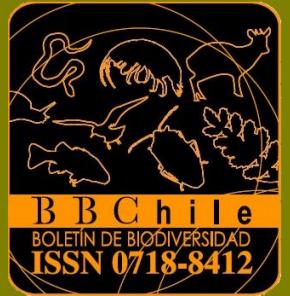


Boletín de Biodiversidad de Chile



Número 7, 2012



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 7, 27 de Septiembre de 2012

© Ediciones del Centro de Estudios en Biodiversidad

Magallanes 1979, Osorno, Chile

bolbiochile@gmail.com

Comité Editorial

Editor General

Jorge Pérez Schultheiss

(Centro de Estudios en Biodiversidad, Osorno, Chile)

Director

Leonardo Fernández Parra

(Universidad de Concepción, Concepción, Chile; Centro de Estudios en Biodiversidad, Osorno, Chile)

Editor Asociado

Eduardo Faúndez

(Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile; Centro de Estudios en Biodiversidad, Osorno, Chile)

Editor de Producción

Carlos Zamora-Manzur

(Universidad Católica de La Santísima Concepción, Concepción, Chile)

Editores por Área

Cesar Cuevas (Amphibia)

(Universidad Austral, Valdivia, Chile)

Daniel Pincheira-Donoso (Reptilia)

(University of Exeter, Exeter, Reino Unido)

Eduardo Faúndez (Insecta y Teratología general)

(Universidad de Magallanes, Centro de Estudios en Biodiversidad)

Erich Rudolph (Crustacea Decapoda y General)

(Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile)

Ignacio Winfield A. (Crustacea Peracarida)

(Universidad Nacional Autónoma de México, México)

Esperanza Parada (Mollusca dulceacuícolas)

(Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile)

Alberto Gantz P. (Aves terrestres)

(Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile)

Jaime Rau (Ecología terrestre y Mammalia)

(Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile)

Jaime Zapata (Protozoa)

(Independiente, Osorno, Chile)

Luis Parra (Insecta, Lepidoptera)

(Universidad de Concepción, Concepción, Chile)

Nicolás Rozbaczylo (Polychaeta)

(Universidad Católica, Santiago, Chile)

Oscar Parra (Botánica acuática)

(Universidad de Concepción, Concepción, Chile)

Roberto Schlatter (Aves acuáticas)

(Universidad Austral, Valdivia, Chile)

Marcelo Rivadeneira (Biogeografía, macro y

paleoecología, conservación y manejo)

(Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile)

Colaborador

Soraya Sade

(Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile)

Diseño de logos

Fabiola Barrientos Loebel

Diagramación y diseño portada

Jorge Pérez Schultheiss

Revista semestral

Indizada en:

Zoological Records (Thomson Reuters)

Directory of Open Access Journals (DOAJ)

Dialnet

Latindex

Index Copernicus

© Boletín de Biodiversidad de Chile



Boletín de Biodiversidad de Chile (BBChile) by Centro de Estudios de Biodiversidad (CEBCh) is licensed under a Creative Commons 3.0 Unported License.

Permissions beyond the scope of this license may be available at <http://centroestudiosbiodiversidad.wordpress.com/>

Mayor información disponible en:

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

Imagen de portada:

“*Galaxias platei* Steindachner, 1898”

(Actinopterygii: Osmeriformes: Galaxiidae)

Río San Pedro, Región de los Ríos

© Germán Montoya

Índice

Bol. Biodivers. Chile

ISSN 0718-8412

Número 7, 27 Septiembre de 2012

Carta al Editor:

- Montalva, J.**, La difícil situación del Abejorro más austral del mundo (*Bombus dahlbomii* Guérin-Méneville, 1835).....1

Artículos:

- Valenzuela-Sánchez, A. & C. Soto-Azat**, Productividad y redes de colaboración de la Herpetología en Chile.....4
- Cursach, J. A., J. R. Rau, C. N. Tobar & J. Vilugrón**, Sinopsis de la ornitología en el archipiélago de Chiloé, sur de Chile.....15
- Sobenes V., C., A. García L., E. Habit C. & O. Link L.**, Mantención de peces nativos dulceacuícolas de Chile en cautiverio: un aporte a su conservación *ex situ*.....27
- Taucare-Ríos, A.**, Notas acerca de la ecología de *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Araneidae) en Chile.....42

Revisión:

- Isla, F. I.**, Highstands of the sea level and the speciation of coastal communities: opportunities for the new territories in southern South America.....48

Nota breve:

- Montalva, J. & L. Packer**, First record of the bee *Chilicola (Pseudiscelis) rostrata* (Friese, 1906) (Colletidae: Xeromelissinae) in Chile: a recent adventive species to the country?.....63

- Noticias.....66

- Instrucciones para los autores.....67



CEBCh

CENTRO DE ESTUDIOS EN BIODIVERSIDAD



B B Chile
BOLETÍN DE BIODIVERSIDAD
ISSN 0718-8412

Index

Bol. Biodivers. Chile

ISSN 0718-8412

Number 7, 27 September 2012

Letter to Editor:

- Montalva, J.**, The complex situation of the southernmost Bumblebee of the world (*Bombus dahlbomii* Guérin-Méneville, 1835).....1

Articles:

- Valenzuela-Sánchez, A. & C. Soto-Azat**, Productivity and scientific collaboration networks in Chilean herpetology.....4
- Cursach, J. A., J. R. Rau, C. N. Tobar & J. Vilugrón**, Sinopsis of the ornithology in the Chiloé archipelago, southern Chile.....15
- Sobenes V., C. A. García L., E. Habit C. & O. Link L.**, Maintenance of Chilean native freshwater fish in captivity: a contribution for *ex situ* conservation.....27
- Taucare-Ríos, A.**, Notes on the ecology of *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Araneidae) in Chile.....42

Revision:

- Isla, F. I.**, Niveles altos del mar y la especiación de comunidades costeras: oportunidades para los nuevos territorios en el sur de Sudamérica.....48

Short notes:

- Montalva, J. & L. Packer**, Primer registro para Chile de la abeja *Chilicola (Pseudiscelis) rostrata* (Friese, 1906) (Colletidae: Xeromelissinae): una especie adventicia reciente para el país?.....63

- News**.....66

- Guidelines for authors**.....67



CARTA AL EDITOR:

LA DIFÍCIL SITUACIÓN DEL ABEJORRO MÁS AUSTRAL DEL MUNDO (*BOMBUS DAHLBOMII* GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1835)

José Montalva

631 West Sola Apt B Santa Barbara, CA, USA. montalva.jose@gmail.com

En los últimos años se ha visto con preocupación cómo nuestro abejorro nativo (*Bombus dahlbomii*) ha desaparecido de muchas zonas donde antes era abundante (en Chile su distribución histórica abarcaba desde la Región de Coquimbo a la de Magallanes). Se estima que esta especie ya ha desaparecido en el 80% de las zonas que habitaba y esto en los últimos 15 años. Por mucho tiempo se pensó que esta desaparición podría deberse a la llegada de los abejorros exóticos *Bombus ruderatus* Fabricius 1775 y *Bombus terrestris* Linnaeus 1758.

La primera de estas especies se introdujo al país a finales de 1982 para polinizar trébol rosado; desde su ingreso nunca logró una mayor dispersión y al parecer no tuvo gran incidencia sobre las poblaciones de *B. dahlbomii*. Por el contrario, *B. terrestris*, una especie mucho más utilizada comercialmente, se introdujo a finales de 1997, primeramente para polinizar tomates en invernaderos y posteriormente en una variedad de cultivos: paltos, pimientos, arándanos, etc.

El abejorro *B. terrestris* se distribuyó antrópicamente (y se sigue comercializando) en muchas localidades, lo que facilitó su asilvestramiento a lo largo del país, planteando una real amenaza para *B. dahlbomii* en términos de competencia por recursos. Al poco tiempo de su asilvestramiento *B. terrestris* se volvió una de las especies más abundantes y dominantes en muchos lugares (especialmente en la zona central de Chile), lo que concuerda con la disminución de las poblaciones de *B. dahlbomii* (especie que prácticamente ha desaparecido por completo en las regiones de Coquimbo y Valparaíso).

Un estudio reciente publicado en Biological Invasions (Arbetman *et al.*, 2012), reveló la presencia del endoparásito *Apicystis bombi* en poblaciones silvestres de *B. dahlbomii*, *B. ruderatus* y *B. terrestris*, los que posiblemente fueron transportados desde Europa por individuos contagiados de la última especie. Este parásito es un protozoo que causa la muerte prematura de obreras e impide que nuevas reinas puedan formar colonias, disminuyendo la regeneración de las poblaciones y planteando un complejo escenario para la conservación del abejorro nativo.

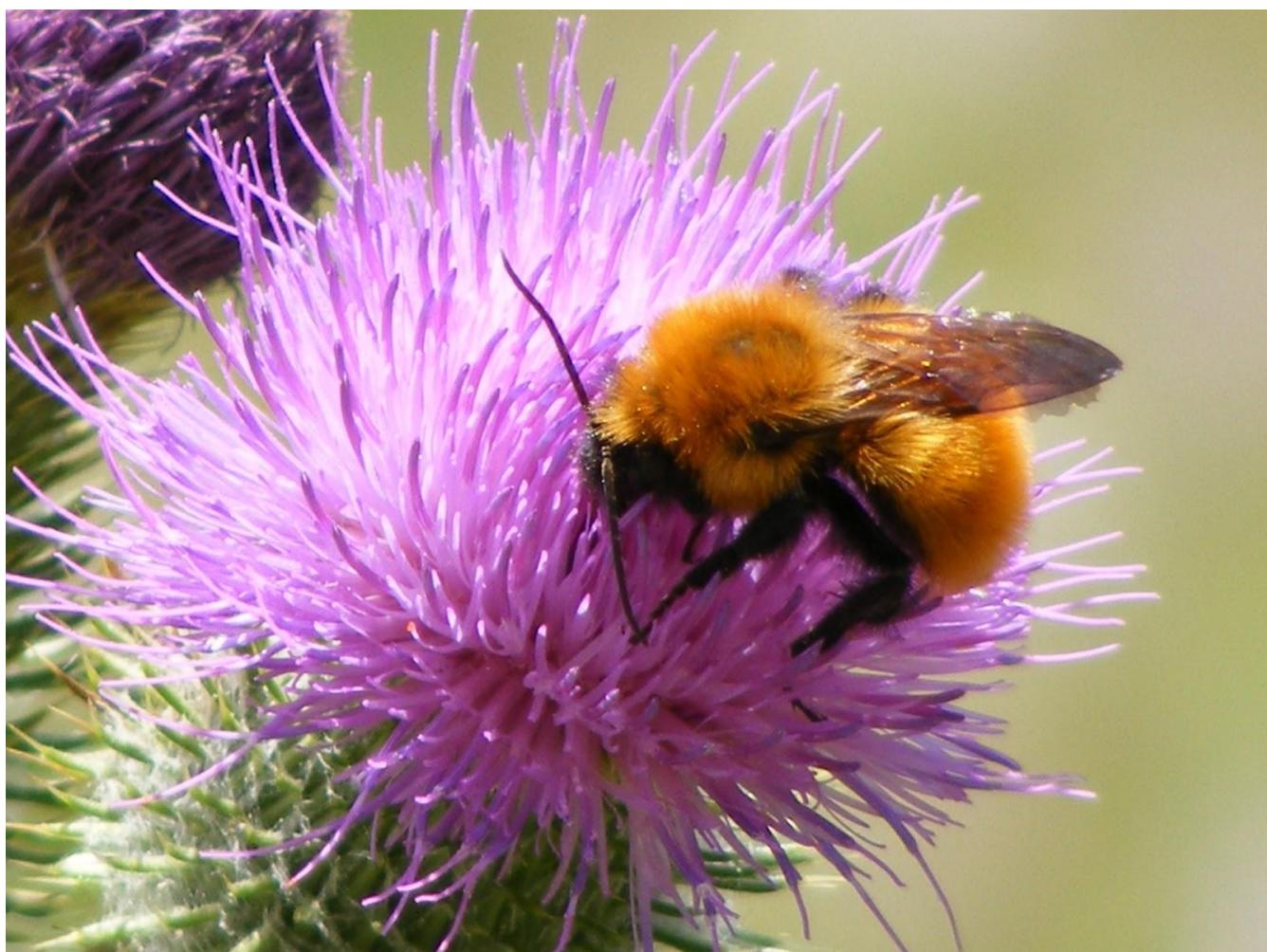
Se piensa que la presencia de este parásito es una de las principales causas de la disminución de *B. dahlbomii*. Si bien el trabajo de investigación acerca del registro y pesquisa de *A. bombi* se ha llevado a cabo en Argentina (Neuquén), se sabe que las especies de abejorros exóticos

invadieron el país trasandino procedentes de Chile, por lo que es altamente probable que las especies en el país también porten el parásito.

Hoy en día, *B. dahlbomii* enfrenta un triste escenario, que pone en serio riesgo su conservación. Si no se toman medidas urgentes para mitigar los efectos del parásito *A. bombi*, podrían ser los últimos años en que veamos a este hermoso abejorro volar libre por nuestros campos.

Referencias

- Arbetman, M.P, Meeus I., Morales C.L., Aizen M.A. & G. Smagghe , 2012. Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee . *Biological invasions*. DOI 10.1007/s10530-012-0311-0
- King, A., 2012. Plight of the bumblebee. *Science Now*. http://news.sciencemag.org/sciencenow/2012/09/plight-of-the-bumblebee.html#disqus_thread. Última consulta: 21 Septiembre 2012.
- Montalva, J., Dudley L.S., Arroyo M.T.K., Retamales H. & A.H. Abrahamovich, 2011. Associated flora and geographic distribution of native and non-native bumblebees in Chile. *Journal of Apicultural Research* 50: 11-21.



Abejorro nativo *B. dalmatii*. Se estima que esta especie ya ha desaparecido en el 80% de las zonas que habitaba y esto en los últimos 15 años, concordante con la llegada del abejorro Europeo *B. terrestris*.

PRODUCTIVIDAD Y REDES DE COLABORACIÓN DE LA HERPETOLOGÍA EN CHILE

Andrés Valenzuela-Sánchez^{1,*} y Claudio Soto-Azat^{1,2}

¹ Programa de Doctorado en Medicina de la Conservación, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, República 440, Santiago, Chile.

² Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, República 440, Santiago, Chile. *Autor correspondiente: andrescsvs@msn.com

Resumen

La colaboración científica ha sido considerada como una de las principales características de la ciencia moderna, hecho reflejado en un sostenido aumento en el número de firmas por artículo desde la segunda mitad del siglo XX. El estudio de estas redes de coautoría puede revelar características interesantes de la comunidad científica. Por este motivo, se analizaron las redes de colaboración científica y la producción de la herpetología en Chile entre los años 2005-2010. En este periodo se publicaron 112 artículos en revistas científicas, de los cuales el 90,2% fue escrito en coautoría, con 178 autores que generaron 361 firmas, presentando un índice firmas/trabajo de 3,2. La red está conformada por 16 componentes y con un componente gigante representado por el 71,3% de los autores, en el cual Marco Méndez es el centro de actividad. Esta comunidad está caracterizada por grupos de trabajo pequeños, con un promedio de 4,7 colaboradores por autor. La afiliación de los autores principales se encuentra altamente concentrada en universidades de la zona centro-sur del país, y la productividad de artículos por autor es baja, siguiendo la distribución descrita por Lotka, lo que hace referencia a la existencia de una élite que produce un gran porcentaje de los artículos. Es esperable que la formación de nuevas redes de unión entre los herpetólogos chilenos, como la Red Chilena de Herpetología, sirva para el fortalecimiento de la colaboración (formal e informal), el flujo de información, la productividad y el impacto de esta comunidad científica.

Palabras clave: anfibios, Chile, bibliometría, coautoría, redes sociales, reptiles.

Productivity and scientific collaboration networks in Chilean herpetology

Abstract

Scientific collaboration has been considered as one of the main characteristics of modern science, situation reflected in an increasing number of signatures per article since the second half of the XX century. The study of these scientific collaboration networks can reveal interesting characteristics of the scientific community. For this reason, the scientific collaboration networks and the production of herpetology in Chile were analyzed for the years 2005-2010. In this period, 112 articles were published in scientific journals, of which 90.2% were written in co-authorship, with 178 authors that generated 361 signatures, with an authors/article index of 3.2. The network comprised 16 components, with a giant component represented by the 71.3% of the authors, in which Marco Méndez is the center of this activity. This community is characterized by small work groups, with an average of 4.7 collaborators per author. The main author's affiliation is highly concentrated in universities of the central-south area of the country, and the article productivity per author is low, following the distribution described by Lotka, which is related with the existence of an elite that produces a great percentage of the articles. It is expected that the

creation of new networks that connects Chilean herpetologists, like the recent creation of the Chilean Herpetology Network, will help to strengthen collaboration (formal and informal), information flow, productivity and impact of this scientific community.

Key words: amphibians, Chile, bibliometry, co-authorship, social networks, reptiles.

Introducción

La colaboración científica es un fenómeno social complejo que ha sido estudiado desde los años 1960 (Glänzel & Schubert, 2004). Es así que se ha observado, que desde la segunda mitad del siglo XX las ciencias naturales han estado marcadas por el desarrollo de equipos de trabajo y publicaciones en coautoría. Esto ha provocado que el 60-70% de los artículos publicados anualmente correspondan a trabajos firmados por más de un autor (Kundra & Kretschmer, 1999). Esta colaboración científica ha sido considerada como una de las principales características de la ciencia moderna y la nueva forma de producción del conocimiento (Andrade *et al.*, 2009; Vimala & Reddy, 1996). Las razones para colaborar pueden ser muy variadas, e incluyen: tener acceso a los conocimientos, tener acceso a equipos o recursos, aumentar las posibilidades de obtención de financiamiento, prestigio o “logro de visibilidad”, formación de estudiantes e investigadores jóvenes, mejoramiento de la productividad, entre otras (Andrade *et al.*, 2009; Lee & Bozeman, 2003).

La coautoría no es la única forma de colaboración, pero sí puede ser correlacionada positivamente con esta (Glänzel & Schubert, 2004). La colaboración genera redes sociales, conformadas por personas con algún patrón de contacto o interacción (Newman, 2003). El estudio de estas redes sociales tiene una gran importancia, ya que permite determinar los distintos patrones de vinculación e influencia entre las personas, además de las formas de dispersión de la información en una comunidad (Borracci *et al.*, 2009). Un estudio clásico de las redes sociales es el experimento realizado por Stanley Milgram en los años 60, en el cual una carta pasada de persona en persona fue capaz de llegar a su destinatario en unos pocos pasos, lo cual es conocido popularmente como “los seis grados de separación” (Travers & Milgram, 1969; Milgram, 1967). Este resultado es una de las primeras demostraciones directas del efecto del “Mundo Pequeño”, el cual plantea que la mayoría de las parejas dentro de las redes están conectadas por un camino corto dentro de las mismas (Newman, 2003).

La colaboración en publicaciones científicas forma “redes de coautoría”, en la que los nodos representan a los autores, y dos autores están conectados por una línea si ellos han escrito en coautoría algún artículo. La estructura de dichas redes puede revelar muchas características interesantes de la comunidad científica (Newman, 2004). En el presente estudio, se investiga la productividad y los patrones de colaboración científica de la herpetología sobre la base de la coautoría de publicaciones en anfibios y reptiles de Chile entre los años 2005 y 2010.

Materiales y Métodos

Búsqueda bibliográfica: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la plataforma Thomson Reuters ISI-Web of Knowledge (ISI-Wok) para los años 2005-2010 con los siguientes tópicos “(chile*) AND (herpeto* OR amphibia* OR reptil* OR anur* OR anfibio* OR testudines* OR squamata* OR frog* OR toad* OR lizard* OR snake* OR turtle* OR serpiente* OR culebra* OR tortuga* OR sapo* OR rana* OR lagart* OR matuasto* OR iguan* OR gecko*)”. Además, se incorporaron los artículos de revistas científicas para los mismos años encontrados en la recopilación bibliográfica realizada por el CASEB de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Recurso web: <http://www.bio.puc.cl/auco/artic07/herpeto1.htm>, accedido junio 3, 2011). Se realizó una revisión manual de todos los artículos encontrados, y aquellos que su objetivo central no tenía relación con la herpetofauna chilena, y/o que fueron realizados con individuos de otras locaciones geográficas distintas a Chile, fueron excluidos del estudio.

Productividad y colaboración de los autores: Se determinó el número total de autores, el número total de firmas, el índice de colaboración o índice firmas/trabajo (IFT), el número promedio de colaboradores por autor y el exponente τ de la frecuencia de colaboradores por autor, el cual es el exponente constante de su regresión potencial (Newman, 2001). Además, se determinó el número total de primeros autores (investigadores principales) y el promedio de artículos por autor. Para analizar si la distribución de la productividad de estos autores se ajusta a la ley de Lotka, se utilizó el programa computacional LOTKA 1.02 (Rau, 2011; Rousseau & Rousseau, 2000). Esta ley tiene una distribución que se ajusta a la ley potencial, lo que significa que aproximadamente el 5% de los autores produce el 50% del total de los artículos (Lotka, 1926; Rau, 2011).

Visualización y análisis de las redes: Para la creación de las redes de autores se empleó la herramienta para análisis de redes PAJEK® (*Program for large networks analysis*, Liubliana, Slovenia). La red se graficó mediante el uso del algoritmo Kamada-Kawai con componentes separados. Luego de la construcción de la red, se analizó el número de componentes de la red, el componente gigante de la red, el diámetro del componente gigante de la red y la distancia promedio (número promedio de autores por los que debe pasar un autor para conectarse con otro). Para el análisis de la centralidad de la red se determinaron los 10 autores que son los principales “hubs” o centros de actividad.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Somers, New York, U.S.A.).

Resultados

En el periodo de estudio se publicaron 112 artículos relacionados con herpetología chilena (2005 n=21; 2006 n=12; 2007 n=16; 2008 n=20; 2009 n=18; 2010 n=25). Los artículos se publicaron en 54 diferentes revistas científicas. El 82,1% de los artículos se publicó en revistas indexadas en el ISI-Wok. La revista con mayor número de publicaciones fue Zootaxa (n=10).

