará para publicación artículos en español o inglés, realizados por público en general (aficionados, amateurs y profesionales), con un estilo científico-naturalista. Esto quiere decir que se aceptará trabajos descriptivos, incluyendo observaciones directas efectuadas en el campo, además de trabajos con contenidos más amplios. Los alcances de la publicación incluyen temas de sistemática, diversidad, ecología, biología general, etología, biogeografía, etc. Entre los temas anteriores, se privilegiará la publicación de estudios de análisis de caracteres, variabilidad morfológica a distintos niveles, guías de identificación, catálogos o sinopsis de grupos de organismos, catálogos de colecciones biológicas establecidas y en general toda contribución que facilite la identificación de especies de la biota chilena. Además, estudios de diversidad, ampliaciones de rango geográfico, aspectos de la biología de la conservación de especies, observaciones generales, etc. En este sentido, se incentivará el uso de todas las herramientas de apoyo disponibles (*e.g.* fotografía digital, programas computacionales de diverso tipo).

No se publicará observaciones dudosas, incompletas o que demuestren poca seriedad. Tampoco se publicará catálogos de colecciones que no demuestren permanencia en el tiempo ni uso de técnicas profesionales de conservación y manejo del material.

Los artículos serán clasificados en los siguientes tipos:

**Cartas al editor:** se recibirán cartas relacionadas con temas de contingencia en ciencias biológicas. Estas no podrán ser superiores a dos páginas.

**Notas breves:** tratarán temas puntuales o de alcance limitado, no superiores a dos páginas.

**Artículos de Investigación:** incluye aquellos trabajos originales de entre 2 y 20 páginas, que tratan temas diversos.

**Revisiones:** trabajos sin límite de páginas, cuyos objetivos son presentar una revisión, actualización y/o resumen del conocimiento de un tema determinado.

**Noticias:** trabajos que presentan distintos tipos de información relacionada con la biodiversidad en general y que no corresponden a contribuciones originales. Ejemplos: listas de nuevas referencias y/o publicaciones de interés para el conocimiento de la biodiversidad de Chile, listados de nuevos taxones para el país, revisiones de libros y temas misceláneos.

Se privilegiará aquellos trabajos que contribuyan a mejorar el conocimiento de grupos taxonómicos poco estudiados o cuyo conocimiento no está actualizado.

Las contribuciones publicadas en el Boletín de Biodiversidad de Chile (BBChile) no tienen ningún costo para los autores.

## Redacción de artículos

Los manuscritos deberán ser enviados al editor general de la revista al email [jperezsch@gmail.com](mailto:jperezsch@gmail.com), solicitando la evaluación del trabajo. En este mensaje se deberá indicar expresamente el consentimiento de todos los autores para la publicación del trabajo y que este no ha sido enviado a revisión, ni se encuentra publicado en otra revista. Adicionalmente, se deberá indicar si es necesario que el manuscrito se someta a la **comisión de pre-evaluación**. Esta comisión ha sido creada para brindar apoyo a investigadores aficionados en el proceso de elaboración y preparación de manuscritos, antes de su ingreso al proceso de evaluación formal.

**Se pide seguir estrictamente estas instrucciones para evitar retrasos innecesarios en el proceso de evaluación.** Los manuscritos que no se ajusten completamente a las presentes instrucciones serán devueltos al autor para su corrección. Se sugiere ante cualquier duda de formato revisar el número anterior del boletín.

## Formato de los manuscritos

Los trabajos deberán ser enviados en formato Word, con las siguientes características básicas:

- Hoja tamaño carta (21,59 X 27,94 cm), con márgenes de 2,5 cm
- Texto justificado (subtítulos alineados a la izquierda), con letra Palatino Linotype. Tamaño del texto general 11; título principal y subtítulos en negrita, tamaños 14 y 12 respectivamente. Interlineado 1,5 puntos y espaciado 6 puntos (formato, párrafo), sin ningún tipo de sangría

## Instrucciones generales

Se deberán incluir las siguientes secciones: 1. Título, 2. Introducción, 3. Materiales y métodos, 4. Resultados, 5. Discusión, 6. Conclusiones, 7. Agradecimientos, 8. Referencias bibliográficas, 9. Figuras y Tablas.