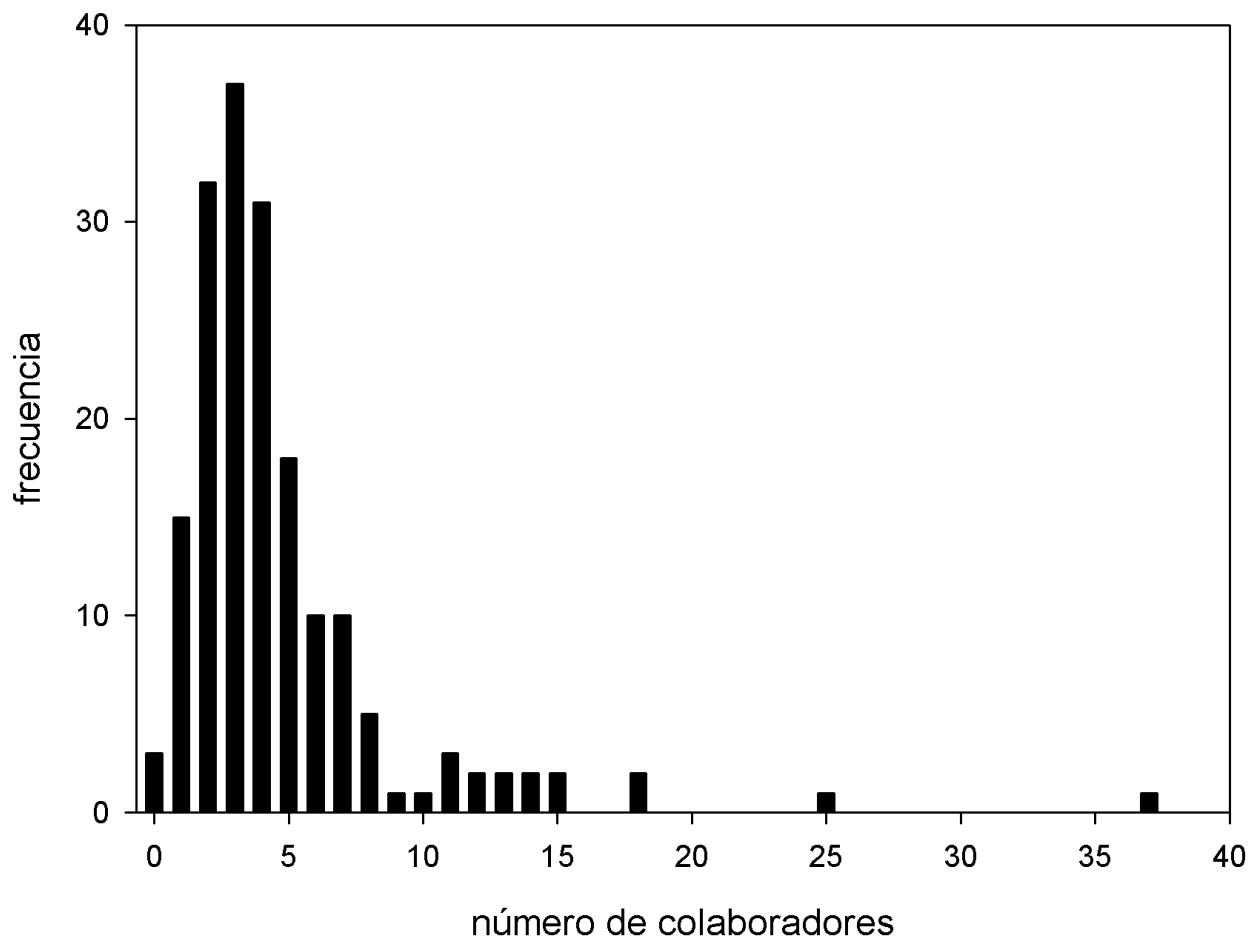


Figura 1. Histograma del número colaboradores por autor sobre artículos herpetológicos Chilenos en el periodo 2005-2010.

Figure 1. Histogram of the number of collaborators per autor of Chilean herpetological articles between 2005 and 2010.

Por otra parte, de los artículos analizados, 101 (90,2%) fueron publicadas en coautoría. En el periodo existen 178 autores, los cuales realizaron 361 firmas, entregando un IFT de 3,2. El promedio de colaboradores por autor es de 4,7 (rango 0-37; Figura 1), mientras que el exponente τ de la frecuencia de colaboradores por autor es de 1,2. El número de colaboradores por autor se correlacionó positivamente con el número de firmas (Correlación de Spearman $r_s = 0,537$; $n = 178$; $P < 0,0001$), pero no con el de artículos (Correlación de Spearman $r_s = 0,138$; $n = 178$; $P = 0,066$).

Tabla 1. Autores principales más prolíficos de artículos herpetológicos chilenos para el periodo 2005-2010.
 a) Número de artículos como primer autor; b) Número de firmas; c) Número total de colaboradores; d) Índice firmas/artículos como primer autor, indica el grado de colaboración de cada autor; e) Promedio de las firmas en sus artículos, valores mayores indican que los autores trabajan con un mayor número de investigadores en sus trabajos.

Table 1. The most prolific main authors of Chilean herpetological articles for the 2005-2010 period. a) Number of main author papers; b) Number of signatures; c) Number of total collaborators; d) authors/paper index as a main author, indicates the degree of collaboration of each author; e) Average of signatures in their articles, higher values indicate that the authors work with a greater number of investigators in their articles.

Autor	a	B	C	d	e
Pincheira-Donoso D.	9	9	6	1.0	2.4
Cuevas C.	8	9	4	1.1	1.6
Naya D. E.	8	8	6	1.0	3.6
Vidal M. A.	8	10	13	1.3	3.1
Correa C.	6	9	18	1.5	4.8
Labra A.	5	7	12	1.4	3.0
Torres-Pérez F.	3	5	15	1.7	5.0
Rabanal F. E.	3	5	6	1.7	1.3
Penna M.	3	5	9	1.7	2.7
Celedon-Neghme C.	2	2	4	1.0	3.5
Victoriano P. F.	2	6	14	3.0	4.0
Benavides A. G.	2	2	5	1.0	3.5
Sepulveda M.	2	3	6	1.5	3.5
Méndez M. A.	2	17	37	8.5	4.5

Un total de 62 autores firmaron como primer autor uno o más artículos, con un promedio de 1.8 artículos por autor. La pendiente del ajuste potencial de la frecuencia del número de artículos por autor fue de -1,53, con un coeficiente de determinación de 0,77. Si hay un buen ajuste a la distribución potencial, en el programa LOTKA 1.02 el parámetro β debe variar entre 1,27 y 3,29 y el valor calculado del estadígrafo Kolmogorov-Smirnov (D_{\max}) superar al tabulado para el nivel crítico deseado (Rau, 2011). La distribución de la productividad de los autores presentó un valor $C=0,732$ y $\beta=2,439$ ($P=0,05$; $D_{\max}=0,0388$), por lo que la productividad de los autores se ajusta a la ley de Lotka.

Los autores más productivos se detallan en la Tabla 1. Los países de las afiliaciones de los autores principales fueron Chile ($n=87$), Reino Unido ($n=8$), Argentina ($n=7$), Estados Unidos ($n=4$), Alemania ($n=1$), Brasil ($n=1$), Noruega ($n=1$), Perú ($n=1$), España ($n=1$) y Rusia ($n=1$). Además, las instituciones chilenas afiliadas a los autores principales se muestran en la Figura 2.

Finalmente, la representación gráfica de la red se muestra en la Figura 3, la cual está conformada por 16 componentes, con un componente gigante representado por 127 autores, lo que corresponde al 71,3% del total de autores. Por otra parte, el diámetro de la red es de siete y la distancia promedio de 3,4 nodos. Marco Méndez es el nodo que juega el rol más importante en la red, y los nueve restantes “hubs” son los autores Veloso A., Sallaberry M., Correa C., Lamborot M., Ortiz J. C., Vidal M. A., Nuñez J. J., Soto E. R. y Torres-Pérez F.

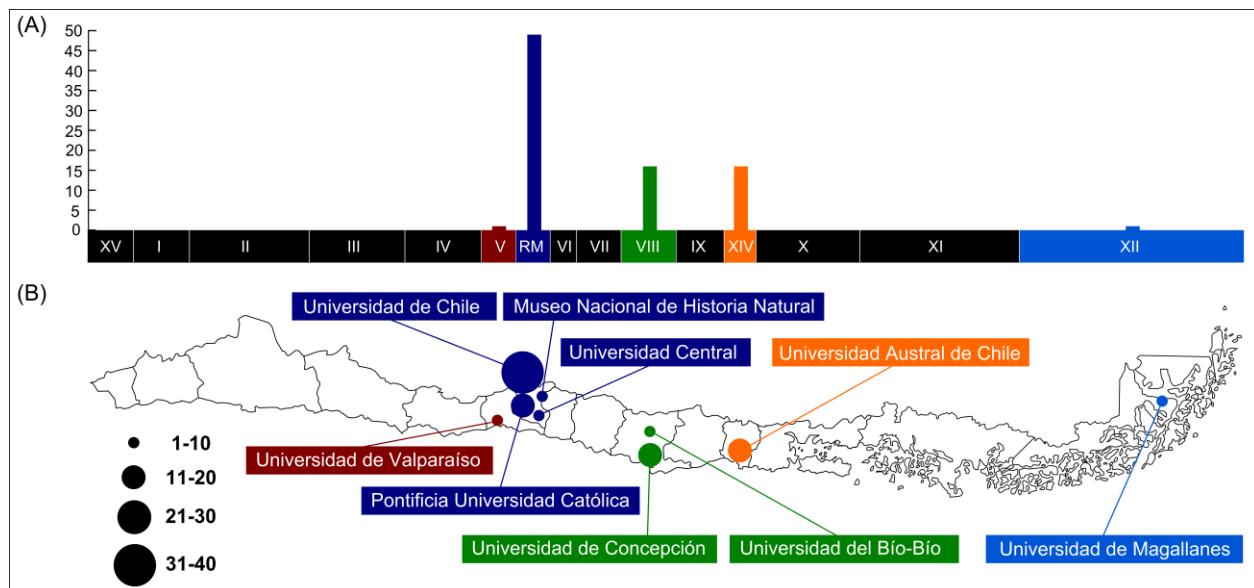


Figura 2. Afiliaciones chilenas de los autores principales (A) por región administrativa, y (B) por institución.

Figure 2. Chilean affiliations of the main authors (A) per administrative regions, and (B) by institution.

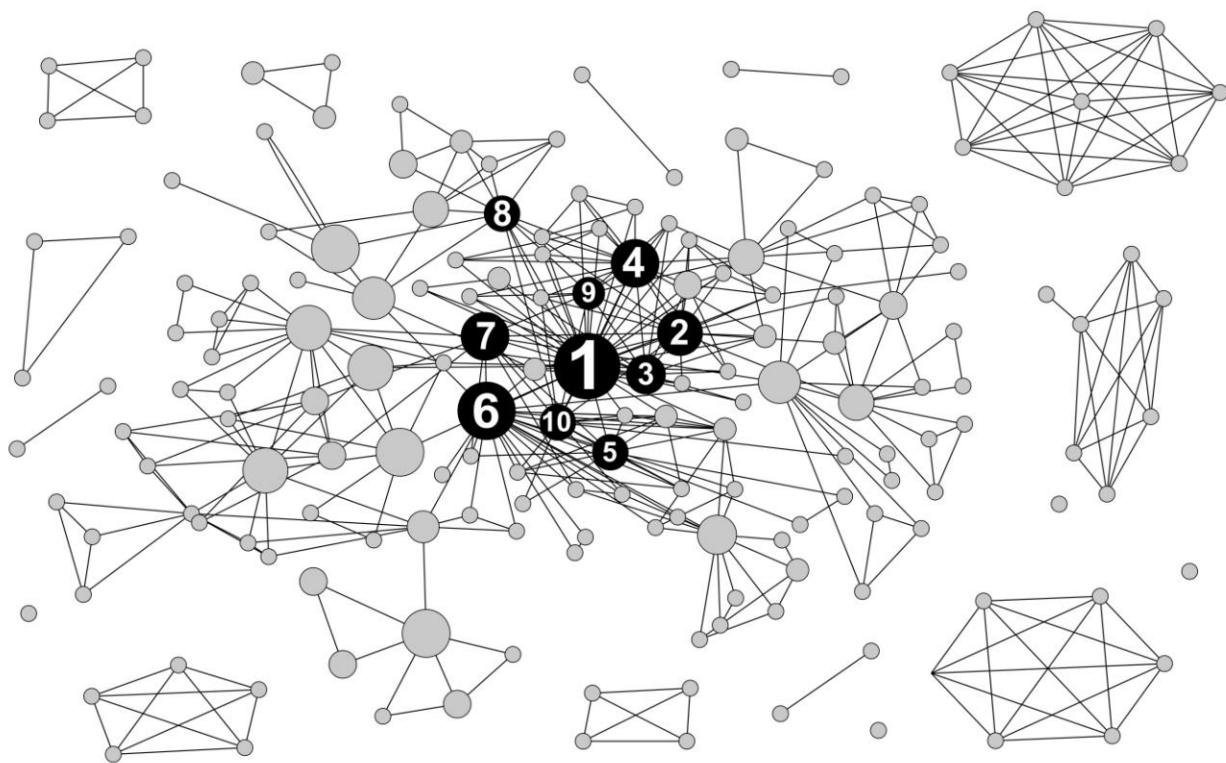


Figura 3. Red de colaboración en publicaciones herpetológicas chilenas. El tamaño de los nodos representa el número de firmas por autor. En negro se representan los centros de actividad. (1) Méndez M., (2) Veloso A., (3) Sallaberry M., (4) Correa C., (5) Lamborot M., (6) Ortiz J. C., (7) Vidal M. A., (8) Nuñez J. J., (9) Soto E. R., (10) Torres-Pérez F.

Figure 3. Collaboration network in Chilean herpetological publications. The node size represents the number of signatures per autor. The activity centers are represented in black nodes. (1) Méndez M., (2) Veloso A., (3) Sallaberry M., (4) Correa C., (5) Lamborot M., (6) Ortiz J. C., (7) Vidal M. A., (8) Nuñez J. J., (9) Soto E. R., (10) Torres-Pérez F.

Discusión

Es posible que la metodología de búsqueda utilizada en primera instancia (ISI-Wok), pueda haber excluido algunos artículos en los cuales las palabras claves, resumen y/o título no coincidían con los tópicos de búsqueda, por esta razón se reforzó la base de datos con la recopilación bibliográfica del CASEB.

Los investigadores principales publicaron en este periodo un bajo número de artículos por autor, siendo este menor al encontrado en otras redes científicas internacionales de variados campos, tales como las ciencias biomédicas, biología, física, matemáticas, entre otros (Newman, 2001; 2004). En este sentido, el bajo número de artículos por autor puede deberse en cierta

medida a lo acotado de la red, y que probablemente algunos autores hayan publicado artículos científicos en otros temas no relacionados con la herpetofauna chilena.

Si bien la mayoría de los artículos publicados fueran escritos en coautoría, esta colaboración parece estar limitada a grupos de trabajo pequeños. Esto puede ser corroborado por el bajo número de colaboradores por autor (Figura 1) y el bajo IFT, el que es menor al encontrado en la Revista Española de Cardiología (6.23; Valderrama-Zurián *et al.*, 2007), Biología Reproductiva (5.24; González-Alcaide *et al.*, 2008a), Revista de Neurología (4.01; González-Alcaide *et al.*, 2008b), Reducción del Consumo de Tabaco (3.72; De Granda-Orive *et al.*, 2011), y Ciencias Biomédicas (3.75; Newman, 2001). Es necesario evaluar la evolución de este parámetro de colaboración a través del tiempo, y así determinar si la herpetología en Chile sigue la tendencia de un aumento en el número de autores por artículo presentada en el resto de las ciencias (Guimerá *et al.*, 2005; Glänzel & Schubert, 2004), o si entre los investigadores existe cierta limitación para formar grupos de trabajo más numerosos. Estos valores son parámetros muy importantes de la comunidad científica y su capacidad de producir nueva información, ya que su aumento puede conllevar a un incremento de la productividad y el impacto de los artículos (Molina-Montenegro & Gianoli, 2010; Glänzel & Schubert, 2004; Lee & Bozeman, 2003).

El número de colaboradores por autor se correlacionó fuerte y positivamente con el número de firmas, lo que puede ser esperable, ya que un autor firmando en más trabajos tiene mayor posibilidad de tener coautoría con diversos autores. Esto no es necesariamente así, ya que un autor podría firmar muchos trabajos en un periodo pero trabajar siempre con los mismos colaboradores. Esta evidencia ratifica el hecho de que el grado de colaboración de un autor aumenta su productividad, al menos en coautoría. Sin embargo, por otra parte, el número de colaboradores y el número de artículos no se correlacionó, lo que se puede explicar por el hecho de que muchos autores tienden a colaborar y firmar como coautores, más que a ser los investigadores principales (solo el 34,8% de los autores es investigador principal en algún artículo). Esto es apoyado por el valor del exponente τ ($=1,2$) de la frecuencia de colaboradores por autor, para el cual Newman (2001) describe que redes que poseen un exponente τ menor a dos tienen la característica de estar dominadas por un pequeño número de primeros autores. En este contexto, es conocido en Chile que muchos de los autores “senior” publican mayoritariamente como coautores, por ser estos los directores de laboratorios de trabajo, dejando en los nuevos estudiantes la labor del primer autor (“M. A. Vidal, comunicación personal, 2011”).

La distribución del número de artículos por autor se ajusta a lo esperado según el modelo de productividad descrito por Lotka (1926), lo que significa que la mayoría de los autores principales publica un pequeño número de artículos, mientras que solo unos pocos o también conocidos como la “élite”, publica una gran cantidad de artículos (Rau, 2011). Si bien nosotros describimos la comunidad herpetológica de Chile, algunos autores principales están afiliados a instituciones extranjeras, lo que puede deberse en la mayoría de los casos a investigadores chilenos que se encontraban realizando estudios de postgrado en el extranjero. Las instituciones chilenas donde se produce investigación herpetológica están representadas mayoritariamente por universidades, las que no se encuentran distribuidas homogéneamente a lo largo del país

(Figura 2). En este sentido, los investigadores principales se encuentran afiliados principalmente a universidades de la Región Metropolitana, Región del Bío-bío y Región de Los Ríos; con una total ausencia de afiliaciones a universidades del norte del país. Además, existe una gran concentración de la producción en la Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile; produciéndose en estas casas de estudio el 68,8% del total de los artículos analizados. Estos resultados son concordantes con el desarrollo contemporáneo de la herpetología en Chile, donde destacan investigadores senior como Formas J. R. (Universidad Austral de Chile), Ortiz J. C. (Universidad de Concepción), Veloso A. y Lamborot M. (Universidad de Chile), y Núñez H. (Museo Nacional de Historia Natural; Ortiz, 2008); la formación de grupos de trabajo y nuevos investigadores por parte de estos científicos puede explicar en gran parte la distribución de la producción herpetológica en Chile.

Mientras mayor sea el componente gigante de la red, mejor será la interconexión entre los autores (Borracci *et al.*, 2001). En este caso, del total de autores que publicaron algún tema referente a anfibios y reptiles de Chile, el 71,3% está conectado de alguna forma. Este valor es levemente inferior al encontrado en revistas de ecología (75%; Guimerá *et al.*, 2005), y otras redes científicas (82-92%; Newman, 2004). Por otra parte, es interesante que la distancia promedio de separación sea solo de 3,4 nodos, esto quiere decir que para que un autor se pueda conectar con otro cualquiera dentro de la red principal, debe recorrer en promedio tres autores. Este valor es más bajo al encontrado por Newman (2001) en MEDLINE, Los Alamos e-Print Archive y NCSTRL, y Borracci *et al.* (2009) en la Revista Argentina de Cardiología. Sin embargo, es posible que este resultado sea un reflejo del pequeño tamaño de la comunidad de herpetología en Chile.

Las medidas de centralidad nos permiten identificar individuos que están mejor conectados a los otros o tienen más influencia en estos (Newman, 2003). En este sentido, los autores que representan los centros de actividad son de suma importancia en mantener la conexión y el flujo de información dentro de la red de herpetología en Chile.

Las redes de vinculación informales, tales como los colegas invisibles (colegas que colaboran pero que no quedan plasmados en la coautoría), pueden ser igual de importantes para la adquisición y transmisión del conocimiento científico (Bozeman & Corley, 2004). Se ha planteado que la mayoría de las colaboraciones se inician con relaciones informales establecidas principalmente durante el período de entrenamiento de los investigadores. En este sentido, congresos, conferencias, reuniones, visitas e intercambios institucionales, constituyen eventos significativos para el posterior desarrollo de una colaboración científica (Arancibia-Jorge & De Moya, 2008). La reciente formación de la Red Chilena de Herpetología (RECH; www.herpetologiadechile.cl) en 2010, podría jugar un rol fundamental en el flujo de la información y el fortalecimiento de la colaboración, tanto formal (medible por coautoría) como informal (colegas invisibles).

Es necesario evaluar a futuro la colaboración institucional tanto nacional como internacional. Ya que seguramente la red se configura de tal manera que conforma pequeños grupos que presentan más uniones y que trabajan en conjunto más comúnmente. Entonces, aunque el 71,3%

de los autores se encuentren interconectados, es posible que la información fluya con mayor facilidad en ciertos conglomerados de investigadores.

Conclusiones

Este trabajo corresponde a la primera evaluación de la estructura y producción de la comunidad de herpetología en Chile. Esta comunidad está caracterizada por pequeños grupos de trabajo, con un 71,3% de los investigadores interconectados, mientras que las afiliaciones de los autores principales se encuentran altamente concentradas en universidades de la zona centro-sur del país. Además, la productividad de artículos por autor fue baja y sin una clara tendencia al alza en los años estudiados, siguiendo esta la distribución descrita por Lotka, lo que hace referencia a la existencia de una élite que produce un gran porcentaje de los artículos. Finalmente, la formación de nuevas instancias de unión, como la RECH, probablemente fortalecerá el flujo de información, la productividad y el impacto de esta comunidad científica.

Agradecimientos

A Raúl Borracci y Jaime Rau A. por su ayuda en el análisis de Lotka. A Marcela Vidal, Nicole Sallaberry P., Daniel Pincheira-Donoso y un revisor anónimo por sus importantes comentarios al manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Andrade, H. B., E. López & T. Bonavia, 2009. Dimensions of scientific collaboration and its contribution to the academic research groups' scientific quality. *Research Evaluation*, 18:301-311.
- Arencibia-Jorge, R. & F. De Moya, 2008. La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la Cienciometría. *Acimed*, 17(4). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102494352008000400004&lng=en&nrm=iso. Último acceso: Julio 19, 2011.
- Borracci, M. A., H. C. Doval, D. Manente & C. D. Tajer, 2009. Redes de colaboración científica en las publicaciones cardiológicas argentinas. *Revista Argentina de Cardiología*, 77:487-492.
- Bozeman, B. & E. Corley, 2004. Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*, 33: 599–616.
- Cardillo, A., S. Scellato & V. Latora, 2006. A topological analysis of scientific coauthorship networks. *Physica A*, 372: 333-339
- De Granda-Orive, J. I., R. Aleixandre-Benavent, A. Alonso-Arroyo, G. González-Alcaide, S. Villanueva-Serranov, C. Jiménez-Ruiz, S. Solano-Reina, J. Jareño-Esteban, F. Roig, & F. García, 2011. Análisis de la producción, repercusión y colaboración sobre reducción del consumo de tabaco a través del Science Citation Index (2002-2007). *Revista de Patología Respiratoria*, 14: 10-18.
- Glänzel, W. & A. Schubert, 2004. Analyzing scientific collaboration through co-authorship. pp. 257-276. En: Moed H. F., W. Glänzel & U. Schmoch (eds) *Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA.

- González-Alcaide, G.; Aleixandre-Benavent, R.; Navarro-Molina, C. & Valderrama-Zurián, J. C. 2008a. Coauthorship networks and institutional collaboration patterns in reproductive biology. *Fertility and Sterility*, 90: 941-956.
- González-Alcaide, G., A. Alonso-Arroyo, J. González de Dios, A. P. Sempere, J. C. Valderrama-Zurián & R. Aleixandre-Benavent, 2008b. Redes de coautoría y colaboración institucional en Revista de Neurología. *Revista de Neurología*, 46: 642-651.
- Guimerá, R., B. Uzzi, J. Spiro & L. A. Nunes, 2005. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*, 308:697-702.
- Kundra, M. & H. Kretschmer, 1999. A new model of scientific collaboration part 2. Collaboration patterns in indian medicine. *Scientometrics*, 46: 519-528.
- Lee, S. & B. Bozeman, 2005. The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Social Studies of Science*, 35: 673-702.
- Lotka, A. J., 1926. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Science*, 16: 317-323.
- Milgram, S., 1967. The small world problem. *Psychology Today*, 2: 60-67.
- Molina-Montenegro, M. A. & E. Gianoli, 2010. El índice-I, un nuevo estimador del impacto de la productividad científica: Los ecólogos de Chile como caso de estudio. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 219-227.
- Newman, M. E. J., 2001. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 98: 404-409.
- Newman, M. E. J., 2003. The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45: 167-256.
- Newman, M. E. J., 2004. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 101: 5200-5201.
- Ortiz, J. C., 2008. Desarrollo de la Herpetología en Chile. pp. 3-29. En: Vidal M. A. & Labra A. (eds) *Herpetología de Chile*. Science Verlag, Santiago, Chile.
- Rau, J. R., 2011. ¿Sigue la producción de artículos ISI de los ecólogos chilenos (*sensu lato*) la ley de Lotka (1926)? *Revista Chilena de Historia Natural*, 84: 213-216.
- Rousseau, N. & R. Rousseau, 2000. LOTKA: A program to fit a power law distribution to observed frequency data. *Cybermetrics*, 4. (en línea) URL:
<http://cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v4i1p4.html>. Accedido Agosto 16, 2011.
- Travers, J. & S. Milgram, 1969. An Experimental Study of the Small World Problem. *Sociometry*, 32: 425-443.
- Valderrama-Zurián, J. C., G. González-alcaide, F. Valderrama-Zurián, R. Aleixandre-Benavent & A. Miguel-Dasit, 2007. Redes de coautorías y colaboración institucional en revista española de cardiología. *Revista Española de Cardiología*, 60: 117-30.
- Vimala, V. & P. Reddy, 1996. Authorship pattern and collaborative research in the field of zoology. *Malaysian Journal of Library & Information Science*, 1: 43-50.