Resultados, discusión y conclusión pueden fusionarse en una sola sección. Para el caso de notas breves y noticias se podrá utilizar un formato de texto continuo, obviando todos los subtítulos, excepto Introducción, Agradecimientos y Referencias bibliográficas.

### 1. Título.

El **título** deberá ser corto e informativo, indicando claramente de que trata el trabajo. Debe ser escrito en versales, centrado, negrita y tamaño 14. Debe incluirse entre paréntesis los taxones de rango inmediatamente superior a los cuales pertenece el grupo estudiado (*e.g.* Phaeophyta: Laminariales). Todo nombre científico citado deberá ser redactado de manera completa, incluyendo autor y año (*e.g.* *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)) para animales, autor sin año para vegetales (*e.g.* *Tropaeolum speciosum* Poeppig & Endlicher).

Bajo el título se deberá indicar el **nombre del (los) autor (es)** (tamaño 12, negrita y alineado a la izquierda), seguido de la dirección completa de cada autor y al menos el correo electrónico del autor principal (tamaño 10, cursiva y alineado a la izquierda).

El **resumen** será redactado bajo el título en letra tamaño 10, deberá dar una idea clara del contenido del trabajo y por tanto deberá incluir información introductoria, de los resultados y conclusiones. Se deberá incluir las coordenadas geográficas de las localidades estudiadas. No debe exceder las 250 palabras.

Las **palabras claves** se ubicarán a continuación del resumen y con el mismo estilo. Incluirán hasta 8 palabras alusivas al tema del trabajo.

El **título en inglés** deberá ser redactado a continuación de las palabras claves, con tamaño 12 y negrita, sin versales.

El **abstract** será una traducción fiel del resumen y debe ser redactado en el mismo estilo.

Las **keywords**, serán una traducción de las palabras claves y se redactarán con el mismo estilo.

## 2. Introducción

La **introducción** deberá incluir la suficiente información teórica de referencia como para certificar el conocimiento del (los) autor(es) acerca del tema en cuestión (especialmente importante en el caso de autores aficionados). En consecuencia, todo su contenido deberá ser respaldado con citas bibliográficas válidas e incluidas en las referencias bibliográficas del trabajo (véase esta sección). Excepción a la regla anterior la constituyen los párrafos que incluyan antecedentes de dominio general.

## 3. Materiales y métodos

En esta sección se deberá indicar detalladamente y en orden la metodología empleada, tanto durante la obtención de muestras, como en el análisis de las mismas. En caso de utilizar metodologías complejas previamente empleadas en otros trabajos, se permitirá hacer una explicación breve y citar un trabajo de referencia donde consultar en busca de los detalles. Debe existir coherencia entre los materiales y métodos empleados y los resultados obtenidos.

Al detallar el material biológico, se deberá indicar **como se identificaron los especímenes estudiados** (*e.g.* literatura, consulta a especialistas, comparación con especímenes identificados de colecciones, claves taxonómicas, etc.). En caso de identificaciones dudosas se podrá utilizar las expresiones latinas *confer* (*cf.*) (=comparar con...) o *affinis* (*aff.*) (=afín o emparentado con...). Se recomienda que la identificación sea acompañada de una pequeña discusión de los caracteres que la justifican, excepto en estudios de diversidad, donde se podrá utilizar el enfoque de morfoespecies y citar las especies sin referencia a nominaciones taxonómicas (*e.g.*, especie 1, especie 2, etc.).

El material biológico estudiado deberá ser **depositado** en una colección establecida pública o privada, debidamente etiquetado e individualizado, para permitir consultas y/o revisiones futuras. Este requisito será especialmente considerado para el caso de estudios que no incluyan un análisis o detalle de la taxonomía de las especies (*e.g.*, estudios de diversidad, reportes de colectas).