SINOPSIS DE LA ORNITOLOGÍA EN EL ARCHIPIÉLAGO DE CHILOÉ, SUR DE CHILE

Jaime A. Cursach^{1,2}, Jaime R. Rau^{2,3}, Claudio N. Tobar^{2,4,5} & Jonnathan Vilugrón²

¹*Laboratorio de Investigación Socioambiental, Programa ATLAS, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad de Los Lagos, casilla 933, Osorno, Chile, jcjurval@gmail.com*

²*Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Básica, Universidad de Los Lagos, casilla 933, Osorno, Chile*

³*Programa IBAM, Universidad de Los Lagos, casilla 933, Osorno, Chile*

⁴*Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Los Carrera 753, Osorno, Chile*

⁵*Centro de Estudios en Biodiversidad de Chile (CEBCh), Osorno, Chile*

Resumen

Mediante una revisión de la literatura científica publicada entre los años 1960 y 2010 referente a las aves silvestres del archipiélago de Chiloé, se encontraron 70 artículos publicados desde los cuales se generó una síntesis informativa actualizada sobre el estado y desarrollo de la ornitología en este archipiélago. Durante la década 1971-1980 las investigaciones ornitológicas en Chiloé estuvieron enfocadas hacia estudios sobre la abundancia y distribución de las aves, dando comienzo (1981-1990) a investigaciones sobre interacciones interespecíficas entre las aves y el bosque nativo, alcanzando su mayor desarrollo durante la década 1991-2000. Entre dichos años, aumentó tanto el número de artículos publicados como la diversidad de líneas de investigación desarrolladas. En la década 2001-2010, estudios sobre biología reproductiva (aves marinas y terrestres) y relacionados a la biología de la conservación dominaron el universo de artículos encontrados. Los sitios de estudio donde se realizaron las investigaciones ornitológicas en Chiloé estuvieron concentrados principalmente en las dependencias y cercanías de la Estación Biológica Senda Darwin. Se reconoce la presencia de 156 especies de aves silvestres en Chiloé, de las cuales el 11,5% se encuentra dentro de alguna categoría de amenaza para su conservación.

Palabras clave: Aves, bibliometría, Ecoregión Chiloense, conservación, Williche.

Synopsis of the ornithology in the Chiloé archipelago, southern Chile

Abstract

Through a review of scientific literature published between 1960 and 2010 relating to wild birds of the archipelago of Chiloé, 70 articles were published from which we generated a summary update on the status and development of the ornithology in this archipelago. During the decade 1971-1980 the ornithological research in Chiloé were focused towards studies on the abundance and distribution of birds, starting (1981-1990) research on interspecific interactions between birds and the native forest, reaching its highest development during the decade 1991-2000. Between these years, increase the number of articles and the diversity of research lines development. In the decade 2001-2010, reproductive studies (seabirds and terrestrial) and associated with biological conservation dominated universe of articles found. The study sites of the ornithological research in Chiloé were mainly concentrated in and near of the Senda Darwin Biological Station. It recognizes the presence of 156 species of wild birds in Chiloé, of which 11,5% is within a category of threat to their conservation.

Key words: Birds, bibliometry, Chiloense Ecoregion, conservation, Williche.

Introducción

Los notorios avances en el desarrollo de la ornitología chilena durante el último medio siglo merecen, como todo proceso creativo, ser reflexionados particularmente en sus deficiencias como en sus posibilidades y tareas intelectuales. El interés por recopilar la literatura científica publicada sobre las aves chilenas parece iniciarse con los trabajos pioneros publicados por Drouilly (1967, 1969) y Kennedy *et al.* (1981), los cuales condujeron a posteriores análisis bibliométricos más exhaustivos (Schlatter, 1979; Lazo & Silva, 1992) manteniendo la misma escala espacial (*i.e.*, Chile). Aún así, la variedad de ambientes que abarca el territorio chileno (distintas latitudes y altitudes) exige diferentes enfoques para el análisis de su biodiversidad, ante lo cual se requiere utilizar variadas escalas espaciales como por ejemplo biomas y ecorregiones.

Dentro de la Patagonia chilena se ubica la ecorregión Chiloense (41 - 47° S), en cuya porción norte se encuentra el archipiélago de Chiloé (ver Hucke-Gaete *et al.*, 2010). Este archipiélago (42-43° S; 73-75° O) está compuesto por la isla grande de Chiloé y más de 40 islas menores que abarcan una superficie total de 9.182 km² (Figura 1).

El conocimiento sobre las aves silvestres en el archipiélago de Chiloé se remonta desde los relatos emanados por los pueblos originarios del lugar, principalmente Mapuche-Williches y canoeros (Álvarez & Navarro, 2010a), cuyas éticas sociales, lenguaje onomatopéyico y cosmovisión se interrelacionan con la diversidad de aves presentes en su entorno (Aillapán & Rozzi, 2004). Ya en el año 1555 los primeros contingentes europeos realizaban visitas exploratorias en la zona (Álvarez & Navarro, 2010a), acompañándose de naturalistas como el renombrado Charles Darwin durante 1834-35 (Willson & Armesto, 1996). Con el pasar del tiempo, las acciones humanas (occidentalizadas) fueron modificando el paisaje natural generando cambios en la composición de los ensambles de aves presentes en el archipiélago (Willson & Armesto, 1996). En la actualidad, el notorio avance del conocimiento ornitológico en esta zona (ver Carmona *et al.*, 2010) merece ser analizado y reflexionado para proyectar de él ejemplos a imitar, así como también las necesidades de investigación.

El objetivo de este trabajo es entregar una síntesis informativa actualizada sobre el estado y desarrollo de la ornitología en el archipiélago de Chiloé durante los últimos 50 años (1960-2010), detectando las carencias, fortalezas y tendencias del conocimiento, orientando su análisis hacia la conservación de las aves y sus diferentes ambientes.

Materiales y Métodos

El archipiélago de Chiloé (en adelante Chiloé) se caracteriza por presentar abundantes lluvias (4.000 a 7.000 mm por año) y una geografía dominada por montañas de baja altitud que conforman las últimas elevaciones importantes de la Cordillera de La Costa, en cuyo litoral oriental existen fiordos y bahías muy cerradas, con islas de distintos tamaños que dan pie a

numerosos archipiélagos, creando un laberinto de estrechos canales, muchos de los cuales son usualmente utilizados como vías de navegación (Hucke-Gaete *et al.*, 2010). De manera opuesta a la zona oriente (mar interior), la costa poniente (cubierta principalmente por la isla grande de Chiloé) es azotada constantemente por el fuerte oleaje del océano Pacífico, generando sistemas dunares y de acantilados que limitan la conectividad y el desarrollo de asentamientos humanos, permitiendo que en la zona suroeste de la isla grande se ubiquen los últimos reductos de bosque nativo adulto siempreverde de todo el archipiélago (Smith-Ramírez, 2004; Hucke-Gaete *et al.*, 2010). Las principales actividades humanas desarrolladas en este archipiélago son la agricultura, pesca extractiva y acuicultura, existiendo fuertes alteraciones antrópicas sobre los sistemas naturales y a la vez un potente arraigo cultural (basado en prácticas ancestrales) que caracteriza a la sociedad Chilota (Alvarez & Navarro, 2010b).

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática y exhaustiva sobre la literatura científica publicada entre los años 1960 y 2010 referente a las aves silvestres de Chiloé, mediante el uso de palabras claves (*i.e.*, birds Chiloe, aves Chiloé) en las fuentes electrónicas de ISI Web of Knowledge, Blackwell Synergy, ScienceDirect, SpringerLink, Scielo, así como también en el buscador de Google Académico. Los trabajos recopilados fueron clasificados en décadas según su año de publicación, categorizando: a) la nacionalidad de los autores, b) la revista utilizada para publicar, c) el área de investigación desarrollada según lo propuesto por Lazo & Silva (1992), d) sitio de estudio en donde se realizó la investigación, e) especies estudiadas y f) la institución a la cual se asociaron los autores. Para analizar la dinámica de las diversas líneas de investigación ornitológica realizadas en Chiloé, se utilizó el índice de diversidad de Shannon (H') y su varianza (s^2H) mediante el programa DIVERS.

Para la clasificación taxonómica de las aves se utilizó el listado de Remsen *et al.* (2011), identificando el estado de conservación de cada especie según criterios nacionales (SAG 2011) e internacionales (IUCN 2011).

Resultados

En total se encontraron 70 trabajos publicados sobre aves silvestres de Chiloé. Durante los años 1960-1970 no se registraron artículos publicados, por lo que se obvió todo tipo de análisis para este decenio.

A mediados de la década 1990-2000 comenzó a aumentar el número de trabajos publicados anualmente (Figura 2), así como también el número de investigadores nacionales y extranjeros dedicados al estudio de aves en Chiloé (Tabla 1).

El 41,4% de los estudios ornitológicos en Chiloé han sido publicados en revistas científicas nacionales, observándose un aumento del número de artículos publicados en revistas extranjeras en función del tiempo (Tabla 1). La mayoría de los artículos han sido publicados en el Boletín Chileno de Ornitología (24,3%), seguido por la Revista Chilena de Historia Natural (12,9%) y The Condor (7,1%).

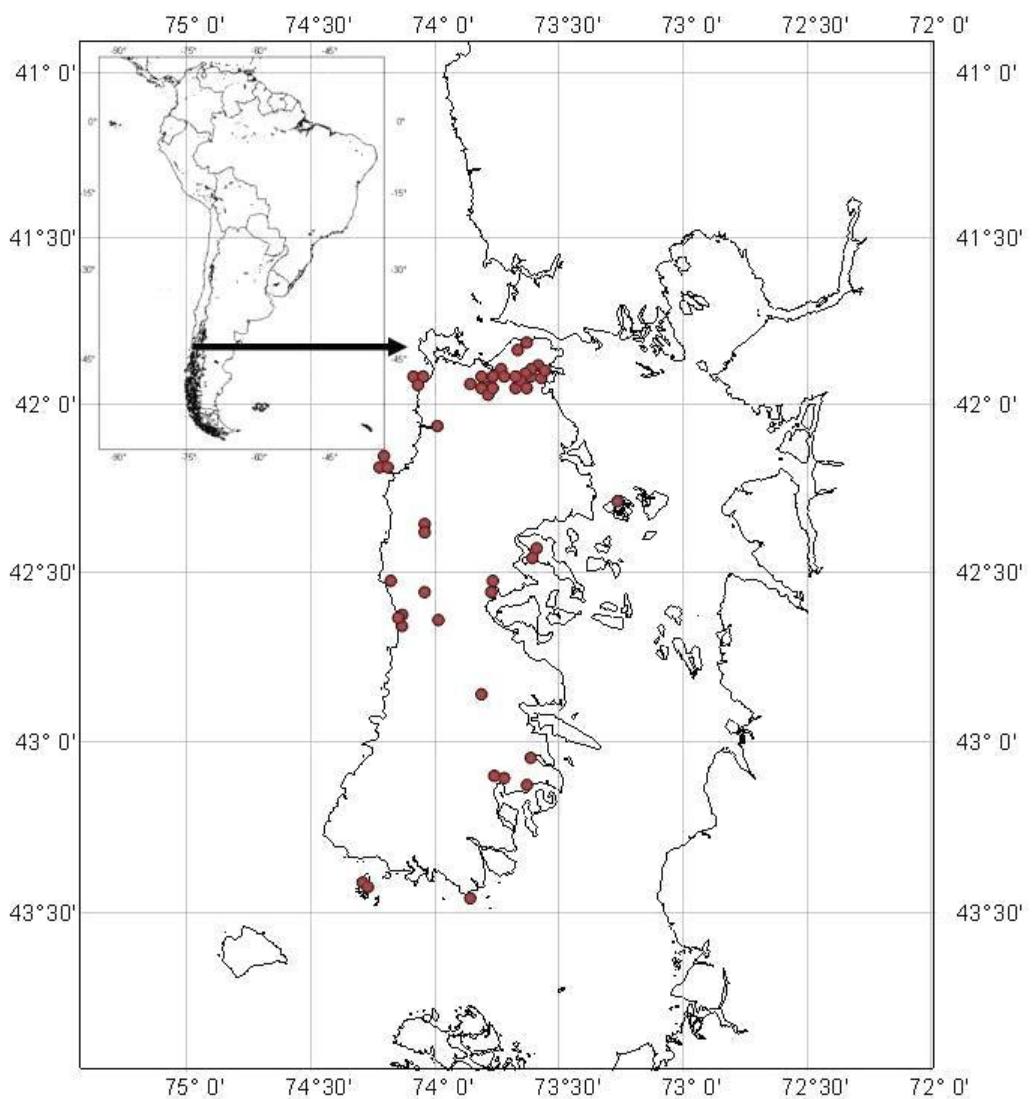


Figura 1. Detalle de la ubicación geográfica del archipiélago de Chiloé, indicando (círculos rojizos) la abundancia y distribución espacial de los estudios ornitológicos publicados durante los años 1971 y 2010

Figure 1. Details of the geographic location of the Chiloe archipelago, indicating (red circles) the abundance and spatial distribution of ornithological studies published during the years 1971 and 2010

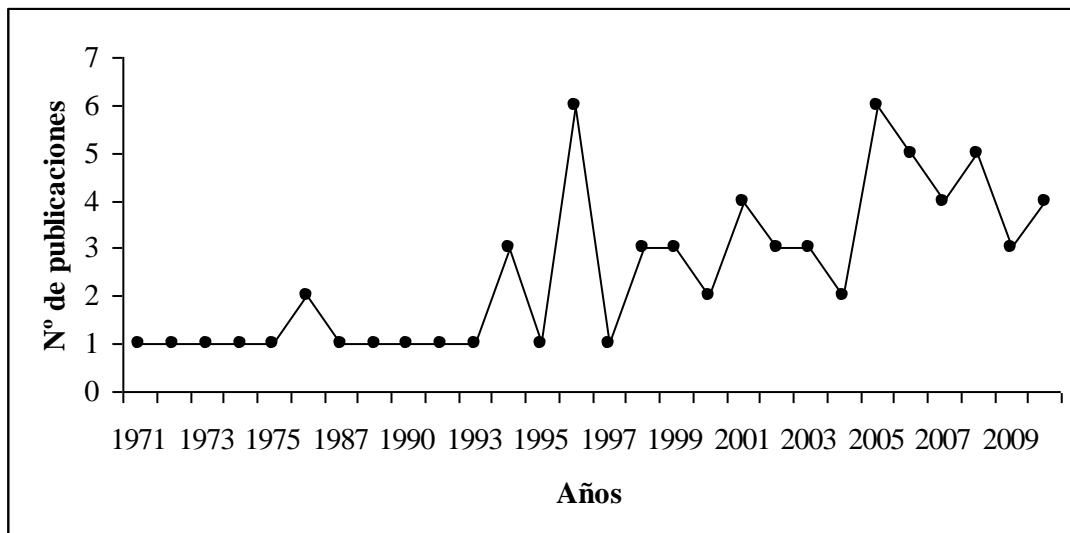


Figura 2. Número de trabajos publicados (por año) sobre ornitología en Chiloé, durante los años 1971 y 2010 (n= 70).

Figure 2. Number of publications (per years) on ornithology in Chiloe, during the years 1971 and 2010 (n= 70).

Tabla 1. Parámetros diagnósticos de la ornitología en Chiloé mediante trabajos publicados (n= 70) entre 1971 y 2010.

Table 1. Diagnostic parameters of the ornithology published for Chiloe (n= 70) between 1971 and 2010.

Parámetros	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
Autores	7	7	30	95
Autores nacionales	6	7	24	50
Autores extranjeros	1	0	6	39
Artículos publicados por autores nacionales junto a extranjeros	0	0	5	21
Nº promedio de trabajos/año (rango)	0,7 (0 - 2)	0,3 (0 - 1)	2,1 (0 - 6)	3,9 (2 - 6)
Artículos publicados en revistas nacionales	6	2	10	11
Artículos publicados en revistas extranjeras	1	1	11	28

Durante la década 1971-1980 las investigaciones ornitológicas en Chiloé estuvieron enfocadas hacia estudios sobre la abundancia y distribución de las aves (Tabla 2). En la siguiente década (1981-1990) comenzaron a realizarse investigaciones sobre interacciones interespecíficas, principalmente enfocadas a estudios sobre mutualismo en la dispersión de semillas que realizan las aves dentro del bosque, área ornitológica que alcanzó su mayor desarrollo en Chiloé durante la década 1991-2000 (Tabla 2). En esta última década se observó un aumento en la diversidad de líneas de investigación desarrolladas sobre aves en Chiloé (Tabla 2).

Durante la década 2001-2010, el notable aumento en el número de trabajos publicados se relacionó con la diversificación de las áreas de investigación, donde los estudios sobre reproducción de aves en ambientes boscosos (diversos tipos de bosque nativo) y marinos (islas e islotes costeros), así como también estudios enfocados hacia la conservación de aves y sus ambientes, fueron las líneas de investigación más desarrolladas (Tabla 2).

Los sitios de estudio en donde se realizaron las investigaciones ornitológicas en Chiloé, estuvieron concentrados principalmente en las dependencias y cercanías de la Estación Biológica Senda Darwin (Figura 1).

El grupo de aves que habitan ambientes de bosque nativo (en diferentes estados sucesionales) se han constituido como el más importante (66,2%) objeto de estudio para la ornitología de Chiloé (Figura 3), donde las aves pertenecientes a la familia Rhinocryptidae, en especial el chucao (*Scelorchilus rubecula*) y el hued-hued del sur (*Pteroptochos tarnii*), fueron las especies con mayor número de estudios.

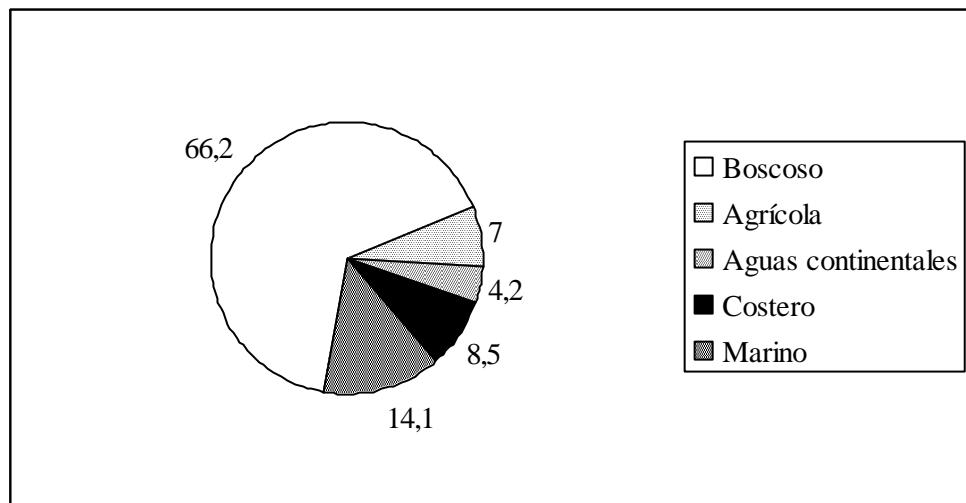


Figura 3. Porcentaje de estudios ornitológicos realizados en Chiloé, para los diversos ecosistemas presentes, mediante trabajos publicados durante los años 1971 y 2010 (n= 70)

Figure 3. Percentage of ornithological studies conducted in Chiloé, for the various ecosystems present, with works published during the years 1971 and 2010 (n= 70)

Tabla 2. Áreas de investigación ornitológica desarrolladas en Chiloé durante los años 1971 y 2010. La frecuencia de trabajos publicados se expresa como porcentaje (%). Presentando los valores obtenidos para el índice de diversidad de Shannon y su varianza

Table 2. Ornothological research areas developed in Chiloe during the years 1971 and 2010. The published frequency is expressed as a percentage (%). Presenting the values obtained for the Shannon diversity index and its variance

Áreas	1971-1980 (n = 7)	1981-1990 (n = 3)	1991-2000 (n = 21)	2001-2010 (n = 39)
Anatomía y morfología	0	0	0	5,1
Dieta	0	33,3	0	0
Enfermedades y parásitos	0	0	4,8	5,1
Conducta	0	0	0	5,1
Censos y/o abundancia	42,9	0	19,1	12,8
Reproducción	0	0	4,8	25,7
Distribución	42,9	0	14,3	5,1
Interacciones interespecíficas	0	66,7	28,5	15,4
Evolución y biogeografía	0	0	9,4	2,6
Protección y conservación	0	0	14,3	20,5
Revisiones temáticas	14,2	0	4,8	2,6
H' ± s ² H'	1,004 ± 0,010	0,636 ± 0,008	1,889 ± 0,012	2,022 ± 0,011

Se registraron 49 instituciones (de éstas, el 32,7% nacionales) a las cuales se asociaron los investigadores que han desarrollado ornitología en Chiloé, destacando en función al número de trabajos publicados: Universidad de Chile (15,5%), Pontificia Universidad Católica de Chile (12,3%), University of Florida (7,7%), University of Alaska (7,7%), Universidad Austral de Chile (6,5%) y Fundación Senda Darwin (6,5%).

Se reconoce la presencia de 156 especies de aves silvestres presentes en Chiloé, representadas taxonómicamente por 18 órdenes y 43 familias. Los órdenes con mayor representación fueron Charadriiformes y Passeriformes ambos con 39 especies, seguidos por Procellariiformes con 15 especies. Las familias con mayor representación fueron Anatidae y Scolopacidae ambas con 14 especies, seguidas por Laridae con 13 especies.

Del total de especies de aves silvestres presentes en Chiloé, el 11,5% de ellas se encuentra dentro de alguna categoría de amenaza para su conservación tanto para el criterio nacional (18 especies) como el internacional (17 especies).

Discusión

En general, el archipiélago de Chiloé posee el 32,8% de las especies de aves descritas para Chile (Remsen *et al.* 2011).

La proporción de artículos publicados en revistas científicas sobre aves de Chiloé (nº de artículos / superficie del área de estudio) es siete veces superior al generado en otras zonas del país (Cursach *et al.*, 2009).