## 4. Resultados

Deberán estar basados estrictamente en las observaciones realizadas por medio de los materiales y métodos utilizados. Se deben incluir únicamente las observaciones realizadas, sin agregar ningún tipo de juicio adicional, excepto en los casos en que se fusiona esta sección con la discusión y/o conclusión.

## **5. Discusión**

Deberá estar basada estrictamente en los resultados e incluir argumentos respaldados por citas bibliográficas incluidas en las referencias.

## **6. Conclusiones**

Deberán ser redactadas, en lo posible, a partir de las secciones anteriores, tratando de resaltar el aporte del trabajo. No se deberá incluir conclusiones que no sean derivadas exclusivamente de los resultados y discusión. Sin embargo, se podrá emitir comentarios generales siempre que aquellos estén respaldados por antecedentes adicionales incluidos en la discusión. Esta sección, junto a resultados y discusión podrán presentarse fusionadas en un solo subtítulo.

## **7. Agradecimientos**

Podrán incluir todas aquellas personas, instituciones y/o proyectos que contribuyeron de alguna forma en la elaboración del trabajo. No deberá exceder las 100 palabras.

## **8. Referencias bibliográficas**

Serán redactadas con letra de tamaño 10 y deberán incluir todas las referencias completas de los trabajos citados en el artículo. Se considerará referencias válidas aquellas pertenecientes a trabajos publicados en revistas científicas con comité editorial, evitando en lo posible el uso de publicaciones no arbitradas o de divulgación. La inclusión de referencias a sitios web será considerada únicamente cuando se constate la seriedad del mismo. Lo anterior también será aplicado a cualquier otro tipo de publicaciones. La inclusión de referencias como “no vistas”, “no publicadas” o “comunicaciones personales” deberán ser evaluadas por los editores.

**La cita de referencias bibliográficas en el texto** tendrá el siguiente formato: (Kuribayashi, 2004; Morino & Karaman, 1998; Barnard *et al.*, 1974)

Los formatos para la redacción de las referencias bibliográficas son los siguientes:

Artículos:

Kuribayashi, K., S. F. Mawatari & S. Ishimaru, 1996. Taxonomic study on the genus *Sternomoera* (Crustacea: Amphipoda), with redefinition of *S. Japonica* (Tattersall, 1922) and description of a new species of Japan. *Journal of Natural History*, 30(1): 1215-1237.

Libros:

Barnard, J. L. & C. M. Barnard, 1983. *Freshwater amphipoda of the world*. Hayfield Associates, Mt. Vernon Virginia, 830 pp.

Capítulos de libros:

Humphreys, W. F., 1999. Relict stygofaunas living in sea salt, karst and calcrete habitats in arid northwestern Australia contain many ancient lineages. pp. 219-227. En: Ponder, W. & D. Lunney (eds) *The other 99%. The Conservation and Biodiversity of Invertebrates*: Transaction of the Royal Zoological Society of New South Wales 5.

El “En” que precede los nombres de los autores del libro será reemplazado por “In” en manuscritos redactados en inglés.

Sitios web, con formato general similar a referencias de libros:

Autor, Año de publicación. Nombre del sitio web. Adscripción institucional, si existe. Dirección del sitio web (sin hipervínculo, en cursiva). Fecha de última consulta.

Platnick, N. I., 2007. *The World Spider Catalog*. American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/entomology/spiders>. Última consulta: 30 Agosto 2009.

## 9. Figuras y Tablas

Deberán ser citadas en orden correlativo dentro del texto de la siguiente manera: (Figura 1), (Tabla 1).

Las **figuras** se deberán incluir para ilustrar los siguientes aspectos del trabajo: mapas de distribución o ubicación de sitios de estudio, aspecto general de las especies, detalles morfológicos de importancia en la identificación, gráficos, registro de hábitats, comportamientos, patrones de coloración, etc.