Dentro de los avances ornitológicos alcanzados en Chiloé, destaca la utilización de aves del sotobosque (familias Rhinocryptidae y Furnariidae) para determinar, mediante su desplazamiento y éxito reproductivo, las dimensiones mínimas apropiadas que deben poseer los corredores biológicos para su correcto funcionamiento dentro de la matriz de bosque nativo fragmentado (Sieving *et al.*, 2000; Willson *et al.*, 2001). Así también, estudios sobre la red de interacciones planta-polinizador y planta-frugívoro permitieron reconocer el importante rol que juegan algunas aves para la reproducción y dispersión de la flora que compone el bosque templado de Chiloé (Armesto & Rozzi, 1989; Smith-Ramírez & Armesto, 1994). Ambas líneas de investigación forman parte de los estudios ecológicos de largo plazo que realiza la Estación Biológica Senda Darwin, principalmente en la porción norte de la isla grande de Chiloé (Carmona *et al.*, 2010).

En cuanto al ambiente costero, estudios sobre las poblaciones del zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) durante su estadía en Chiloé como sitio de invernada, permitieron identificar a las costas de la isla grande de Chiloé como uno de los principales sitios de alimentación y descanso de esta y otras aves playeras en la costa pacífica austral (Espinosa *et al.*, 2006; Johnson *et al.*, 2007; Andres *et al.*, 2009). Por lo cual, es necesario que los actuales y futuros procesos de zonificación del borde costero integren la información publicada y a la vez inviertan en nuevas investigaciones sobre los sitios o cuarteles de invernada que utilizan las aves playeras migratorias en el archipiélago, así como también en identificar las variables socioambientales que influyen en la elección de un sitio u otro, por parte de las aves.

Para el caso de las aves marinas, a partir del primer reporte sobre una colonia mixta de pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y Humboldt (*S. humboldti*) en la costa expuesta de Chiloé (Simeone & Hucke-Gaete, 1997), se originaron variadas investigaciones sobre este objeto de estudio, detectándose el entrecruzamiento e hibridación de ambas especies (Simeone *et al.*, 2009), así como también un aumento en el número de nuevas colonias mixtas detectadas en la zona (Hiriart- Bertrand *et al.*, 2010). La reconocida interacción negativa entre las actividades pesqueras y estas aves marinas (Simeone *et al.*, 1999; Cardoso *et al.*, 2011), obliga a integrar esta amenaza dentro de las estrategias locales de sustentabilidad costera, considerando que las colonias de pingüinos forman parte de las primeras experiencias en actividades de ecoturismo desarrolladas por pescadores artesanales en Chiloé (Skewgar *et al.*, 2009).

Algunas de las temáticas ornitológicas pendientes de esclarecer, son la situación actual de la población del cóndor (*Vultur gryphus*) reportada por Manns (1977) en el litoral pacífico de la isla grande, así como también conocer las rutas migratorias de las abundantes poblaciones de flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) que visitan anualmente, durante la temporada invernal, las costas protegidas de Chiloé (Von Meyer & Espinosa, 1998), determinando además cuáles son las características ambientales de los sitios costeros utilizados por el flamenco chileno para su alimentación y descanso en la zona.

Las principales necesidades de investigación ornitológica detectadas en este trabajo, tienen relación con el estudio de aves acuáticas en ambientes continentales de Chiloé (*i.e.*, cuerpos lénticos y lóticos de agua dulce), así como también en los paisajes urbanos presentes en la isla grande. Para el primer caso, el alto número de cuerpos de agua continental presentes en Chiloé (ver MMA & CEA, 2011) no tiene relación con los escasos trabajos publicados sobre aves en estos ambientes, situación que en general refleja la realidad regional (Victoriano *et al.*, 2006). Pese a que el paisaje urbano sólo domina el 0,4% de la superficie total de Chiloé, gran parte de la población humana (57,1%) que habita el archipiélago reside en zonas urbanas (INE, 2005), generando procesos de alteraciones en el paisaje y sus componentes (*e.g.* aves) que aún se mantienen sin evaluar en Chiloé y el sur del país.

La proporción de especies de aves presentes en Chiloé catalogadas como amenazadas en su conservación (nº de especies categorizadas / superficie del área de estudio) es superior a la reportada para otras zonas del país (Cursach *et al.*, 2009). La condición insular que posee Chiloé aumenta las amenazas para la conservación de su biodiversidad¹, situación que se aprecia de forma clara en la constante pérdida de bosque nativo principalmente en el grupo de islas conocidas como Desertores (ubicadas en la costa este del archipiélago), así como también en la isla grande (ver Smith-Ramírez, 2004). El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado solo cubre el 6,7% de la superficie terrestre total de Chiloé y el 0,1% de la superficie costera (Rovira *et al.*, 2008). Para este último ambiente, así como también en lagos del interior de Chiloé, las intensivas y descontroladas actividades de acuicultura desarrolladas durante los últimos 20 años en la zona, han afectado sus entornos naturales y sociales directa e indirectamente (Álvarez & Navarro, 2010b), aún así, las interacciones entre la avifauna local y las abundantes actividades de acuicultura han sido escasamente estudiadas tanto en Chiloé como en el resto del país (Cursach *et al.*, 2011). En otro aspecto, la descuidada mantención de animales domésticos, tanto de compañía (*i.e.*, perros y gatos) como para consumo (*e.g.*, ganado vacuno), forma parte de una silenciosa y poco evaluada amenaza para la conservación de la biodiversidad en Chiloé, perturbando los sitios de descanso, alimentación y reproducción de aves terrestres y acuáticas (Andres *et al.*, 2007, JA. Cursach obs. pers.).

La notoria segregación espacial (*i.e.*, dependencias y cercanías de la Estación Biológica Senda Darwin) de los estudios ornitológicos realizados en Chiloé, revela la necesidad de aumentar los esfuerzos de investigación en las islas del mar interior y la porción suroeste de la isla grande. A la vez, denota la importancia que poseen las iniciativas de investigación ecológicas integradas a diversas disciplinas para abordar la problemática ambiental (Rozzi & Armesto, 1996). Por lo cual

¹ <http://www.islandconservation.org/>

se hace evidente la necesidad de crear nuevos centros académicos y de investigación interdisciplinaria que proyecten, asesoren y asuman la gestión en la sustentabilidad de Chiloé.

Como conclusiones generales de este trabajo, cabe destacar que el desarrollo de la ornitología en Chiloé es superior al reportado para otras zonas del país, con un avanzado conocimiento sobre la ecología de las aves que habitan y dependen del bosque nativo. Por ello se recomienda a todos los gestores públicos y privados asesorarse de este conocimiento para la toma de decisiones sobre este ambiente, su biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados.

Agradecimientos

A todas las investigadoras e investigadores que han dedicado su quehacer a la ornitología en Chiloé. A un revisor anónimo del BBChile. Este trabajo fue financiado por el proyecto Núcleo de Investigación BIODES (03-2011), Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos. Al Sr. David Martínez por facilitar literatura relevante.

Referencias bibliográficas

- Aillapán, L. & R. Rozzi, 2004. Una etno-ornitología mapuche contemporánea: poemas alados de los bosques nativos de Chile. *Ornitología Neotropical*, 15: 419-434.
- Álvarez, R. & M. Navarro, 2010a. Las comunidades locales. pp: 65-123. En: Hucke-Gaete, R., P. Lo Moro & J. Ruiz (eds). *Conservando el mar de Chiloé, Palena y Guaitecas*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Puerto Montt.
- Álvarez, R. & M. Navarro, 2010b. Conflictos asociados a los múltiples usos. pp: 125-142. En: Hucke-Gaete, R., P. Lo Moro & J. Ruiz (eds). *Conservando el mar de Chiloé, Palena y Guaitecas*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Puerto Montt.
- Andres, B. A., J. A. Johnson & J. Valenzuela, 2007. Whimbrels use novel high tide roosts during the contranuptial season in southern Chile. *Wader Study Group Bulletin*, 112: 67-68.
- Andres, B. A., J. A. Johnson, J. Valenzuela, R. I. G. Morrison, L. A. Espinosa & R. K. Ross, 2009. Estimating eastern Pacific coast populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an emphasis on Chiloé island, Chile. *Waterbirds*, 32: 216-224.
- Armesto, J. J. & R. Rozzi, 1989. Seed dispersal syndromes in the rain forest of Chiloé: Evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography*, 16: 219-226.
- Cardoso, L. G., L. Bugoni, P. L. Mancini & M. Haimovici, 2011. Gillnet fisheries as a major mortality factor of Magellanic penguins in wintering areas. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 840-844.
- Carmona, M. R., J. C. Aravena, M. A. Bustamante-Sánchez, J. L. Celis-Diez, A. Charrier, I. A. Díaz, J. Díaz-Forestier, M. F. Díaz, A. Gaxiola, A. G. Gutiérrez, C. Hernandez-Pellicer, S. Ippi, R. Jaña-Prado, P. Jara-Arancio, J. Jimenez, D. Manushevich, P. Necochea, M. Nuñez-AVila, C. Papic, C. Pérez, F. Pérez, S. Reid, L. Rojas, B. Salgado, C. Smith-Ramírez, A. Troncoso, R.A. Vásquez, M.F. Willson, R. Rozzi & J.J. Armesto, 2010. Estación Biológica Senda Darwin: Investigación ecológica de largo plazo en la interfase ciencia-sociedad Senda Darwin. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 113-142.
- Cursach, J.A., J.R. Rau & C.G. Suazo, 2009. Sinopsis sobre el conocimiento de las aves en la región del Maule, Chile central. *Boletín Chileno de Ornitología*, 15: 57-72.

- Cursach, J.A., C.G. Suazo, J.R. Rau, C. Tobar & A. Gantz, 2011. Ensamble de aves en una mitilicultura de Chiloé, sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 46: 243-247.
- Drouilly, P., 1967. Bibliografía ornitológica de Chile. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, 12: 3-6.
- Drouilly, P., 1969. Bibliografía ornitológica de Chile. II parte. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, 13: 7-11.
- Espinosa, L., A.P. Von Meyer & R.P. Schlatter, 2005. Status of the Hudsonian Godwit in Llanquihue and Chiloé provinces, southern Chile, during 1979-2005. *Wader Study Group Bulletin*, 109: 77-82.
- Hucke-Gaete, R., J. Ruiz & R. Alvarez, 2010. Descripción de la ecorregión Chiloense. pp: 26-62. En: Hucke-Gaete, R., P. Lo Moro & J. Ruiz (eds). *Conservando el mar de Chiloé, Palena y Guaitecas*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Puerto Montt.
- INE, 2005. *Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos*. Instituto Nacional de Estadísticas. Gobierno de Chile, Santiago.
- IUCN, 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. International Union Conservation Nature <http://www.iucnredlist.org>. Última consulta: 10 Agosto 2011.
- Johnson, J.A., B.A. Andres, H.P. Sitters, J. Valenzuela, L.J. Niles, A.D. Dey, M.K. Peck & L.A. Espinosa, 2007. Counts and captures of Hudsonian Godwits and Whimbrels on Chiloé island, Chile, january-february 2007. *Wader Study Group Bulletin*, 113: 1-6.
- Kennedy, M.E., P. Drouilly & C.E. Anderson, 1981. Una contribución de la bibliografía ornitológica de Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 52: 227-243.
- Lazo, I. & E. Silva, 1992. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. *Revista Chilena de Historia Natural*, 66: 103-118.
- Manns, J.P., 1977. Presencia del Cóndor (*Vultur gryphus* Linnaeus) en el litoral del Pacífico de la isla grande de Chiloé. *Boletín Ornitológico (Chile)*, 9: 3-4.
- MMA & CEA, 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Santiago.
- Remsen, J., C. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. Pacheco, M. Robbins, T. Schulenberg, F. Stiles, D. Stotz & K. Zimmer, 2011. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Descargado de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html> el 08/08/2011.
- Rozzi, R. & J. J. Armesto, 1996. Hacia una ecología sintética: La propuesta del Instituto de Investigaciones Ecológicas Chiloé. *Revista Ambiente y Desarrollo (Chile)*, 12: 76-81.
- Rovira, J., D. Ortega, D. Álvarez & K. Molt, 2008. Áreas protegidas en Chile, pp: 506-561. En: Conama (editor). *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*. Tercera edición. Editorial Ocho Libros, Santiago.
- SAG, 2011. La Ley de Caza y su reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile, Santiago.
- Schlatter, R, 1979. Avances de la ornitología en Chile. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales (Chile)*, 12: 153-168.

- Sieving, K. E., M. F. Willson & T. L. De Santo, 2000. Defining corridor functions for endemic birds in fragmented south-temperate rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1120-1132.
- Simeone, A. & R. Hucke-Gaete, 1997. Presencia de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en isla Metalqui, Parque Nacional Chiloé, sur de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, 4: 34-35.
- Simeone, A., M. Bernal & J. Meza, 1999. Incidental mortality of Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* in gill nets, central Chile. *Marine Ornithology*, 27: 157-161.
- Simeone, A., L. Hiriart-Bertrand, R. Reyes-Arriagada, M. Halpern, J. Dubach, R. Wallace, K. Pütz & B. Lüthi, 2009. Heterospecific pairing and hybridization between wild Humboldt and Magellanic penguins in southern Chile. *The Condor*, 111: 544-550.
- Skewgar E, A Simeone & P. D. Boersma, 2009. Marine Reserve in Chile would benefit penguins and ecotourism. *Ocean & Coastal Management*, 52: 487-491.
- Smith-Ramírez, C. & J. J. Armesto. 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile - ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology*, 82: 353-365.
- Smith-Ramírez, C. 2004. The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. *Biodiversity and Conservation*, 13: 373-393.
- Victoriano, P., A. González & R. Schlatter, 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana*, 70: 140-162.
- Von Meyer, A. & L. Espinoza, 1998. Situación del flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) en Chiloé y sur de la provincia de Llanquihue. *Boletín Chileno de Ornitología*, 5: 16-20.
- Willson, M.F. & J.J. Armesto, 1996. The natural history of Chiloé: on Darwin's trail. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 149-161.
- Willson, M. F., J. L. Morrison, K. E. Sieving, T. L. De Santo, L. Santisteban & I. Díaz, 2001. Patterns of predation risk and survival of bird nests in a Chilean agricultural landscape. *Conservation Biology*, 15: 447-456.

MANTENCIÓN DE PECES NATIVOS DULCEACUÍCOLAS DE CHILE EN CAUTIVERIO: UN APORTE A SU CONSERVACIÓN EX SITU

Catterina Sobenes V.^{1,2} Alex García L.^{1,*}, Evelyn Habit C.¹ & Oscar Link L.³

¹Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, casilla 160-C, Concepción, Chile. *email: alexgarcia@udec.cl.

²Departamento de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Alonso de Rivera 2850, Concepción, Chile.

³Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, casilla 160-C, Concepción, Chile.

Resumen

Se generó conocimiento básico para la adecuada mantención en cautiverio de los peces nativos *Percilia gillissi*, *P. irwini* (Perciformes), *Trichomycterus areolatus* (Siluriformes), *Cheirodon galusdae* (Characiformes) y *Galaxias platei* (Osmeriformes). Los peces se mantuvieron en acuarios entre 10 a 750 l, con sustratos de arena, grava y canto rodado, con plantas, aireación y filtro biológico. Las variables físico-químicas del agua fueron mantenidas mediante cambios semanales de agua entre un 10 y 30% del volumen del acuario. Se mantuvo densidades entre 0,100 y 0,900 g l⁻¹, según especie y talla. De los alimentos ensayados, *Percilia* spp. aceptó sólo alimento vivo. Las demás especies consumieron alimento vivo y comercial. El alimento vivo fue entregado a saciedad y el comercial en dosis de hasta un 2% del peso de los peces, por tres a cuatro veces por semana. La enfermedad del ‘punto blanco’ apareció durante las primeras dos semanas del ingreso de los peces y afectó a *Percilia* spp., *T. areolatus* y *G. platei*. Fue tratada exitosamente con sal de mar en una concentración máxima de 2 g l⁻¹. Las especies *P. irwini* y *P. gillissi* fueron las que presentaron mayor dificultad en su mantención por la aparición de la enfermedad del punto blanco y una aceptación lenta a los alimentos.

Palabras clave: Alimentación de peces, enfermedad del punto blanco, agua dulce.

Maintenance of Chilean native freshwater fish in captivity: a contribution for ex situ conservation

Abstract

Basic knowledge for the maintenance of the native fishes *Percilia gillissi*, *P. irwini* (Perciformes), *Trichomycterus areolatus* (Siluriformes), *Cheirodon galusdae* (Characiformes) and *Galaxias platei* (Osmeriformes) was generated by maintaining them in aquaria between 10 to 750 l with a substrate of sand, pebbles and cobbles, with plants, aeration and a biological filter. Physical and chemical variables of the water were kept through weekly changes of water, between 10 and 30% of the volume of the aquarium. Fish density was between 0.1 and 0.9 g l⁻¹ according to species and length. Of the different feeding items tested, *Percilia* spp. only accepted live food and the other species accepted live and commercial food. Live food was supplied to satiety and commercial food was supplied in a ratio of 2% of the fish's body weight, three to four times a week. White spot disease appeared during the first couple of

weeks after the fish arrival, and affected *Percilia* spp., *T. areolatus* and *G. platei*. It was successfully treated with sea salt in a maximum concentration of 2 g l⁻¹. The species *P. irwini* and *P. gillissi* were the most difficult to keep in captivity because of the white spot disease and slow food acceptance.

Key words: fish feeding, white spot disease, freshwater.

Introducción

La ictiofauna dulceacuícola es uno de los grupos faunísticos más amenazados entre los vertebrados de Chile (Vila *et al.*, 2006). De las 44 especies descritas, el 29% se clasifica Fuera de Peligro, Insuficientemente Conocida o Rara, y el 71% en alguna de las categorías de conservación de mayor amenaza (30% Vulnerable, y 41% en Peligro de Extinción). Entre las principales causas que explican este delicado estado de conservación se encuentran la pérdida y fragmentación de hábitat debido a distintas intervenciones directas o indirectas de los cauces fluviales (Habit *et al.*, 2006a; Campos *et al.*, 1993). Por ello, las actividades que implican tales intervenciones tienen como exigencia mitigar, restaurar o compensar sus impactos negativos (DS 95/2001, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental). Cualquiera de estas medidas debe ser implementada adecuadamente, de forma tal que aseguren una efectiva conservación de la fauna íctica continental. Sin embargo, muchas de estas medidas como las relocalizaciones, repoblamientos, propuestas de cultivo o restauración de hábitats tienen como limitante la falta de conocimiento de aspectos básicos de la biología de los peces dulceacuícolas chilenos. Más aún, las entidades interesadas en aplicar medidas alternativas de conservación *ex situ* (Sarmiento, 2001), las cuales permitirían mantener poblaciones de manera precautoria fuera de sus hábitats, carecen de información mínima de cómo mantener adecuadamente estos individuos en cautiverio. Recientemente, a nuevas centrales hidroeléctricas aprobadas ambientalmente en Chile se les ha exigido generar establecimientos de cultivo de peces nativos a pesar de esta falta de información básica (ver Resoluciones de Calificación Ambiental de Central Hidroeléctrica San Pedro y Proyecto Hidroeléctrico Aysén en www.e-seia.cl). Un primer paso, hacia la reproducción exitosa de peces nativos *ex situ* consiste en generar el conocimiento necesario para mantener individuos saludables en cautiverio.

En los años recientes el conocimiento de las especies ícticas nativas se ha incrementado principalmente en cuanto a: sus patrones de distribución y abundancia (Figueroa *et al.*, 2010; Habit *et al.*, 2010; Unmack *et al.*, 2009), efectos de efluentes de plantas de celulosa (Chiang *et al.*, 2010), interacción con salmónidos (Arismendi *et al.*, 2009, 2011; Young *et al.*, 2008, 2010; García de Leaniz *et al.*, 2010; Vargas *et al.*, 2010; Pardo *et al.*, 2009; Penaluna *et al.*, 2009), y estructura genética y filogeografía (Quezada-Romagnelli *et al.*, 2010; Zemlak *et al.* 2008, 2010; Ruzzante *et al.*, 2008). Por el contrario, el conocimiento de las especies nativas chilenas sobre su fisiología, etología, reproducción o capacidad de natación es limitado o nulo (e.g. Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), 2009), probablemente asociado a la falta de experiencia en la mantención de estas especies en condiciones de laboratorio y la dificultad de estudiarlos en su ambiente natural.

A nivel internacional existen entidades que velan por el cuidado y uso de animales para investigación en laboratorio, entregando guías que describen los procedimientos desde la

captura de los peces hasta su mantención en el tiempo (e.g. Canadian Council on Animal Care, 2005). Por el contrario, en Chile, la Ley de protección animal (e.g. Ministerio de Salud (MINSAL), 2009) establece sólo de manera general los requisitos sobre el tipo de personal y las necesidades de contar con instalaciones adecuadas para realizar experimentos, según cada especie y acorde a los antecedentes que aporta la ciencia. Sin embargo, en el caso de los peces nativos de agua dulce, tales antecedentes no existen. La mantención de especies nativas en acuarios conlleva varias dificultades debido al estrés propio del confinamiento, el desconocimiento sobre condiciones de transporte y mantención, dietas, calidad del agua, densidades de individuos, y tratamiento de enfermedades. Para lograr la mantención de peces nativos, es necesario entonces, conocer las condiciones base que permitan su cautiverio en buenas condiciones, con individuos aclimatados, disminuyendo el estrés asociado al transporte y al cambio en las condiciones del entorno. Esto es posible utilizando ecosistemas naturales simplificados, que permitan la observación directa y el control de las condiciones ambientales (Kangas & Adey, 2008), denominados microcosmos (Odum & Barret, 2006).

Por ello, con el fin de aportar al conocimiento básico necesario para implementar medidas de conservación *ex situ* y facilitar estudios de laboratorio de esta fauna, estudiamos medidas de manejo en cautiverio de cinco especies de peces nativos de agua dulce. *Percilia gillisi* (Girard, 1855), clasificada en Peligro de Extinción entre la V y VI regiones y Vulnerable entre la VII y X regiones (e.g. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), 2008), que habita preferentemente en ríos en zonas de alto caudal de baja profundidad, sobre sustratos de bolones o mixtos (García *et al.*, 2012a); *Percilia irwini* (Eigenmann, 1927), que se encuentra en Peligro de Extinción (Habit & Belk, 2007) en la VIII Región, amenazada por la construcción y operación de centrales hidroeléctricas (García *et al.*, 2011; Habit *et al.*, 2006b), y que habita en zona someras de baja velocidad sobre sustratos de bolones o mixtos (Habit & Belk, 2007); *Trichomycterus areolatus* (Valenciennes, 1840) clasificada como Vulnerable en todo su rango distribucional (MINSEGPRES, 2008), que se encuentra en hábitats de zonas de alto caudal en diversos tipos de sustratos de bolones y mixtos (Arratia *et al.*, 1983; García *et al.*, 2012a); *Cheirodon galusdae* (Eigenmann, 1928) clasificada como especie Vulnerable (Habit *et al.*, 2006a, 2006b), que se encuentra en ríos en las zonas de transición y potamón (Habit *et al.*, 2007) y *Galaxias platei* (Steindachner, 1898), que habita preferentemente zonas de bajo caudal con sustrato mixto (García *et al.* 2012a), clasificada como Fuera de Peligro (MINSEGPRES, 2008). Esta última especie presenta una amplia distribución, desde la cuenca del río Valdivia hasta Tierra del Fuego y una alta plasticidad en el uso de hábitat, lo que la convierte en una especie ‘paraguas’ para la conservación (Roberge & Angelstam, 2004; Lambeck, 1997). Por lo tanto, la protección de *G. platei*, implicaría a su vez la protección de la mayor parte de la biota acuática que ocupa los mismos sistemas acuáticos, los que son mayoritariamente Patagónicos.

Para cada una de estas especies, se describen las técnicas de traslado, métodos de preparación y mantención de acuarios, alimentación y tratamiento de la enfermedad más común en acuarios de agua dulce (‘punto blanco’).

Materiales y Métodos

Durante este estudio se capturó un total de 141 ejemplares (Pesca de Investigación Res. Ex. N° 55/2010) provenientes de los ríos Andalién, Biobío y Pingüeral en la Región del Biobío *P. irwini*, *C. galusdae* y *T. areolatus*, y del río San Pedro en la Región de los Ríos *P. gillissi* y *G. platei* (Tabla 1). Los peces fueron capturados mediante pesca eléctrica (Smith-Root LR-24) y luego depositados en recipientes con agua del mismo sistema fluvial, para ser transportados y mantenidos en el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica Ambiental de la Universidad de Concepción (R.N.A N° 21750/2011). Independientemente de la especie, se probó el transporte de hasta seis individuos en estanques de 5 l sin aireación para viajes de menos de 1 hora y con aireación para viajes más largos. El transporte de más de 10 individuos se realizó en estanques de 100 l sin aireación. Todos los ejemplares fueron medidos y pesados antes de ser introducidos en los acuarios.

Tabla 1. Especies de peces nativos y número total de ejemplares mantenidos en el laboratorio (\bar{x} : promedio; DE: desviación estándar. - no se registró talla).

Table 1. Native fish species and total number of individuals kept in the laboratory (\bar{x} : average; DE: standard deviation. – lenght not registered).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Número de peces	Longitud total (cm) $\bar{x} \pm DE$	Río de origen
Perciformes	Perciliidae	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	35	5,60±1,20	Pingueral; San Pedro
Perciformes	Perciliidae	<i>Percilia irwini</i>	Carmelita de Concepción	28	4,90±0,70	Andalién; Biobío
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	20	6,50±0,50	Andalién; Biobío; Pingueral
Characiformes	Characidae	<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	13	-	Andalién
Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias platei</i>	Puye grande	45	10,90±2,80	San Pedro

Se prepararon microcosmos, comúnmente denominados acuarios, construidos de materiales inertes al agua, evitando piezas de cobre, cadmio, níquel o bronce (DeTolla *et al.*, 1995). Se habilitaron 12 acuarios de distintos materiales y tamaños: 3 acuarios de vidrio de 10 l, 3 de 40 l, 1 de 120 l y 1 de 750 l, 1 de acrílico de 10 l, y 3 acuarios de plástico negro de 70 l. En cada acuario se agregó sustrato de grava o canto rodado (ver Tabla 2), según las características de tipos de hábitats en los que se encuentran de manera natural (Arratia *et al.*, 1983; García *et al.*, 2012a, b). Se ubicaron en una habitación sin calefacción y fuera de la incidencia directa del sol.

Tabla 2. Características de los acuarios utilizados para la mantención de peces nativos (*: acuario con agua de río).

Table 2. Aquarium characteristics used to maintain native fishes (*: aquarium with river water).

Nº	Volumen (l)	Material	Tiempo maduración	Grava (<2 cm)	Canto Rodado (10-20 cm)	Especies de Plantas	Especies de Peces Nativos
3	10	vidrio	2 semanas	sí	sí	<i>R. rotundifolia</i> y <i>H. leucocephala</i>	<i>P. gillissi</i> y <i>P. irwini</i>
1	10	acrílico	2 semanas	sí	sí	<i>C. demersum</i>	<i>P. gillissi</i>
1	40	Vidrio	2 semanas	no	sí	no	<i>P. irwini</i>
				sí	sí	<i>E. densa</i>	<i>P. irwini</i>
1	40	Vidrio	2 semanas	sí	sí	<i>L. minor</i> y <i>C. demersum</i>	<i>P. gillissi</i> y <i>P. irwin.</i>
1	40	Vidrio	2 semanas	sí	sí	<i>E. densa</i>	<i>G. platei</i>
1	120	Vidrio	*	no	sí	no	<i>T. areolatus</i> y <i>C. galusdae</i>
				sí	sí	<i>L. minor</i>	<i>T. areolatus</i>
3	70	Plástico	24 hrs	sí	sí	<i>E. densa</i>	<i>G. platei</i>
1	750	Vidrio	24 hrs	sí	sí	<i>E. densa</i>	<i>G. platei</i>

Para que los peces no fueran afectados por los compuestos tóxicos provenientes de su metabolismo, como amonio, urea, aminas y amino ácidos (Porter *et al.*, 1987), es necesaria la colonización del acuario por bacterias nitrosomas (Grommen *et al.*, 2002) que conviertan las formas tóxicas de nitrógeno en nitrito y nitrato (Crab *et al.*, 2007). Por ello, cada acuario fue equipado con un filtro mecánico-biológico (filtro esponja o filtro interno con esponja) o mecánico-biológico-químico (filtro interno o de mochila, con esponja y carbón activado) con una capacidad de bombeo de al menos cuatro veces el volumen del acuario por hora. Para lograr un acuario “maduro”, es decir, que sea capaz de remover los compuestos amoniacales, los acuarios fueron llenados con agua de grifo previamente desclorada de dos maneras: con una solución de tiosulfato de sodio en una proporción de 1 gota por cada litro de agua, o con agua de grifo previamente agitada mediante aireación con piedra difusora durante 48 horas. Posteriormente, se dejaron en funcionamiento los filtros de cada acuario con un sistema de aireación con piedra difusora, durante 2 semanas antes de ser incorporados los peces. Sin embargo, en los acuarios de plástico de 70 l y el de vidrio de 750 l el tiempo de maduración fue menor al agregar un medio de filtrado biológico con bacterias nitrificantes (marca SERA bio nitrivec), en una proporción de 10 ml por cada 25 l de agua del acuario. Sólo un acuario de vidrio de 120 l fue habilitado en una primera oportunidad con agua del mismo río desde donde se capturaron los peces (ver Tabla 2), para observar su evolución.

Para que los acuarios entregaran una condición ambiental similar a la natural y se favoreciera la eliminación de nutrientes del agua, se incluyeron plantas acuáticas de tipo comerciales de las especies *Egeria densa* (Planchon, 1849), *Ceratophyllum demersum* (Linnaeus, 1753), *Lemma minor* (Griff, 1851), *Rotala rotundifolia* (Linnaeus, 1771) e *Hydroctyle leucocephala* (Chamisseau & Schlechtendal, 1826) (ver Tabla 2). Para ello se implementó un sistema de iluminación con luces

fluorescentes (18 W), de manera de mantener un fotoperíodo similar al natural de 12hl:12ho (horas luz: horas oscuridad) en verano, hasta 8hl:16ho en invierno.

La introducción de los peces a los acuarios se realizó de la siguiente forma. Primero, los peces fueron incorporados en una bolsa de plástico, transparente, cerrada, con 1 l del agua extraída del lugar de procedencia del pez y se dejaron dentro del acuario por un período entre 15 a 30 minutos considerando que Tomasso (1993, en DeTolla *et al.*, 1995) reporta que una variación de 1°C hr⁻¹ es adecuado para evitar estrés térmico. Luego se abrió la bolsa con los peces y se incorporó 1 l de agua del acuario para equilibrar parámetros de calidad del agua, y se mantuvo en el acuario durante 15 a 30 minutos. Se retiró la bolsa del acuario, se extrajeron los peces de la bolsa con una malla y se depositaron dentro del acuario, evitando que el agua de aclimatación entrara al acuario. Un proceso similar se realizó cada vez que un pez fue cambiado de acuario. Para *G. platei* se probó aclimatar a los peces en un balde con 15 l de agua de transporte y 5 l de agua del acuario destino, durante 15 minutos para luego ingresarlos al acuario final. Durante este proceso se observó la conducta de los peces, en cuanto a la frecuencia en el uso de los hábitat ofrecidos (canto rodado, plantas), así como el nivel de actividad observado (nadando o en reposo), durante 5 minutos por cada acuario.

La alimentación que se ensayó en todas las especies varió desde alimento natural como macroinvertebrados bentónicos de río hasta alimento vivo cultivado y comercial, en momentos y cantidades distintas, según aceptación de cada especie y talla de los individuos. El comienzo de alimentación de los peces fue realizado 24 hrs posterior al arribo al laboratorio, con macroinvertebrados bentónicos (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) proporcionados hasta que se observara que no se alimentaban más, durante las primeras dos semanas. Considerando que el uso de alimento comercial en peces de acuario facilita el control de una dieta balanceada y reduce los tiempos de cuidado asociados a alimentación, posterior a las dos primeras semanas se probó con distintos tipos de alimento como *Tubifex* sp. liofilizado, *Artemia* sp. liofilizada, krill (*Euphausia* sp.) liofilizado, hojuelas para peces de agua tropical y hojuelas para peces de agua fría, tabletas de espirulina, alimento granulado para peces carnívoros, y micropellet de calibre 5 utilizado para la alimentación de alevines en la industria de salmonicultura. Se entregó una cantidad estimada menor a un 2% del peso del pez, de manera de identificar si los peces se alimentaban del alimento ofrecido y de no ser consumido evitar ensuciar el agua. Este alimento se proporcionó durante la mañana, en ayuna, dejando un tiempo de observación de seis horas. Si el alimento no era consumido, se ofrecía alimento vivo, de lo contrario se entregaba una cantidad equivalente estimada al 2% del peso total de los peces que estaban en el acuario. A la cuarta semana se probó alimento vivo cultivado como gusanos grindal (*Enchytraeus buchholzi* Henle, 1837), tenebrios (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) y lombriz californiana (*Eisenia foetida* Savigny, 1826). En cada prueba se registró mediante observación directa si era consumido por todos los individuos, por la mayoría de los individuos, por pocos individuos o no era consumido por los peces.

Para controlar la calidad del agua, las principales variables físico-químicas monitoreadas semanalmente previo a realizar cambios de agua, fueron la temperatura del agua (°C), concentración de oxígeno disuelto (OD mg l⁻¹), pH, conductividad (μS cm⁻¹), potencial de óxido reducción (ORP mV), dureza total (CaCO₃ mg l⁻¹), compuestos nitrogenados (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻

mg l⁻¹) y fosfatos (PO₄³⁻). Se consideró que debía mantenerse la concentración de oxígeno > 6 mg l⁻¹ y pH > 7, de manera de evitar daños fisiológicos en los peces (DeTolla *et al.*, 1995).

En cuanto a la presencia de alguna enfermedad durante el estudio, se identificaron los síntomas de la enfermedad del punto blanco, también llamada Ich, causada por el protozoo parásito *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) (Ruiz *et al.*, 1989). Esta enfermedad es común en acuarios ornamentales y sistemas de cultivo de peces comerciales (Durborow *et al.*, 1998), siendo una de las enfermedades parasitarias más serias en peces de agua dulce (Svobodova & Kolarova, 2004) que puede causar la muerte de muchos peces si no es tratada a tiempo. Los peces infectados con Ich se observaron después de tres a cuatro días de la incorporación de los peces al acuario. Los peces presentaron puntos blancos en su piel, observándose que antes de que se vean los puntos blancos, los peces infectados se frotan contra las piedras del acuario. Luego, aparecen los puntos blancos, la piel aumenta su mucosidad, algunos peces dejan de comer. Más adelante se observan muchos puntos blancos, la mucosidad aumenta y se desprende del cuerpo, los peces dejan de comer y se acercan a los aireadores o a los filtros de agua. Finalmente, los peces mueren. Para combatir esta enfermedad se probó tratar con sal común (cloruro de sodio, NaCl) y azul de metileno.

Durante dos años (2009 – 2010) se probaron técnicas de mantención, alimentación y tratamiento de enfermedades. En este trabajo se describen los mejores métodos de mantención para cada especie, basadas en los dos años de pruebas, antecedentes bibliográficos y comunicaciones personales con acuaristas.

Resultados

Captura y transporte de peces: Todos los peces nativos capturados en los distintos ríos mediante pesca eléctrica, sobrevivieron sin daño observable. El tiempo de transporte de menos de 1 hora, en las especies *P. irwini*, *P. gillissi*, *C. galusdae* y *T. areolatus* puede ser realizado en estanques sin aireación, considerando una relación de hasta 10 individuos por 5 l de agua en media hora. De necesitar más tiempo, se puede incorporar aireación o bien aumentar el volumen de agua. Este procedimiento resulta adecuado luego de contrastar con mediciones preliminares de consumo de oxígeno de peces nativos que están en el orden de 100-400 mg O₂ hr⁻¹ kg⁻¹ (García *et al.*, 2012b). Así por ejemplo, un estanque de 5 l con agua a saturación (9 mg O₂ l⁻¹ a 19°C) tendrá 20 mg O₂ disponibles (hasta bajar a 5 mg O₂ l⁻¹), que pueden satisfacer a uno o varios individuos con un peso total de 100 g por 30 minutos como mínimo. Los ejemplares de la especie *G. platei*, deben ser transportados en recipientes separados para las tallas menores a 5 cm, entre 5,5 – 8 cm y mayores a 8 cm, para así evitar canibalismo propio de esta especie.

Construcción y preparación de acuarios: El mejor procedimiento de habilitación de acuarios para *P. gillissi*, *P. irwini*, *T. areolatus*, y *C. galusdae* fue primero, incorporar grava al acuario, cubriendo todo el fondo con un espesor uniforme. En tanto, para *G. platei* fue mejor cubrir el 75% del fondo con un espesor variable entre 1 a 5 cm, generando una pendiente suave. Luego, ubicar las piedras (canto rodado) y plantas acuáticas sumergidas sobre la grava para crear zonas de refugio, ofreciendo al menos una zona de refugio por ejemplar para las especies *P. gillissi* y *P.*

irwini. Una vez montado el sustrato, llenar el acuario con agua previamente desclorada, ubicando un filtro mecánico -biológico. El medio de filtrado, puede ser agregado para acelerar el proceso de maduración del agua en acuarios nuevos entre 24 a 48 horas antes de introducir los peces.

Aclimatación de los peces a los acuarios: El ingreso de los peces desde los tanques de transporte al acuario de destino, debe ser de manera gradual que incluya una mezcla de agua según se describe en materiales y métodos. Para *G. platei* es necesario separar tallas para evitar canibalismo. Este procedimiento también es importante para el traslado de un pez de un acuario a otro.

Luego de introducir a los peces a los acuarios de destino, el comportamiento de las especies fue diferente en los distintos acuarios. En el acuario de 120 l de vidrio que fue habilitado inicialmente sólo con agua de río y canto rodado, se observó que los ejemplares de *T. areolatus* permanecieron gran parte del día agrupados bajo un canto rodado. El mismo acuario tuvo alta turbidez durante tres a cuatro semanas y una carga de sólidos que saturaba el filtro biológico diariamente. En general, los peces no mostraron mal desempeño en este acuario, sin embargo, la alternativa no fue repetida. En el acuario de 40 l con sólo *P. irwini*, que inicialmente no contenía grava pero sí canto rodado, los individuos permanecieron separados y repelían cualquier pez que se acercara a sus refugios. Al cubrir la base de ambos acuarios con grava y canto rodado se observó una disminución de la agresividad entre los peces (perseguirse y morderse) y mayor movilidad. En *G. platei* se observó que en el primer día los individuos presentaron baja actividad en la zona de grava y canto rodado, la que fue aumentando en el tiempo.

Tabla 3. Densidad de peces nativos según especie para mantener en acuarios (* sólo un registro; - no registrado).

Table 3. Native fish density by species for maintenance in aquarium (*one record; - no data).

Especie	Volumen acuario (l)	Densidades	
		Individuos l ⁻¹	g l ⁻¹
<i>P. gillissi</i>	10 – 50	0,080 – 0,360	0,100*
<i>P. irwini</i>	14 – 100	0,020 – 0,160	0,200 – 0,330
<i>T. areolatus</i>	40 – 120	0,070 – 0,130	0,530 – 0,900
<i>C. galusdae</i>	12 – 120	0,130 – 0,420	-
<i>G. platei</i>	70 – 750	0,040 – 0,350	0,190 – 0,410

La mayoría de los peces recién ingresados en los acuarios se mantienen inmóviles en el fondo por varias horas antes de comenzar a reconocer su entorno y buscar un refugio. Transcurridos dos a tres meses en cautiverio, la mayoría de los peces de todas las especies no se alteran en los

horarios de alimentación, procesos de cambio de agua, limpieza de filtros, o ante la presencia de personas alrededor de los acuarios.

Los peces fueron mantenidos en acuarios separados por especie (excepto el acuario de 120 l con *T. areolatus* y *C. galusdae*), en acuarios de distintos tamaños según se indica en la Tabla 3. Durante todo el período de estudio, se presentó mortalidad en ejemplares de las especies *P. gillissi* y *P. irwini*, *C. galusdae* y en ejemplares de la especie *G. platei* de tallas menores a 5 cm.

Alimentación: En la Tabla 4 se indica el tipo de alimento proporcionado a cada especie y grado de aceptación observada. La alimentación de los peces en cautiverio se puede controlar con el tiempo, según la especie. En todos los casos, durante las primeras dos semanas los peces deben ser alimentados con macroinvertebrados bentónicos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) a saciedad, tres a cuatro veces por semana. Esto favorece su aclimatación. Los individuos de *P. gillissi* y *P. irwini* fueron las de más difícil alimentación. La mejor opción es alimentarlos con alimento vivo cultivado, como gusanos grindal (*E. buchholzi*) o con trozos de lombriz californiana (*E. foetida*). Los ejemplares de *G. platei* aceptaron además alimento comercial del tipo *Tubifex* sp. o pellet. *T. areolatus* se puede alimentar con *Tubifex* sp. y *C. galusdae* con *Tubifex* sp. y hojuelas, en una cantidad de un 2% del peso total de los ejemplares a alimentar tres a cuatro veces por semana. El alimento comercial debe ser proporcionado de manera gradual, la que inicialmente debe ser mezclada con *E. foetida* en una proporción de un 50% de alimento vivo y 50% alimento comercial. La dieta puede ser variada en el tiempo, mezclando alimento natural o cultivado con alimento comercial, que dependerá de los objetivos de mantención.

Tabla 4. Tipo de alimento para peces y consumo por especie de pez. ++: alimento consumido por todos los individuos, +: consumido por la mayoría de los individuos, ±: consumido por pocos individuos, -: no consumido, ?: no ofrecido a la especie.

Table 4. Type of fish feed and consumption by fish species. ++: food consumed by all fishes, +: food consumed by most of fishes, ±: food consumed by few fishes, -: not consumed, ?: not offered to the species.

Especie	Natural			Cultivado			Comercial				
	Zoobentos	<i>Enchytraeus buchholzi</i>	<i>Tenebrio molitor</i>	<i>Eisenia foetida</i>	<i>Tubifex</i> sp.	<i>Arthemia</i> sp.	<i>Euphausia</i> sp.	Hojuela	Granulado	Espirulina	Micropellet
<i>P. gillissi</i>	++	++	+	+	±	±	?	-	-	-	-
<i>P. irwini</i>	++	++	+	+	±	±	?	-	-	-	-
<i>T. areolatus</i>	++	+	+	±	++	±	±	±	-	±	±
<i>C. galusdae</i>	++	?	?	?	++	?	±	+	-	?	?
<i>G. platei</i>	++	-	-	++	+	-	±	-	-	?	++

Características del agua y mantención de los acuarios: La Tabla 5 muestra el valor de las variables de físico-químicas que resultó adecuada para la mantención de los peces estudiados,

durante el período de estudio. Para conservar las variables físico-químicas en tales rangos se debe mantener aireación constante mediante piedras difusoras, limpiar las paredes de los acuarios con una esponja y retirar fecas y restos de comida no consumida por los peces al menos una vez por semana para evitar su descomposición en el acuario. Además, cada vez que se realiza un recambio de agua, las esponjas contenidas en los filtros mecánico-biológicos de cada acuario deben ser retiradas y limpiadas en un recipiente con agua del mismo acuario. Los filtros que contienen carbón activado deben ser renovados cada dos meses.

Se debe utilizar un recambio de agua semanal entre un 25 y 30% del volumen del acuario. Este recambio resulta adecuado para mantener las variables físico-químicas estables. Para *G. platei* un recambio de un 10% es adecuado para ejemplares de tallas mayores a 5 cm.

Tabla 5. Variables físico-químicas registradas en los acuarios y rango recomendado para cada una (*en acuarios sin aplicación de sal para el tratamiento de la enfermedad del punto blanco).

Table 5. Physical and chemical variables recorded in the aquaria and suggested ranges for each one (* in aquaria without salt application for White Spot disease treatment).

Variable	Rango
OD (mg l^{-1})	> 8,0
pH	7,300 – 8,500
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	7 - 22
Conductividad ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	100-250*
Sólidos disueltos totales (mg l^{-1})	90 - 190*
Salinidad (psu)	0,090 – 0,120*
ORP (mV)	50 - 200
Nitrito (NO_2^-) (mg l^{-1})	< 0,070
Nitrato (NO_3^-) (mg l^{-1})	< 70
Amonio (NH_4^+) (mg l^{-1})	< 0,100
Fosfato (PO_4^{3-}) (mg l^{-1})	< 2,000
Dureza (CaCO_3) (mg l^{-1})	20 - 120

Enfermedad del punto blanco: Todas las especies de peces que se mantuvieron en los acuarios fueron infectadas por Ich. Los primeros síntomas de la enfermedad se observaron después de tres a cuatro días de la incorporación de los peces en los acuarios. Los tratamientos aplicados (por separado) fueron limpieza abundante del fondo del acuario con recambio de agua, azul de metileno ($0,1 - 0,3 \text{ mg l}^{-1}$), y sal de mar (2 g l^{-1}). Sólo el tratamiento con sal de mar erradicó el parásito del acuario sin causar la muerte de los peces.

El tratamiento con sal de mar se debe aplicar al acuario cuando un pez es observado con síntomas de la enfermedad. La sal de mar debe ser agregada en forma gradual, subiendo la concentración a $0,5 - 1,3$ y 2 g l^{-1} durante tres días. La concentración se debe mantener en 2 g l^{-1} por cuatro días cuando la enfermedad es detectada en su primera etapa y hasta por dos semanas cuando es detectada en un estado avanzado (tres semanas desde la incorporación de los peces al acuario). El aumento de salinidad provoca la mortalidad de bacterias nitrificantes, por lo que se recomienda desconectar el filtro mecánico – biológico durante todo el período de tratamiento. Se debe continuar con el tratamiento hasta que no se observen puntos en ningún pez del acuario en tratamiento. Finalmente, la sal debe ser eliminada del acuario de manera progresiva, a través de los cambios de agua regulares. Este procedimiento resultó exitoso para el tratamiento de todos los ejemplares de los peces nativos tratados.

Discusión

La conservación de la ictiofauna nativa de Chile requiere del avance en conocimiento aplicado sobre técnicas de mantención en cautiverio, las que permitirán su conservación *ex situ*. Con ello, es posible además generar conocimiento sobre la autoecología, fisiología o técnicas de fertilización, que facilitarán la rehabilitación de poblaciones Vulnerables o en Peligro de Extinción (Ireland *et al.*, 2002). Diversas investigaciones han enfatizado previamente la necesidad de mantener ejemplares de peces nativos en acuarios por tiempos prolongados para realizar estudios experimentales sobre comportamiento, interacciones intra e interespecíficas o depredación (Stuart-Smith *et al.*, 2008; Glova, 2003; Pettersson *et al.*, 2001). Este tipo de investigación permite la generación de medidas de manejo adecuadas para la conservación como translocación y repoblamiento, así como lo plantean Ward (2008) y en Nueva Zelanda en el Plan de Recuperación de Especies amenazadas (Department of Conservation, 2005).

En Chile, la legislación relacionada con el manejo de fauna en cautiverio, señala específicamente que las instalaciones deben ser adecuadas para los animales que se utilicen para experimentación, basado en el conocimiento científico. Ello, avala también la necesidad de generar conocimiento científico como el que se desarrolló en este trabajo, indicando los pasos y cuidados necesarios para mantener en cautiverio a seis especies de peces nativos de aguas continentales. Las técnicas de mantención descritas son simples y específicas a las especies estudiadas, aunque similares a las descritas en guías internacionales para el cuidado de peces para experimentación (Canadian Council on Animal Care, 2005).