Está permitido utilizar fotografías en color. Se sugiere, cuando sea posible o necesario, incluir imágenes de los organismos estudiados y de sus hábitats (solo fotografías de especímenes utilizados en el estudio o de la misma población, no se aceptará imágenes de la misma especie procedente de otras fuentes).

Cada figura deberá llevar una leyenda en el idioma del artículo y otra en idioma alternativo, español o inglés según corresponda. Se deberán ubicar en la parte inferior de la imagen, con letra tamaño 10, encabezado en negrita (excepto en leyenda del idioma alternativo), centrado y con espaciado 0.

**Figura 1.** Parámetros físicos de la columna de agua.

Figure 1. Physical parameters of the water column.

Se aceptará imágenes en colores, blanco y negro o dibujo científico lineal de buena calidad. Las fotografías digitales deberán tener un mínimo de 3 megapíxeles, con buen foco y luminosidad. Los dibujos deberán representar apropiadamente los objetos, guardando las proporciones y en lo posible realizados a través de un medio que asegure la fidelidad de la representación (*e.g.* cámara clara, reproducción a partir de fotografías, a través de la medición de proporciones, etc. se sugiere consultar el libro “Biological Techniques” de Knudsen, 1966). El dibujo final deberá ser escaneado con la opción “blanco y negro” y, en el caso de que se represente varias estructuras específicas, se deberá componer una lámina donde cada parte será individualizada por letras (*e.g.*, Figura 1A, 1B, etc.). Se recomienda dibujar figuras de gran tamaño (*e.g.*, tamaño oficio para cada estructura) y con lápiz Rapidograph punta fina para asegurar una presentación final de alta calidad, con líneas delgadas y bien definidas. En caso de ser necesario, realizar una “limpieza” de cada figura (se sugiere utilizar los programas Photoshop o Paint) para eliminar manchas o errores involuntarios. Los gráficos deberán ser confeccionados con programas (*e.g.*, Excel, SigmaPlot), evitando las formas extravagantes y muy fuertemente coloreadas. En cada fotografía o dibujo es preferible incluir una escala referencial (barra en cm,  $\mu\text{m}$ , etc.) para tener una idea del tamaño del organismo o

estructura representada, aunque alternativamente, se podrá indicar el tamaño en el texto de la leyenda de la figura (e.g. **Figura 1.** *Orchestoidea tuberculata* Nicolet, 1849. Longitud total 23 mm. Habito de un espécimen macho.).

Las figuras deberán ser presentadas junto a sus leyendas al final del manuscrito, para facilitar el proceso de evaluación. Adicionalmente, las figuras deben ser enviadas en forma separada al manuscrito en formato JPG de 400 ppp (dpi) como mínimo, en archivos separados denominados por el número de figura.

Las **tablas** se utilizarán para presentar información adicional que ayude a entender el texto (e.g., listas de especies y números, resultados de análisis, etc.). Se realizarán utilizando las herramientas proporcionadas por Word y serán citadas en los lugares correspondientes y presentadas al final del manuscrito. Las tablas deberán incluir sólo tres líneas divisorias horizontales (en negro, sin efectos especiales). Una superior e inferior para el encabezado y otra al final de la tabla. Puede haber excepciones a esta regla, siempre y cuando esto contribuya a facilitar la visualización de los datos. El texto dentro de la tabla deberá ser de tamaño 10. La primera palabra de los encabezados de columnas y filas debe comenzar con una letra mayúscula (no use negrita o cursiva, excepto para nombres científicos).

Cada tabla deberá llevar una leyenda en el idioma del artículo y otra en el idioma alternativo (inglés o español según corresponda), ambas ubicadas en la parte superior, con el siguiente formato: letra tamaño 10, encabezado en negrita (excepto en la leyenda del idioma alternativo), centrado, espaciado 0.