Del estudio, se identifica como período crítico el de aclimatación de los peces, ya que es cuando se observan peces con punto blanco o no ingesta de alimento. Sin embargo, en este estudio se

han establecido los requerimientos básicos para el traslado y aclimatación inicial de los peces que permiten una sobrevivencia exitosa de los ejemplares colectados. En este sentido, para disminuir los riesgos de mortalidad y enfermedad en todas las especies, es necesario que al incorporar los peces en acuarios éstos se encuentren debidamente habilitados y madurados. De igual forma, se debe realizar una transición gradual de la dieta, desde alimento natural (macroinvertebrados bentónicos) a alimento cultivado o comercial, considerando la talla en cada especie.

En cuanto a la presencia de la enfermedad producida por *I. multifiliis* existe alta probabilidad que los peces hayan venido infectados desde el medio natural, así como lo describen Ruiz *et al.*(1989). Las mortalidades obtenidas en ejemplares de *Percilia* spp. con punto blanco tratadas con azul de metileno y las mortalidades de *G. platei* de tallas menores a 5 cm sugieren que son especies particularmente sensibles. Al respecto, se sugiere que ejemplares de *Percilia* spp. deben ser tratadas únicamente con sal de mar y *G. platei* (< 5cm) deben ser mantenidos en acuarios con recambios de agua mayores a un 10%, y proporcionando únicamente alimento vivo.

Si la alimentación y mantención de los acuarios es permanente, y se aplica tratamiento en caso de presencia de la enfermedad de punto blanco, los peces nativos pueden mantenerse en el tiempo, permitiendo la realización de experimentos controlados. Estos resultados, permitirán el desarrollo de nuevas investigaciones en éstas y otras especies de características similares, que permitan la generación de conocimiento para la conservación *ex situ* en nuestro país y a nivel internacional.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología CONICYT por el financiamiento otorgado a través de las becas de doctorado nacional CONICYT D-21070133 y D-21080436, y de los proyectos CONICYT AT-24091002 y AT 24110081, FONDECYT 1110441. También, agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, por el financiamiento otorgado a través del proyecto DIUC-Patagonia 210.310.057-ISP, y a la Dirección de Postgrado de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Además, queremos agradecer a la Dra. Gloria Arratia y Dr. Brian Dyer por sus aportes y sugerencias en este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Arismendi, I., D. Soto, B. Penaluna, C. Jara, C. Leal, & J. León, 2009. Aquaculture, non-native salmonid invasions, and associated declines of native fishes in lakes of the northern Chilean Patagonia. *Freshwater Biology*, 54: 1135-1147.
- Arismendi, I., B. Penaluna & D. Soto, 2011. Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake Reservoir Management*, 27(1): 61 – 69.
- Arratia, G., 1983. Preferencias de hábitat de peces siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomyctidae). *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, 18(4):217-237.

- Campos, H., J. Gavilán, F. Alay & V. Ruiz, 1993. Comunidad íctica de la hoyas hidrográficas del Río Biobío pp. 249–278. En: Faranda F. y Parra O. (eds). *Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Biobío y del Área Marina Costera Adyacente*: Monografías científicas 12. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.
- Canadian Council on Animal Care, 2005. *Guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing.* <http://ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Fish.pdf>. Última consulta: 28 Enero 2012.
- Chiang, G., K. Munkittrick, R. Orrego & R. Barra, 2010. Monitoring of the environmental effect of pulp mill discharges in Chilean Rivers: lessons learned and challenges. *Fate and Effects of Pulp and Paper Mill Effluents 2010: Select Papers from the 7th International Conference*, 45(2): 111-122.
- CONICYT, 2009. Aspectos Bioéticos de la Experimentación Animal. <http://www.conicyt.cl/documentos/bioetica19nov.pdf>. Última consulta: 19 Mayo 2011.
- Crab, R., Y. Avnimelech, T. Defoirdt & W. Verstraete, 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for sustainable production. *Aquaculture*, 270: 1-14.
- Department of Conservation, 2005. *New Zealand large galaxiid recovery plan, 2003 – 2013: Shortjaw kokopu, giant kokopu, banded kokopu, and koaro. Threatened Species Recovery Plan 55*. Department of Conservation, Wellington. <http://www.doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/TSRP55entire.pdf>. Última consulta: 12 Mayo 2011.
- DeTolla, L., S. Srinivas, B. Whitaker, C. Andrews, B. Hecker, A. Kane & R. Reimschuessel. 1995. Guidelines for the Care and Use of Fish in Research. *ILAR Journal*, 37 (4): 1-27.
- Durborow, R., A. Mitchell & M. Crosby, 1998. Ich (White Spot Disease). *SRAC Publication 476*: 1-6.
- Figueroa, R., V. Ruiz, P. Berrios, A. Palma, P. Villegas & A. Andreu-Soler, 2010. Trophic ecology of native and introduced fish species from the Chillán river, South-Central Chile. *Journal of Applied Ichthyology*, 26:78-83.
- García de Leaniz, C., G. Gajardo & S. Consuegra, 2010. From the Best to Pest: changing perspectives on the impact of exotic salmonids in the southern hemisphere. *Systematics and Biodiversity*, 8(4): 1-13.
- García, A., K. Jorde, E. Habit, D. Caamaño & O. Parra, 2011. Downstream environmental effects of dam operations: changes in habitat quality for native fish species. *River Research and Applications*, 27(3): 312-327.
- García, A., J. González & E. Habit, 2012a. Caracterización del hábitat de peces nativos en el río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana*, 76):36-44.
- García, A., C. Sobenes., O. Link & E. Habit, 2012b. Bioenergetic models of the threatened darter *Percilia irwini*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 51):17-28.
- Glova, G. 2003. A test for interaction between brown trout (*Salmo trutta*) and inanga (*Galaxias maculatus*) in an artificial stream. *Ecology of Freshwater Fish*, 12(4): 247-253.
- Grommen, R., I. Van Hauteghem, M. Van Wambeke & W. Verstraete, 2002. An improved nitrifying enrichment to remove ammonium and nitrite from freshwater aquaria systems. *Aquaculture*, 211: 115-124.
- Habit, E., B. Dyer & I. Vila, 2006a. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70(1): 110-112.

- Habit, E., M. Belk, R. Tuckfield & O. Parra, 2006b. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile. *Freshwater Biology*, 51(1): 1-11.
- Habit, E. & M. Belk, 2007. Threatened fishes of the World: *Percilia irwini* (Eigenmann 1927) (Perciliidae). *Environmental Biology of Fishes*, 78:213-214.
- Habit, E. , M. Belk, P. Victoriano & E. Jaque, 2007. Spatio-temporal distribution patterns and conservation of fish assemblages in a Chilean coastal river. *Biodiversity Conservation*, 16(11):3179-3191.
- Habit, E., P. Piedra, D. Ruzzante, S. Walde, M. Belk, V. Cussac, J. Gonzalez & N. Colin, 2010. Changes in distribution of native fishes in response to introduced species and other anthropogenic effects. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5): 697-710.
- Ireland, S., P. Anders & J. Siple, 2002. Conservation Aquaculture: an adaptative approach to prevent extinction of an endangered white sturgeon population. *American Fisheries Society Symposium*, 28:211-222.
- Kangas, P. & W. Adey, 2008. *Mesocosm Management* pp. 2308-2313. In: Jorgensen, Sven E. and Fath, Brian (eds), Encyclopedia of Ecology. Elsevier, Amsterdam.
- Lambeck, R. 1997. Focal Species: A multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, 11 (4): 849-856.
- MINSEGPRES, 2008. Aprueba y oficializa nómina para establecer el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación, Ministerio General de la Presidencia, 4 pp. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=273235>. Última consulta: 9 Marzo 2012.
- MINSAL, 2009. Sobre sobre protección de animales Ley N° 20.380 de Salud Pública, Ministerio de Salud de Chile, 5 pp. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1006858>. Última consulta: 9 Marzo 2012.
- Odum, E. & G. Barret, 2006. *Fundamentos de Ecología*, Thomson S.A., México, 600 pp.
- Pardo, R., I. Vila & J. Capella, 2009. Competitive interaction between introduced rainbow trout and native silverside in a Chilean stream. *Environmental Biology of Fishes*, 86(2): 353-359.
- Penaluna, B., I. Arismendi & D. Soto, 2009. Evidence of Interactive Segregation between Introduced Trout and Native Fishes in Northern Patagonian Rivers, Chile. *Transactions of the American Fisheries Society*, 138: 839-845.
- Pettersson, L., K. Anderson & K. Nilsson, 2001. The diel activity of crucian carp, *Carassius carassius*, in relation to chemical cues from predators. *Environmental Biology of Fishes*, 61:341-345.
- Porter, C., M. Krom, M. Robbins, L. Brickell, & A. Davison, 1987. Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effects on water quality conditions. *Aquaculture*, 66: 287-297.
- Quezada-Romagnelli, C., M. Fuentes & D. Véliz, 2010. Comparative population genetics of *Basilichthys microlepidotus* (Atheriniformes: Atherinopsidae) and *Trichomycterus areolatus* (Siluriformes: Trichomycteridae) in north central Chile. *Environmental Biology of Fishes*, 89: 173-186.
- Roberge, J. & P. Angelstam, 2004. Usefulness of the Umbrella Species Concept as a Conservation Tool. *Conservation Biology*, 18(1): 76-85.
- Ruiz, V., F. Alay, M. López, J. Gavilán, R. Montoya, M. Almonacid, J. Cabello & R. Chávez, 1998. Presencia de *Ichthyoptirius multifiliis* Fouquet, 1876 (Protozoa, Ciliophora) en peces chilenos. *Biota, Osorno*, 5:13-20.

- Ruzzante, D., S. Walde, J. Gosse, V. Cussac, E. Habit, T. Zemlak & E. Adams, 2008. Climate control on ancestral population dynamics: insight from Patagonian fish phylogeography. *Molecular Ecology*, 17(9): 2234-2244.
- Sarmiento, F. 2001. *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. 514 pp. <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario/>. Última visita: 12 Enero 2011.
- Stuart-Smith R., R. White & L. Barmuta, 2008. A shift in the habitat use pattern of a lentic galaxiid fish: an acute behavioural response to an introduced predator. *Environmental Biology of Fishes*, 82: 93-100.
- Svobodova, Z. & J. Kolarova, 2004. A review of the diseases and contaminant related mortalities of tench (*Tinca tinca* L.). *Veterinarni Medicina*, 49 (1): 19-34.
- Unmack, P., A. Bennin, E. Habit, P. Victoriano & J. Johnson, 2009. Impact of ocean barriers, topography, and glaciation on the phylogeography of the catfish *Trichomycterus areolatus* (Teleostei: Trichomycteridae) in Chile. *Biological Journal of the Linnean Society*, 97: 876-892.
- Varga, P., I. Arismendi, G. Lara, J. Millar & S. Peredo, 2010. Evidencia de solapamiento de micro-hábitat entre juveniles del salmón introducido *Oncorhynchus tshawytscha* y el pez nativo *Trichomycterus areolatus* en el río Allipén, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(2): 285-292.
- Vila I., R. Pardo, B. Dyer & E. Habit, 2006. Peces límnicos: diversidad, origen y estado de conservación. En: I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (eds.) *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria, Valdivia. pp 73–102.
- Ward, D. 2008. *Bubbling ponds native fish propagation and research facility, status update*. http://www.scribd.com/full/4791616?access_key=key-1pubeb6svv5awoavxjwl5. Último acceso: 5 Mayo 2011.
- Young, K., J. Stephenson, A. Terreau, A. Thailly, G. Gajardo & C. García de Leaniz, 2008. The diversity of juvenile salmonids does not affect their competitive impact on a galaxiid. *Biological Invasions*, 11(8): 1955-1961.
- Young, K., J. Dunham, J. Stephenson, A. Terreau, A. Thailly, G. Gajardo & C. García de Leaniz, 2010. A trial of two trouts: comparing the impacts of rainbow and brown trout on a native galaxiid. *Animal Conservation*, 13(4): 399-410.
- Zemlak, S., E. Habit, S. Walde, M. Battini, E. Adams & D. Ruzzante, 2008. Across the southern Andes on fin: glacial refuge, drainage reversals and a secondary contact zone revealed by the phylogeographical signal of *Galaxias platei* in Patagonia. *Molecular Ecology*, 17(23): 5049-5061.
- Zemlak, S., E. Habit, S. Walde, C. Carrera & D. Ruzzante, 2010. Surviving historical Patagonia landscape and climate: molecular insights from *Galaxias maculatus*. *Evolutionary Biology*, 10: 67

NOTAS ACERCA DE LA ECOLOGÍA DE ARGIOPE ARGENTATA (FABRICIUS, 1775) (ARANEIDAE) EN CHILE

Andrés Taucare-Ríos

Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile.
E-mail: and.taucare22@gmail.com.

Resumen

El género *Argiope* Audouin, 1827 está representado por dos especies en Chile; *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) y *A. trifasciata* (Forskal, 1775), pero únicamente la primera se encuentra presente en el norte de Chile. En este trabajo se amplía la distribución de *A. argentata*, y se entregan datos acerca de su rol ecológico para los ecosistemas del norte de Chile. Se incluye una diagnosis y figuras para facilitar el reconocimiento de la especie.

Palabras clave: Araneidae, *Argiope argentata*, ecología, distribución, norte de Chile.

Notes on the ecology of *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Araneidae) in Chile

Abstract

The genus *Argiope* Audouin, 1827 is represented by two species in Chile; *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) and *A. trifasciata* (Forskal, 1775), but only the first is present in northern of Chile. This paper extends the distribution of *A. argentata*, and delivers data about their ecological role for the ecosystems of northern Chile. A diagnosis and figures to facilitate the recognition of the species are provided.

Key words: Araneidae, *Argiope argentata*, ecology, distribution, north of Chile.

Introducción

Las arañas (Arachnida: Araneae) comprenden un grupo faunístico diverso y ampliamente distribuido en todos los ecosistemas terrestres, invadiendo incluso ambientes dulceacuícolas (Turnbull, 1973). El orden cuenta con alrededor de 40.000 especies descritas (Platnick, 2011), y son consideradas como uno de los grupos entomófagos más abundantes en la naturaleza (Nyffeler *et al.*, 1994). Se ha propuesto incluso que las arañas son organismos ideales para monitoreos biológicos, principalmente los enfocados a las descripciones de biotopos y a los seguimientos de agentes contaminantes (Clausen, 1986). Dentro de estas especies, destacan por su particular abundancia y riqueza las especies de la familia Araneidae, la cual se encuentra ampliamente distribuida y representada en territorio nacional por 40 especies (Platnick, 2011; Piel, 2001); no obstante en el norte de Chile, esta familia incluye exclusivamente los géneros *Metepeira* F. O. Pickard-Cambridge, 1903 y *Argiope* Audouin, 1827 (Piel, 2001; Levi, 2004).

El género *Argiope* Audouin, 1827 se encuentra representado actualmente por un total de 76 especies descritas a nivel mundial (Platnick, 2011). En Chile este género incluye únicamente

dos especies; *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) ampliamente distribuida en Sudamérica y la cosmopolita *Argiope trifasciata* (Forskal, 1775) (Levi, 1968; 2004). La primera de estas especies se encuentra restringida exclusivamente al norte de Chile para la Región de Arica y Parinacota y la Región de Antofagasta, mientras que *A. trifasciata* se encuentra reportada para la Región Metropolitana, Región del Bío Bío y para la Isla de Juan Fernández (Levi, 2004). Pese a la abundancia de estos arácnidos en Chile, después de estos trabajos no se han reportado nuevos hallazgos en otras localidades, y mucho menos se tiene información relevante acerca de su ecología, y comportamiento, así como también su posible rol en nuestros ecosistemas.

El objetivo de este trabajo es entregar información acerca de la distribución, taxonomía y ecología de *A. argentata* en el norte de Chile en base a observaciones de campo y a la bibliografía existente.

Material y métodos

Las observaciones se realizaron directamente durante el día en época de verano, en intervalos de 30 minutos por arbusto, donde se anotaron las características del ambiente, y se visualizaron los ejemplares capturados en la tela de los arácnidos. Se tomaron fotografías del ambiente y de las arañas con una cámara digital, y fueron capturados algunos ejemplares en frascos plásticos con alcohol al 80% para su posterior observación en laboratorio.

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo fueron corroborados y contrastados con literatura especializada relacionada con esta especie. En este sentido, se aportan nuevos datos acerca de su ecología y hábitat, siendo discutidos en el texto del presente manuscrito.

Material examinado: Región de Arica y Parinacota: 1 ♀ Molinos ($18^{\circ}22'50"S$; $69^{\circ}56'40"O$, 1300 m s.n.m.) , 1 ♀ Cuya ($19^{\circ}09'37"S$; $70^{\circ}10'48"O$, 352 m s.n.m.), 1 ♀ y 1 ♂ de la desembocadura del río Lluta ($18^{\circ}24'55.06"S$; $70^{\circ}19'23.90"O$, 10m s.n.m.). Todo el material se encuentra depositado en la colección de Artrópodos de la Universidad Arturo Prat (MUAP), sede Iquique.

Resultados

Taxonomía

Argiope argentata (Fabricius, 1775)

(Fig. 1-4)

Diagnosis: Hembra de gran tamaño (25-30 mm) con un patrón de colores plateado, amarillo y anaranjado en el lado dorsal del abdomen. Este último posee seis protuberancias de diferentes tamaños que no sobresalen notoriamente a los costados, lo que difiere a como es conocido en esta especie (Figura 1). Los machos son mucho más pequeños que las hembras (6-8 mm) y con el abdomen de color marrón claro. La especie *A. argentata* se diferencia de *A. trifasciata* por la forma del abdomen, siendo más esférico y regular el abdomen en esta última especie, además difieren notablemente en el patrón de bandas del vientre del abdomen (ver Levi, 2004). El epigino de la hembra de *A. argentata* tiene una cubierta central abultada con dos cavidades

posteriormente pequeñas debajo de esta (Figura 2) y el palpo del macho es como se muestra en las Figuras 3 A-B.



Figura 1. Habitus de *Argiope argentata*, Río Lluta. Izquierda: Posición clásica en forma de cruz. Derecha; Imagen dorsal ampliada de la especie.

Figura 1. Habitus of *Argiope argentata*, Lluta River. Left: Classical position as a cross. Right; Dorsal image of the species



Figura 2. Epiginio de *Argiope argentata* (Fabricius, 1775). Escala: 0,5 mm.

Figure 2. *Argiope argentata* epyginum (Fabricius, 1775). Scale : 0.5 mm.

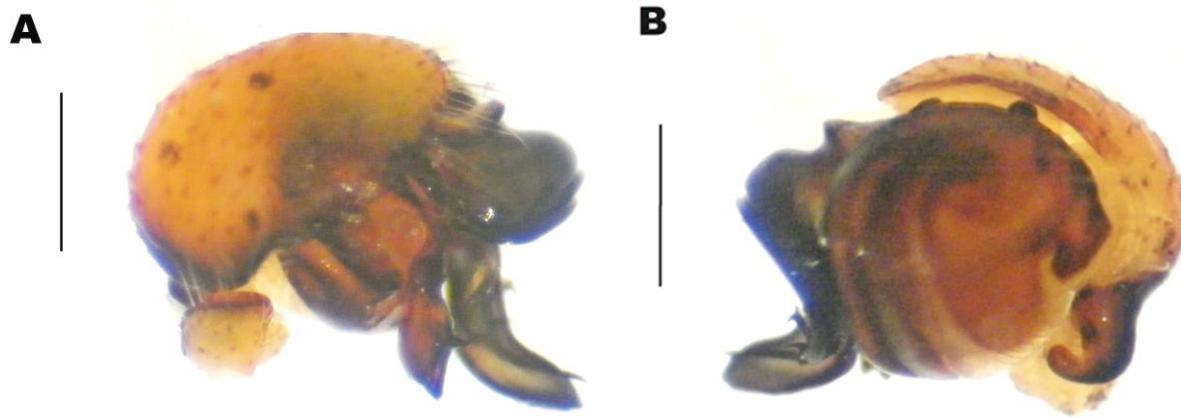


Figura 3. Palpo izquierdo del macho de *A. argentata*. A. Vista prolateral; B. Vista retrolateral. Escala: 0,5 mm.

Figure 3. Male left palp of *A. argentata*. A. Prolateral view; B. Retrolateral view. Scale: 0.5 mm.

Distribución: Se distribuye en toda América, desde el Sur de Florida, California hasta Argentina y Norte de Chile. En la región de Arica y Parinacota se ha reportado para las localidades de Arica ($18^{\circ}28'1,22''S$; $70^{\circ}18'9,04''O$, 33 msnm); desembocadura del Río Lluta ($18^{\circ}24'55,06''S$; $70^{\circ}19'23,90''O$, 10 msnm); Azápa ($18^{\circ}31'42,49''S$; $70^{\circ}10'2,01''O$, 314 msnm), y Poconchile ($18^{\circ}26'59,80''S$; $70^{\circ}3'59,33''O$, 550 msnm) (Levi, 2004).

Nuevos reportes: Se amplía la distribución de este arácnido para las localidades de Molinos, al interior de Arica y Cuya en la Quebrada de Camarones, Región de Arica y Parinacota.

Ecología: Esta especie habita usualmente en arbustos cercanos a sectores con agua, donde disponen su tela orbicular para cazar insectos, principalmente en juncales y totorales. Es muy común verla en la vegetación baja de la desembocadura del río Lluta (Humedal), y alrededores (Figura 4). Esta especie normalmente se le encuentra asociada a los matorrales o chilcas que crecen sobre los gramadales, específicamente vinculado a *Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC en esta desembocadura. Según datos obtenidos por otros autores para otros países, también se les ha visto en los márgenes de caminos y senderos, o donde hay pasto y arbustos bajos (Robinson, 1969), tendiendo a tener hábitos sinantrópicos.

La telaraña de *A. argentata* se encuentra casi siempre en una inclinación de 5 a 20 grados de la vertical. Esta tela es de gran tamaño, resistente y bastante simétrica. En ella, la araña se aloja en su red con las patas extendidas de dos en dos en forma de cruz, concordando con lo señalado por Uhl (2008) para esta especie, por lo que es conocida comúnmente en algunos lugares como la “araña de la cruz” (Figura 1).



Figura 4. Hábitat de *Argiope argentata*. Desembocadura del Río Lluta, Región de Arica y Parinacota, Chile.

Figure 4. Habitat of *Argiope argentata*. Lluta river mouth , Arica and Parinacota Region , Chile.

Se ha observado que este arácnido espera que sus presas caigan en su red pegajosa para luego envolverlas en su seda e inocular su veneno. En la literatura se ha mencionado que estos arácnidos se alimentan principalmente de insectos que habitan matorrales, tales como ortópteros (grillos), odonatos (libélulas, caballitos del diablo), hemípteros (cigarras y pulgones), lepidópteros (mariposas y polillas), dípteros (mosquitos, jergones y moscas) y coleópteros (escarabajos) (Robinson, 1969). En terreno se ha observado una predisposición por atrapar Dípteros y Lepidópteros, los cuales se encuentran usualmente atrapados en sus telas.

En cuanto a los depredadores, es sabido que para estas arañas las aves representan la mayor amenaza, ya que tienen el acceso más fácil a ellas (Hoffmaster, 1982). En el norte de Chile es consumida frecuentemente por el Chercán *Troglodytes aedon* (Vieillot, 1809) y probablemente por la Pizarrita *Xenospingus concolo* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), el Saca-tu-real (*Pyrocephalus rubinus*) y la Loica Peruana *Sturnella bellicos* (Filippi, 1847). De la misma manera, su gruesa y resistente telaraña es utilizada por los picaflores como *Rhodopis vesper* (Lesson, 1829) (Picaflor del norte) para construir sus nidos (Ronny Peredo com. personal, 2011).

Comentarios: Los datos otorgados en el presente trabajo corroboran la importancia de las arañas para la ecología de los ecosistemas desérticos, ya sea por su rol de depredadores generalistas, o como potenciales presas para las aves presentes en los humedales del norte de Chile. En término

de distribución se puede señalar que esta especie estaría restringida a sectores de quebradas y vegetación donde existe un flujo constante de agua. Altitudinalmente se distribuye desde la costa hasta alturas superiores a los 1000 msnm, presentando un límite altitudinal que no supera los 1.300 msnm en la localidad de Molinos, por lo que no estaría presente en la precordillera y altiplano del extremo norte de Chile.

Agradecimientos

Agradezco profundamente el aporte realizado por el ornitólogo Ronny Peredo en el presente trabajo. De la misma manera quiero agradecer a Margarita Ruiz de Gamboa y Marcos Ferrú quienes amablemente han facilitado las fotografías de campo que aquí se presentan.

Referencias bibliográficas

- Clausen, S., 1986. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators. *Bulletin from Brasilian Arachnology Society*, 7(3): 83-86.
- Hoffmaster, D. K., 1982. Predator avoidance behaviors of five species of Panamanian orb-weaving spiders (Araneae; Araneidae, Uloboridae). *Journal of Arachnology*, 10: 69-73.
- Levi, H., 1968. The spider genera Gea and Argiope in America (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 136: 319-352
- Levi, H., 2004. Comments and new records for the American genera Gea and Argiope with the description of new species (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 158: 47-66.
- Nyffeler, M. W., W. L. Sterling & D. Dean, 1994. How spiders make a living. *Environmental Entomology*, 23: 1357-1367.
- Piel, W., 2001. The systematics of Neotropical orb-weaving spiders in the genus *Metepeira* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 157: 1-92.
- Platnick, N., 2011. The World Spider Catalog. Version 11.5 American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/> Última consulta: 20 de Febrero de 2011.
- Robinson, M. H., 1969. Predatory behavior of *Argiope argentata* (Fabricius). *American Zoologist*, 9(1): 161-173.
- Turnbull, A., 1973. Ecology of the true spiders. *Annual Review of Entomology*, 18: 305-348.
- Uhl, G., 2008. Size dependent occurrence of different types of web decorations and a barrier web in the tropical spider *Argiope argentata* (Fabricius 1775) (Araneae Araneidae). *Tropical Zoology*, 21: 97-108.

HIGHSTANDS OF THE SEA LEVEL AND THE SPECIATION OF COASTAL COMMUNITIES: OPPORTUNITIES FOR THE NEW TERRITORIES IN SOUTHERN SOUTH AMERICA

Federico Ignacio Isla

Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, CONICET-UNMDP, casilla de correo 722, 7600 Mar del Plata, Argentina. Email: fisla@mdp.edu.ar

Abstract

The sea-level fluctuation during the Holocene has induced the emergence of new geographical extensions constrained by some conditioning factors as salinity regimes, habitats and substrates. At the coast of Argentina, some organisms have taken advantage of these factors. A genera of the rissoid snail, *Heleobia australis* (D'Orbigny 1835), has colonised estuarine areas (mudflats, coastal lagoons, estuaries) with significant changes in regard to the salinity regime. The rodent *Ctenomys australis* (Rusconi 1934) has specialized to live on barrier dunes, environments significantly different from those occupied by the ancient lineages of this family. In Patagonia, embayments between headlands have changed in their sediment availability during the different highstands of the Quaternary. Benthic communities were therefore more related to the changes of the bottom composition of these marine terraces than to sea surface temperatures. The Holocene jumps of the sea level could have caused similar rapid effects when the sea surpassed certain levels causing the approximately-sudden flood of a former subaerial depression.

Keywords: sea level changes, new environments, speciation, Holocene.

Niveles altos del mar y la especiación de comunidades costeras: oportunidades para los nuevos territorios en el sur de Sudamérica

Resumen

La fluctuación del nivel durante el Holoceno indujo la emergencia de nuevas áreas geográficas limitadas a algunos factores condicionantes como el régimen de salinidad, hábitats y sustratos. En la costa argentina, algunos organismos han sido favorecidos por esos factores. El caracol risoideo, *Heleobia australis* (D'Orbigny 1835), colonizó áreas estuarinas (planicies de fango, lagunas costeras, estuarios) de cambios significativos en relación con el régimen salino. El roedor *Ctenomys australis* (Rusconi 1934) se ha especializado para vivir en barreras medianas, ambientes significativamente diferentes a los que ocupaban los antecesores de esta familia. En Patagonia, las ensenadas entre cabos han cambiado en su disponibilidad de sedimento durante los estadíos altos del mar durante el Cuaternario. Las comunidades bentónicas estuvieron así más relacionadas a los cambios en la composición del fondo que a los de la temperatura superficial. Los saltos del nivel durante el Holoceno han causado similares efectos rápidos cuando el mar superó cierto nivel causando la inundación aproximadamente rápida de una depresión emergida previamente.

Palabras clave: cambios del nivel del mar, nuevos ambientes, especiación, Holoceno.

Introduction

Landscape controls the evolution of animals: The extended plains of South America have conditioned the evolution of running mammals (*Lama guanicoe*, *Hippidium* sp., *Dolichotis patagonum*) and running birds (*Hermosiornis*, *Rhea americana*). At the Argentine pampas, the Plio-Pleistocene interval, dominated by loessic plains, has permitted the survival of large mammals with high capacity to dig caves. Charles Darwin felt surprised that living armadillos seemed the smaller copies of the giant armadillos (gliptodontids). However, the processes of speciation have taken thousands of years and they are very difficult to discern along the geologic record ("the missing pages of the book") although the Quaternary is particularly characterized by a more complete record, but dominated by rapid changes in climate and the sea level.

Evolution has milestones of geologic stable periods when species did not change separated by episodes of relatively abrupt changes ("coordinated stasis" in the sense of Brett *et al.*, 1996). Species associations are nearly constant with turnover events mostly associated to unconformities, sometimes associated to marine transgressions, although some apparent faunal turnovers can be related to the stratigraphic incompleteness of the record. Although the direct relationship between the geographical range size of species and their duration has been documented several times (with an inverse relation to species extinction), it is not clear the relationship between geographic ranges and the speciation rates (Jablonski & Roy, 2003). Spatial extensions imply a greater diversity of selective environments and so might drive greater adaptive opportunities for some populations. Although some authors assumed that larger areas are more subject to barrier constraints, the opposite can be also plausible: that larger areas make species insensitive to these barriers and therefore can reduce the potential of speciation rates. In this sense, there are some examples where geographic ranges are inversely correlated, or without correlation to speciation rates (Jablonski & Roy, 2003). This reasoning extends beyond speciation rates towards the total number of species produced, increasing diversity (*i.e.* species richness) in direct relation to the territory involved.

The Holocene transgression signifies rapid environmental changes, with a sea level fluctuation that spanned only 6,000 years (Isla, 1989) and causing the emergence of several kilometres. It therefore offers an excellent interval to analyze the degree of change of coastal lineages. Human expansion by the Pacific Oceania was conditioned to the island habitability in response to the Late Holocene sea-level drop (Dickinson, 2003). Although predation and ecological interactions may explain some changes in the animal communities, they can not be related directly to speciation. Holocene fluctuations of the sea level, mostly those recorded in the Southern Hemisphere (Isla, 1989), implied significant changes in relation to the erosive action of rivers, waves or glaciers. At the same time, as the sediment availability causes significant changes in the environment, these changes control benthic communities. Dealing with estuaries, there are geological constraints as the geomorphological inheritance (paleoestuary configuration and river catchments dimensions) and the degree of sediment filling (estuary evolution-maturity) that conditioned the availability of ecological habitats (Roy *et al.*, 2001). The availability of sand induced coastal barriers as new territories for those organisms capable of getting advantage of these new habitats.

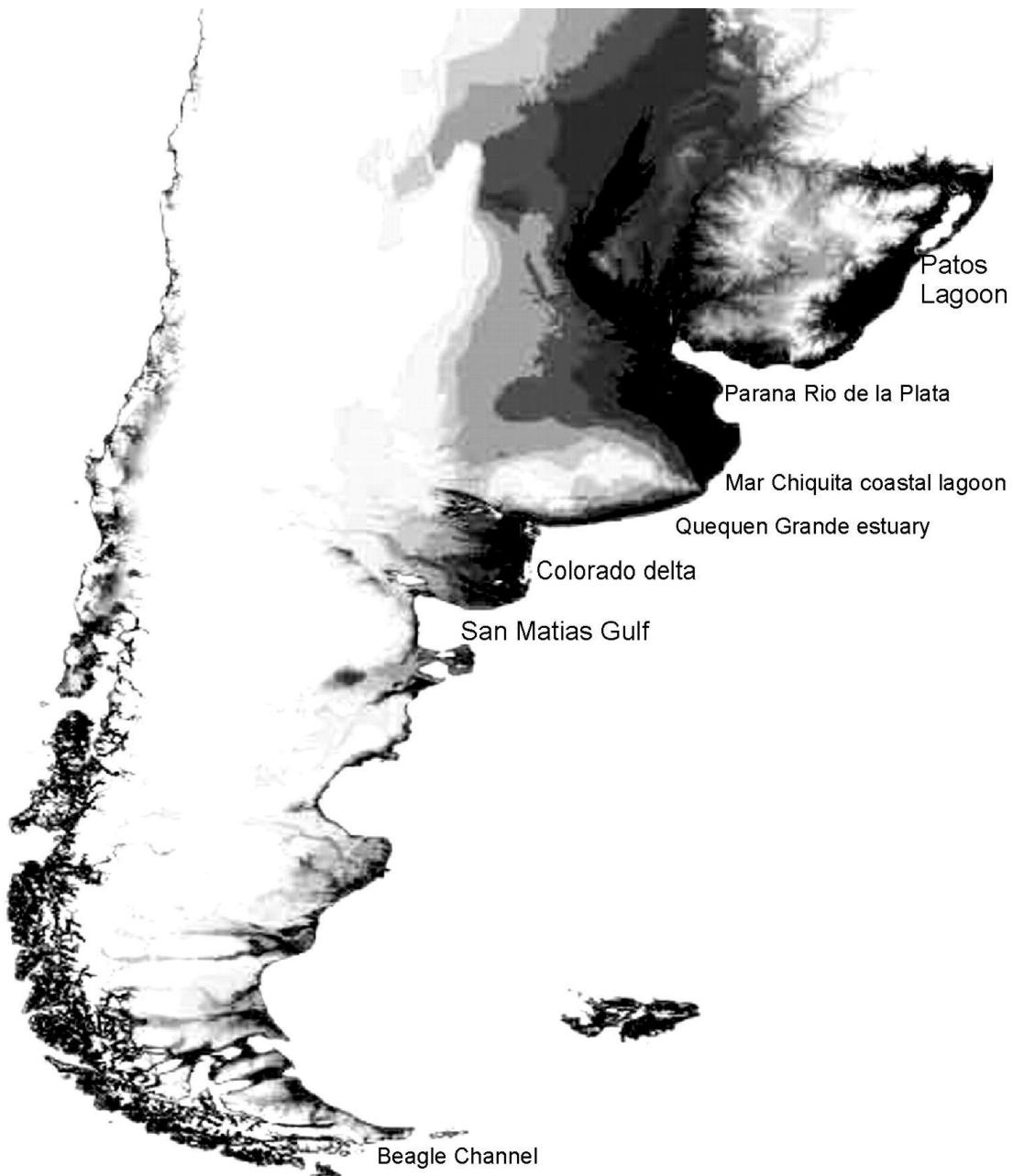


Figure 1. Digital terrain model of Eastern South America highlighting the costal plains below the 20 m altitude: Patos Lagoon, Paraná- de la Plata plain and Colorado delta (modified from Brooks *et al.*, 2006).

Figura 1. Modelo digital de superficie del Este de Sudamérica destacando las planicies costeras por debajo de los 20 m de altura: Laguna dos Patos, planicie del Paraná y Río de la Plata, y delta del Colorado (modificado de Brooks *et al.*, 2006).

Pleistocene faunistic changes were usually related to relatively-rapid climatic variations, being extinctions one of the most significant evidences (Grayson, 1984). While most of these extinctions were related to changes within the environment, little was searched about speciation phenomena related to areas that became emerged during the end of the highstands. In Patagonia there is a very good record of former highstands of the sea level with significant variations in the mollusc assemblages assigned mainly to climatic changes, sea-surface temperature, depth and substrate (Aguirre, 2003). Substrate effect is commonly referred to a simple dichotomy of hard or soft substrate. However, there are other significant conditioning factors related to the substrate; *e.g.* sediment transport, clogging effects, potential redox, bottom dynamics, predation, ecological interactions.

In the present review, several examples about the speciation of some taxa that took advantage of the Holocene sea-level fluctuation were described and analyzed. In particular, it was considered how hidrobid snails from Buenos Aires took advantage of extended tidal environments subject to different salinity dynamics (mudflats, coastal lagoons, estuaries). At coastal barriers, rodents of the genus *Ctenomys* evolved into new species with better conditions for digging into fine sand. The sediment composition of these barriers, beaches or nearshore facies are responsible for the composition, distribution and abundance of coastal mollusc communities.

The Holocene sea-level fluctuation in South America

The Eastern coast of South America is characterised by several Quaternary sea-level highstands, particularly where there are coastal plains below the 20 m height (Figure 1). However, the inherited topography conditioned the emplacement of these highstands. The Holocene is characterised by a sea-level fluctuation that occurred in the last 6000 years (Chappell, 1983; Isla, 1989, Angulo *et al.*, 2006). Conditioned to the slope of the coastal plain, this fluctuation provided significant extensions of land subject to tidal action or water-mixing effects (Isla *et al.*, 1996; Dillenburg *et al.* 2009). Plotting the maximum ages of the molluscs sampled in these Holocene estuarine deposits, progradation rates were maximum at the Patos coastal-lagoon, Paraná-De la Plata and Colorado Delta coastal plains (Figure 1).

At Rio Grande do Sul, several Quaternary highstands were recorded in response to a gentle coastal plain and a persistent sediment supply (Tomazelli *et al.*, 2000; Figure 2a). In Buenos Aires Province, the extension of coastal plains is conditioned to the inherited regional slope. The Eastern Barrier prograded on a very gentle dipping plain, while the Southern Barrier is attached to a hilly landscape between two ranges: Tandilia and Ventania (Isla *et al.*, 1996; Figure 2b).

Materials and methods

Most of the methods of this review were explained in previous papers or doctoral thesis (De Francesco, 2002; Mora, 2008; Godillo & Isla, 2010; Isla, 2011). Samplings of specimens of the *Heleobia* genus were collected at the same time that salinity and temperature were measured by the mean of a Horiba U10 water-quality checker (De Francesco & Isla, 2003). DNA haplotypes were compared from tissues of *Ctenomys talarum* and *C. australis* (Mora *et al.*, 2007). The isolation of the population of *C. australis* associated to habitat fragmentation was analyzed from ancient

photographs and modern images (Mora *et al.*, 2010). The ages of the different highstands were obtained from absolute datings (Uranium series, ESR and radiocarbon decayment methods) of different highstands (Gordillo & Isla, 2010). A radiocarbon dating on wood fragments was performed by the traditional “bulk sample” method. Distribution maps of molluscs were drafted using GIS procedures.

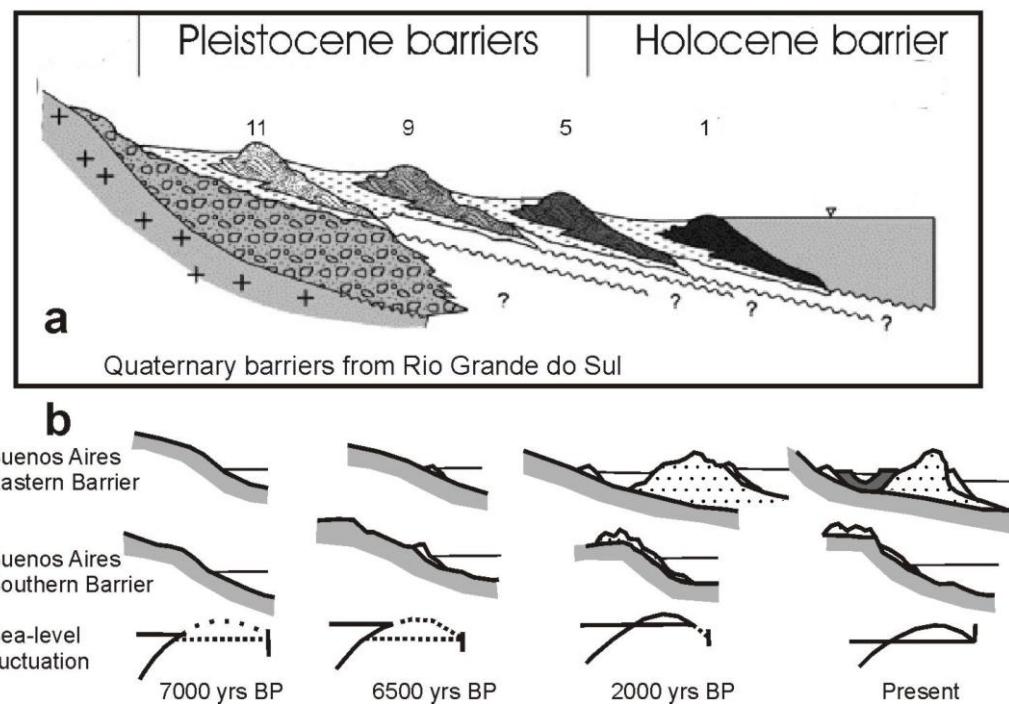


Figure 2. a) Progradation of Quaternary coastal plains of Rio Grande do Sul. Numbers correspond to Oxygen isotopic stages (modified from Tomazelli *et al.*, 2000). b) Inherited morphology conditions the emplacement of the Eastern and Southern barriers of Buenos Aires (modified from Isla *et al.*, 1996).

Figura 2. a) Porgradación de las planicies costeras cuaternarias de Rio Grande do Sul. Los números corresponden a los estadíos isotópicos del oxígeno (modificado de Tomazelli *et al.*, 2000). b) La morfología heredada condiciona el emplazamiento de las barreras Oriental y Austral de Buenos Aires (modificado de Isla *et al.*, 1996).

Results

Estuarine dynamics: the speciation of estuarine snails

The Holocene record of Mar Chiquita coastal lagoon (Figure 1) is dominated by shells of rissoidean snails belonging to the genus *Heleobia*, also called *Littoridina* (De Francesco, 2002; De Francesco & Isla, 2003). Three species are living along this coastal lagoon: *Heleobia australis*, *H. conexa* and *H. parchappii*. The former is restricted to the inlet areas subject to tidal effects. *Heleobia conexa* occupies most of the extended area of the coastal lagoon while *H. parchappii* is restricted to the creeks and channels flowing to the lagoon (De Francesco & Isla, 2004). From the 16 living

species of *Heleobia*, these three belonging to the “*parchappii* group” (*sensu* Gaillard 1973) are the only mentioned for the Holocene (De Francesco, 2002). In this sense, it is thought that many recent specimens must have been collected and classified by the generic name of “*parachappii*” (De Francesco, 2002).

Along the Quequén Grande River (Figure 1) similar patterns of distribution were assigned to salinity effects. *H. australis* (D’Orbigny, 1835) and *H. conexa* (Gaillard, 1974) are varying along the estuarine gradient while *H. parchappii* distributes at the freshwater courses, far from the tidal excursion. (De Francesco & Isla, 2003). Significant differences in the average densities of hidrobids (specimens sampled under stones at areas of 100 cm²) were recorded (Figure 3). Although the tidal excursion is completely different same pattern of distribution was also found along the Mar Chiquita coastal lagoon.

In regard to fossil specimens, it has been accepted that the estuarine sediments assigned to the Holocene transgression was dominated by *H. australis* (Aguirre & Farinati, 2000; De Francesco, 2007) and that this species is today scarce and restricted to shallow marginal marine habitats spanning from latitudes of 5°N to 42°S (Aguirre & Farinati, 2000; Aguirre & Urrutia, 2002). Although there are some references about specimens of *H. australis* collected from Pleistocene sediments (see Aguirre & Urrutia, 2002) much of these specimens were collected from sediments comprising the “*Querandinense Stage*” (Aguirre & Whatley, 1995), today assigned to the Holocene transgressive phase of the sea-level fluctuation.

However, a controversy still remains about the taxonomic position of *H. australis*. Some authors proposed a single species that originated about 7500 years BP, with several morphs related to salinity tolerances: for oligo-mesohaline condition the morph A (*H. conexa*) dominates; for mesohaline conditions the morph B comprises the species *H. australis* and *H. crassa*; and for poly-euhaline conditions (morph C) *H. isabelleana* dominates (Aguirre & Farinati, 2000; Aguirre & Urrutia 2002). On the other hand, De Francesco (2007) holds that the morphometric parameters (length-width relationship) lacks of a biological base. In his sense, fossil determinations should follow the taxonomic and environmental significance of living specimens; although this way of reasoning, based on the assumption that modern specimens distribute similarly to fossil specimens, should be carefully applied to times older than Holocene. At the same time, the puzzle about the origin of *H. australis* from the original “*parchappii* Group” remains unsolved. The Pleistocene record has plenty of references for the genus *Heleobia*. However, the only species determined was dominantly assigned to the living *H. parachappii*, a species that today lives on submerged vegetation, silt or hard substrates (Darrigran, 1995). Although it is today easily recognized in freshwater environments, it can also be sampled from tidal channels of Mar Chiquita coastal lagoon at salinities ranging between 17 and 23‰ (De Francesco & Isla, 2003). In the geologic record, it has been sampled in fluvial-swamp sequences extending from Upper Pleistocene to Holocene: Quequén Grande River (Zárate *et al.*, 1995), Chasicó Creek (Bonadonna *et al.*, 1999), Punta Hermengo shallow lake (Figini *et al.*, 1999) and Luján River (Prieto *et al.*, 2004). DNA studies of the living specimens will solve the puzzle about the relationships between these estuarine species: either their parental relationship between *H. parachappii* and *H. australis*, or if it is a single species (*H. australis*) whose morphometry depends on salinity.