**Tabla 1.** Parámetros comunitarios de las estaciones estudiadas.  
Table 1. Community parameters of the studied stations.

<b>Estación</b>	<b>Riqueza (S)</b>	<b>Índice de diversidad (H')</b>	<b>Índice de dominancia (D')</b>	<b>Índice de uniformidad (J')</b>
A-R1	2	1,000	0,487	1,000
A-R2	1	---	1,000	---
B-R1	2	1,000	0,474	1,000
B-R2	1	---	1,000	---

### **Recomendaciones generales**

Las unidades y abreviaciones deben seguir el Sistema Internacional de Unidades, por lo que no se debe utilizar puntos después de estas abreviaturas (e.g., g, mm, m, km, ha, l).

Para manuscritos en español, las cifras no enteras se expresan con coma y 3 decimales (i.e., 1,567), en cambio, los números enteros de más de 3 cifras se expresan con punto (i.e., 1.000). En el abstract o en manuscritos en inglés el uso de coma y punto se invierte. Los números menores a 0,001 se expresan en notación exponencial. Las medidas de dispersión deben identificarse con sus abreviaciones (e.g., desviación estándar y error estándar deben indicarse como DE y EE, o SD y SE, en español o inglés, respectivamente).

Describa los resultados de cualquier prueba estadística indicando del análisis (puede usar acrónimos aceptados; *e.g.*, ANOVA o ANDEVA), simetría (una o dos colas), el estadístico de prueba y su valor, los grados de libertad (como subíndice del estadístico de prueba) y/o el tamaño de muestra (dependiendo de la convención de la prueba), y el valor de P. Indique valores exactos de P (en este caso hasta cuatro decimales) tanto para resultados significativos como no significativos, excepto para valores de P menores a 0,0001; los cuales deben describirse como “ $P < 0,0001$ ”

Deberán ir en cursiva únicamente los nombres de géneros, especies y palabras greco-latinas (*e.g.*, *et al.*, *in situ*, *op. cit.*). Aparte de esto, no utilice ningún tipo especial de letra dentro del texto. Las abreviaturas como sp., sp. nov., spp., etc. no son nombres propiamente dichos y no van en cursiva.

Los nombres binomiales deben escribirse completos, incluyendo autor y año (*e.g.* *Elphidium williamsoni* Haynes, 1973), en los títulos y cuando sean citados por primera vez en el texto. Note que entre el nombre binomial y el autor existe un espacio sin coma, pero entre el autor y el año si existe coma. La información taxonómica entregada debe apegarse estrictamente a los **códigos de nomenclatura biológica** correspondientes. En aquellos casos en que no existe consenso respecto a la **clasificación** de determinado grupo de organismos, deberá citarse la referencia bibliográfica que avale la alternativa empleada en el artículo.

Cuando se emplee por primera vez una abreviatura o acrónimo, deberá ir precedidos del término completo al que corresponde (*e.g.*, Centro de Estudios en Biodiversidad (CEBCh)). Posterior a esta aclaración podrá utilizarse libremente la abreviatura o acrónimo en todo el manuscrito. Este mecanismo no se aplica al caso de abreviaturas estandarizadas de unidades de medida (kg, m, etc).

Las **localidades geográficas** deberán incluir coordenadas geográficas (salvo casos excepcionales en que sea recomendable mantener reserva de las mismas), para lo cual se recomienda el uso de GPS o alternativamente el programa Google Earth. Ejemplo de coordenadas: 53°08'22" S; 70°53'36" W. Note el uso de espacios entre las coordenadas y el punto cardinal y el uso de punto y coma para separar latitud de longitud. Los metros sobre el nivel del mar (altitud), en caso de ser mencionados, se escriben como sigue: 30 msnm. Note que por ser una unidad de medida no lleva puntos, ni mayúsculas, ni plural.

Las palabras que comiencen con mayúscula deberán acentuarse (si es que aplica). Ejemplo: Índice.