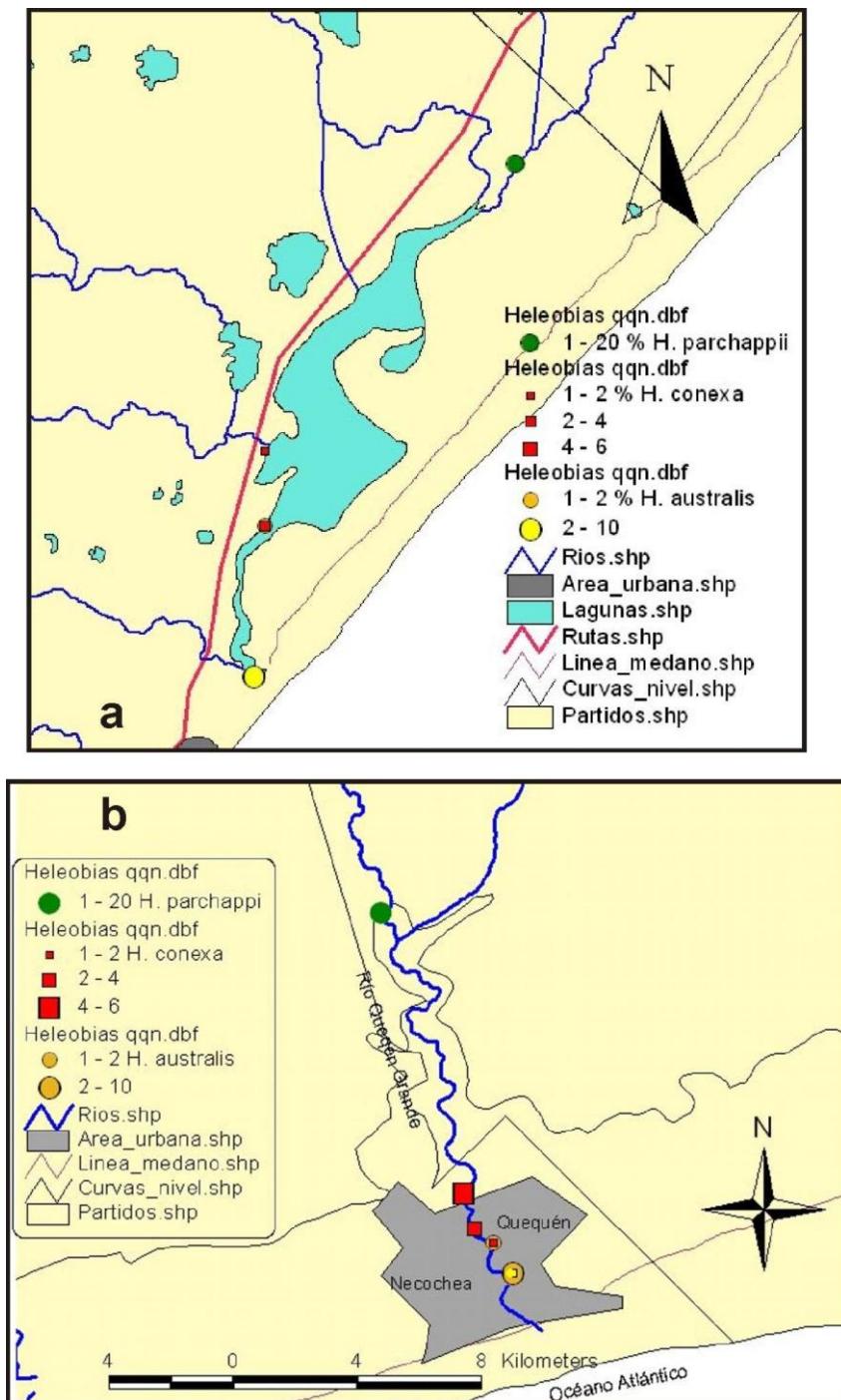


Figure 3. a) Distribution of different species of the genus *Heleobia* along the Mar Chiquita coastal lagoon b) Distribution of the same genus along the Quequén Grande River estuary (modified from De Francesco & Isla, 2003).

Figura 3. a) Distribución de diferentes especies del género *Heleobia* a lo largo de la laguna costera Mar Chiquita. b) Distribución del mismo género a lo largo del estuario del Río Quequén Grande (modificado de De Francesco & Isla, 2003).

Landscape: the speciation of the sand-dune tuco-tuco

Two ctenomids are characteristic of the southern area of Buenos Aires province: *Ctenomys talarum* and *C. australis*. The former occupies areas dominated by grass between dunes or fixed dunes with soils with a certain moisture content and vegetation cover (Malizia *et al.*, 1991; Vasallo, 1993; Mora *et al.*, 2003). On the other hand, *C. australis* lives only at coastal sandy dunes with a very sparse vegetation cover (Mora, 2008). This species is solitary, highly territorial with restrictions for digging ability (Mora *et al.*, 2010), and belongs exclusively to the southern barrier of Buenos Aires that originated about 6000 years ago (Isla *et al.*, 1996). Today this “tuco tuco” of the dunes has problems of habitat fragmentation originated by small rivers dissecting the barrier, and more recently by forestation and urbanization of this coastal barrier (Mora, 2008). It was already accepted that *C. australis* belongs to the ctenomid group related to sandy soils of Quaternary dunes (Mora, 2008). In terms of age, *C. talarum* was living at least during the Upper Pleistocene while *C. australis* originated by the consequences of the sea-level fluctuation. On the other hand, *C. talarum* specimens have occupied a wider range of microhabitats, and therefore have been less affected by the sea-level fluctuation that could have triggered habitat changes and consequently genetic isolation by distance.

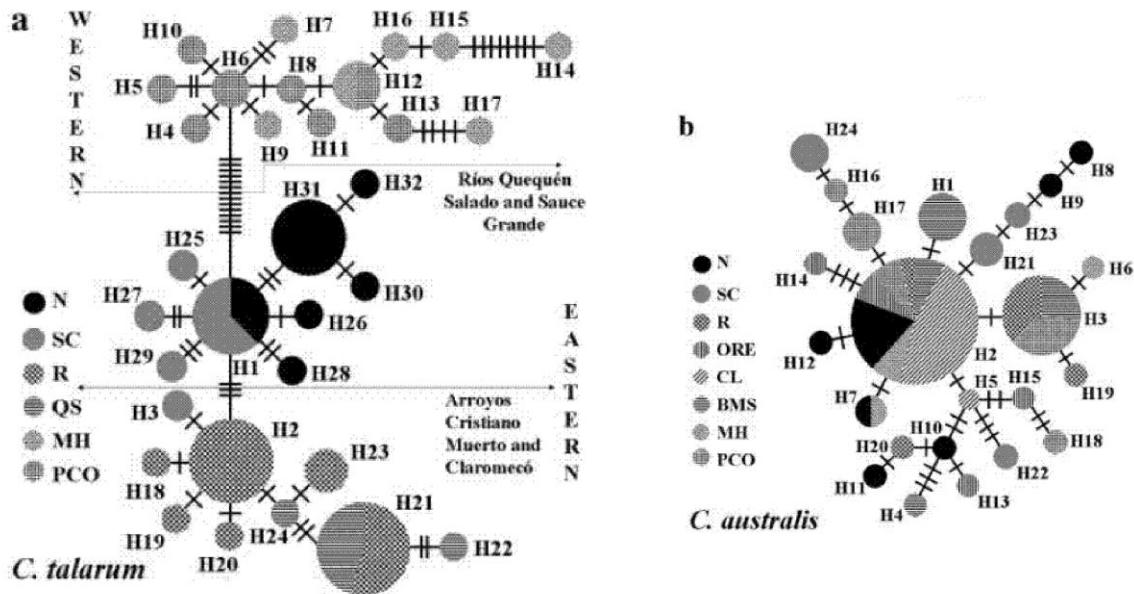


Figure 4. Comparison of minimum spanning trees for mitochondrial DNA haplotypes of the two ctenomids from southern Buenos Aires. a) *Ctenomys talarum*. b) *Ctenomys australis* (modified from Mora *et al.*, 2007).

Figura 4. Comparación de los *minimum spanning trees* de haplotipos de ADN mitocondrial de dos ctenomidos del sur de Buenos Aires. a) *Ctenomys talarum*. b) *Ctenomys australis* (modificado de Mora *et al.*, 2007).

Comparing their mitochondrial DNA, the differences of *C. talarum* (the “tuco tuco of the talas” *Celtis tala*) were conditioned to geographical barriers like the rivers flowing within gorges (Quequén Salado - Sauce Grande, and Cristiano Muerto – Claromecó). Instead, the haplotype tree of *C. australis* has a star shape meaning a low genetic drift (Mora *et al.*, 2007). It was concluded that *C. australis* has not occupied this sandy barrier during much time as there are not many differences within this population regarding their mitochondrial DNA (Mora, 2008). Assuming a recent expansion of the populations of *C. australis*, it could have derived from an ancestral species in a new vacant habitat (Mora *et al.*, 2007). Although it is clear that landscape controls the distribution of these species, and causing very modern variations that can be explained by habitat discontinuities, sex and age are also conditioning factors of their present dispersal (Mora *et al.*, 2010). Comparing genetically their demographic history, it has been concluded that *C. talarum* has experienced a stable history while the *C. australis* is dominated by an expansion pattern (Figure 4; Cutrera *et al.*, 2010).

Habitat: coastal mollusc changes during Patagonian highstands

In the Beagle Channel (Figure 1), the climatic deterioration that occurred during the Pliocene-Pleistocene glaciations produced significant environmental changes followed by a repopulation by migrants from other areas (Gordillo *et al.*, 2009). On the other hand, it is well known that regarding benthic coastal communities, it is the substrate the most important variable that controls their distribution. Highstands comprise particular environments (beaches, barriers, coastal lagoons, estuaries, tidal flats) with different potential of preservation. At the same time, benthic communities from these environments are subject to differential erosion, burial or destruction of their skeletons, and the highstands are only a minimum gap of the transgressive-regressive cycles they are representing (Valentine, 1989). Dealing with the mollusc distribution of the Atlantic beaches of Tierra del Fuego, Pleistocene assemblages are characterized by infaunal specimens, dominated by the venerid *Retrotapes* sp., Del Río 1997. On the other hand, Holocene assemblages are dominated by epifaunal communities (Isla *et al.*, 2005; Gordillo & Isla, 2010). In this sense, it is the sediment availability the factor that controls the habitat-type of the communities that colonise each bay during each highstand (Figure 5). Along the different pocket beaches or bays of the Eastern coast of Tierra del Fuego, there are significant variations between the habitat preferences of the benthic communities.

Flooded depressions and sea-level jumps

In the same way that the mid-Holocene was characterised by a rapid sea-level fluctuation that caused the emergence of low-lying coastal plains, during the transgressions there were two sea-level jumps that could cause rapid floods of some specific depressions.

Northern Patagonia is today characterised by large depressions below the sea level. They remain emerged below the sea level due to the low Precipitation rates and high evaporation (exacerbated by the strong Westerly winds). Several non-flooded depressions below Present sea level are localised in Bajo del Gualicho (72 m below sea level; Figure 6), Gran Bajo Valdés (4 m

below sea level), Salinas Grandes (-40 m) and Salina Chica de Valdés (-31 m). Constant arid to semiarid conditions persisted during the last 5,500 years. During Late Holocene there was a slight change to present semiarid conditions (Schäbitz, 1994). As these climate conditions did not change significantly, it was expected that present gulfs (San Matías, San José and Nuevo) had been subaerial depressions with minimum areas covered by hypersaline water or saltpans. The San Matías Gulf is the largest flooded depression of 18,000 km² (Gagliarindi & Rivas 2004). Shrub fragments in living position at the bottom of the gulf (70 m depth) were dredged from the western slope of this gulf. The wood was dated in 11,310 +/- 150 years (LP-2384), probing that the depression was not yet flooded during that age. Considering the sea-level rise proposed for the Argentine Shelf (Guilderson *et al.*, 1998), 11,000 years ago the sea level had not reached the level of the present sill of the San Matías and San José gulfs (Figure 6). About 10,000 years ago, these depressions were rapidly flooded (Isla 2011), transformed into gulfs (San Matías, San José and Nuevo) and therefore subject to colonisation by marine species. A ramp with a sand wave field has been mapped at the southern portion of this sill (Gagliardini *et al.*, 2005).

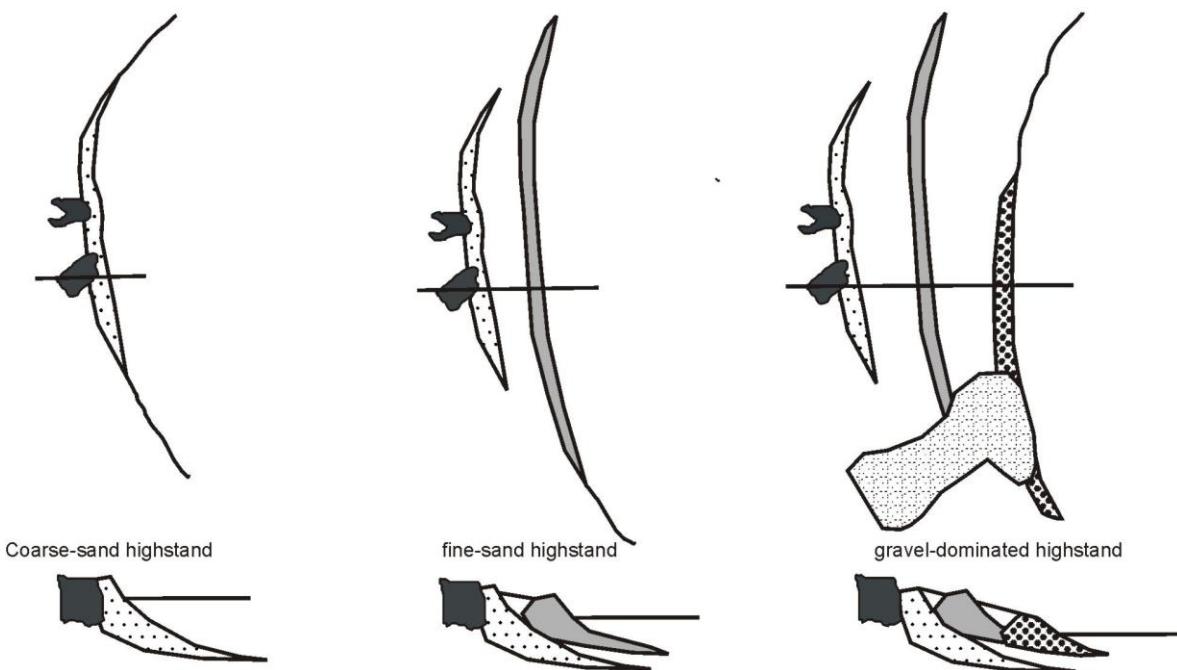


Figure 5. Variaciones de las condiciones de sustrato (disponibilidad de sedimento) durante diferentes niveles altos del mar (modificado de Isla & Bujalesky, 2008).

Figura 5. Variaciones de las condiciones de sustrato (disponibilidad de sedimento) durante diferentes niveles altos del mar (modificado de Isla & Bujalesky, 2008).

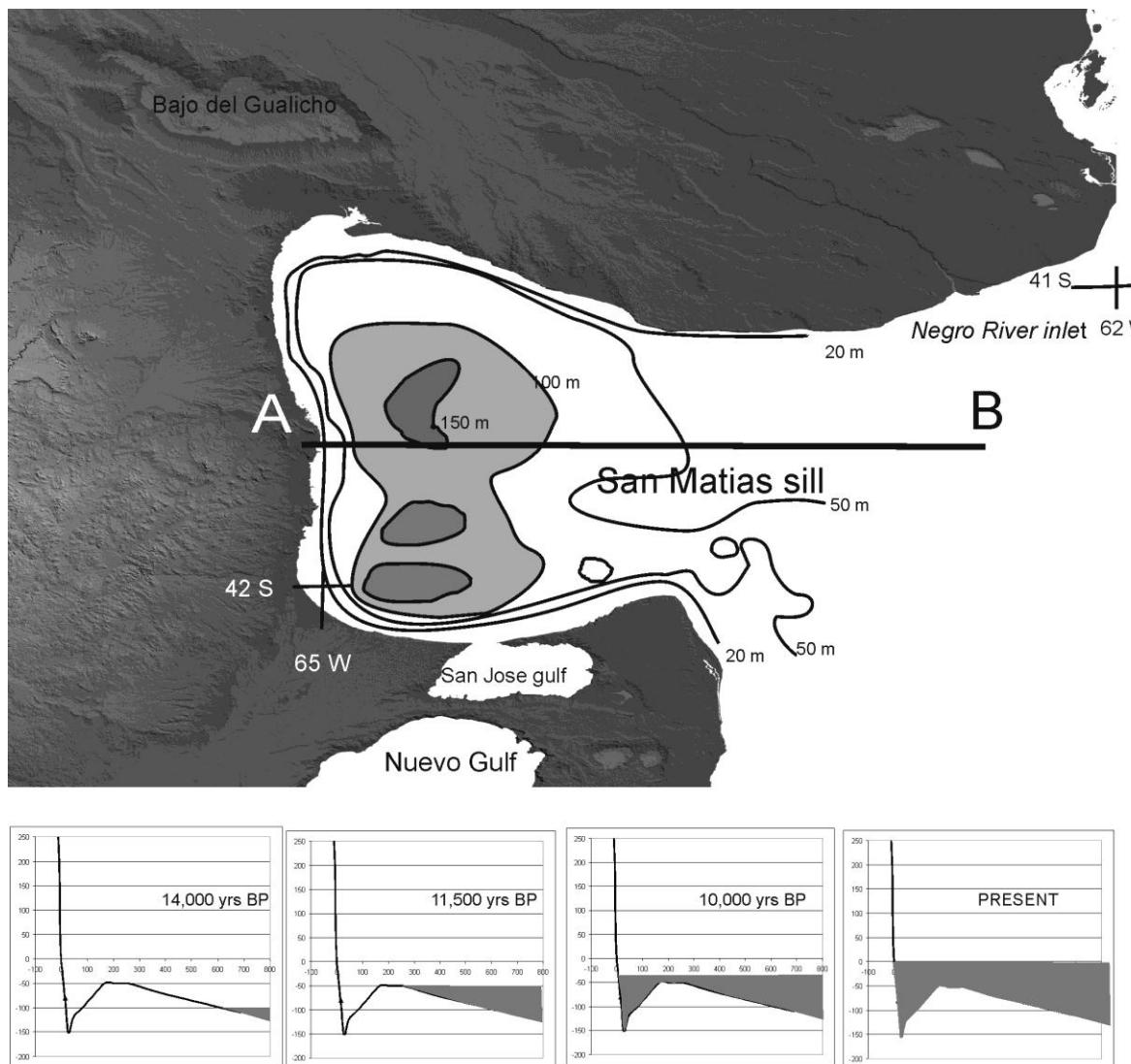


Figure 6. (top) Digital terrain model of the region of San Matías Gulf with emerged depressions below sea level and the bathymetry of the gulf. (bottom) Evolution of the sea level in relation to the flooding of the tectonic depression of the San Matías Gulf 14,000, 11,000, and 10,000 years ago, and present level (modified from Isla, 2011).

Figura 6. (arriba) Modelo digital de superficie de la región del Golfo San Matías con depresiones emergidas debajo del nivel del mar y la batimetría del golfo. (abajo) Evolución del nivel del mar en relación a la inundación de la depresión tectónica del Golfo San Matías hace 14.000, 11.000 y 10.000 años, y el presente (modificado de Isla, 2011).

The success of different species to distribute, adapt or even interact within these gulfs would explain some changes between the benthic communities of the different highstands. Holocene sea-level curves have been compiled from different coasts in order to minimize the biases induced by tectonic effects. Two important sea level jumps were detected at 14,000 and 11,500-11,000 years BP, and called MWP1A and MWP1B. These jumps were related to melt-water pulses simultaneously detected at Barbados, Tahiti and New Guinea, and were correlated to the oxygen isotopic variations measured at GRIP ice core and forams sampled cores collected at the sea bottom (Bard *et al.*, 1996). The impacts of these sea level jumps would explain much of the changes recorded at the beaches and sea bottoms at these large depressions. Although ecological interactions can explain changes in the distribution, abundance and even extinctions, they cannot explain other variations assigned to physical constraints in short determined periods (as a sea level fluctuation, or a rapid flooding) in large areas.

Conclusions

Sea-level highstands comprised enough time to originate new conditions and different coastal territories. Changes in salinity dynamics, landscape and habitats can induce changes in the distribution, isolation and therefore the speciation of some taxa. The jumps of the sea level can also produce significant changes, flooding in short periods former emerged depressions.

Acknowledgements

The author wishes to express his gratefulness to Patricio Saldivia, Carmen Úbeda and Claudio Soto for comments on the manuscript. This work was financed by the project Fondecyt Postdoctorado 3110040. The author is grateful to colleagues that have contributed in previous discussions and with original papers, particularly M. Mora, S. Gordillo, C. de Francesco and G. Bujalesky. The new radiocarbon dating from the San Matías Gulf was performed at the Laboratorio de Tritio y Radiocarbono (LATYR) of the University of La Plata. Three anonymous referees made useful comments.

References

- Aguirre, M. L., 2003. Late Pleistocene and Holocene palaeoenvironments in Golfo San Jorge, Patagonia: molluscan evidence. *Marine Geology*, 194: 3-30.
- Aguirre, M. L. & E. A. Farinati, 2000. Aspectos sistemáticos, de distribución y paleoambientales de *Littoridina australis* (D'Orbigny, 1835) (Mesogastropoda) en el Cuaternario marino de Argentina (Sudamérica). *Geobios*, 33: 569-597.
- Aguirre, M. L. & M. I. Urrutia, 2002. Morphological variability of *Littoridina australis* (d'Orbigny, 1835) (Hydrobiidae) in the Bonaerensian marine Holocene (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 183: 1-23.
- Aguirre, M. L. & R. C. Whatley, 1995. Late Quaternary marginal marine deposits from north-eastern Buenos Aires Province, Argentina: A review. *Quaternary Science Reviews*, 14: 223-254.

- Angulo, R. J., G. C. Lessa & M. C. de Souza, 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews* 25: 486-506. doi:10.1016/j.quascirev.2005.03.008.
- Bard, E., B. Hamelin, M. Arnold, L. Montaggioni, G. Cabioch, G. Faure & F. Rougerie, 1996. Deglacial sea-level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. *Nature*, 382: 241-244.
- Bonadonna, F. P., G. Leone & G. Zanchetta 1999. Stable isotope analyses on the last 30 ka molluscan fauna from pampa grassland, Bonaerense region, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 153: 289-308.
- Brett, C. E., L. C. Ivany & K. M. Schopf, 1996. Coordinated stasis: An overview. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 127: 1-20.
- Brooks, N., J. Hall, & R. Nichols, 2006. Sea-Level Rise: Coastal Impacts and Responses. Die zunkunft der mere: zu warm, zu hoch, zu sauer. Externe expertise für das WBGU, Berlin, 49 pp.
- Cutrera, A. P., E. A. Lacey, M. S., Mora & E. P. Lessa, 2010. Effects of contrasting demographic histories on selection at major histocompatibility complex loci in two sympatric species of tuco-tucos (Rodentia: Ctenomyidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 99: 260-277.
- Chappell, J., 1983. Evidence for smoothly falling sea levels relative to North Queensland, Australia during the past 6,000 years. *Nature*, 302: 406-408.
- Darrigran, G., 1995. Distribución de tres especies del género *Heleobia* Stimpson, 1865 (Gastropoda: Hydrobiidae) en el litoral argentino del Río de La Plata y arroyos afluentes. *Iheringia, Serie Zoología*, 78: 3-8.
- De Francesco, C. G., 2002. *Significado paleobiológico y paleoambiental de las concentraciones holocenas de Heleobia (Gastropoda) presentes en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires*. Unpublished thesis University of Mar del Plata, Mar del Plata, 109 pp.
- De Francesco, C. G., 2007. Las limitaciones a la identificación de especies de *Heleobia* Stimpson, 1865 (Gastropoda: Rissooidea) en el registro fósil del Cuaternario tardío y sus implicancias paleoambientales. *Ameghiniana*, 44: 631-635.
- De Francesco, C. G. & F. I. Isla, 2003. Distribution and abundance of hydrobiid snails in a mixed estuary and a coastal lagoon, Argentina. *Estuarine Research Federation, Estuaries*, 26: 790-797.
- De Francesco, C. G. & F. I. Isla, 2004. The life cycle and growth of *Heleobia australis* (d'Orbigny, 1835) and *Heleobia conexa* (Gaillard, 1974) (Gastropoda: Rissooidea) in Mar Chiquita coastal lagoon (Argentina). *Journal of Molluscan Studies*, 70: 173-178.
- Dickinson, W. R., 2003. Impact of Mid-Holocene hydro-isostatic highstand in regional sea level on habitability of islands in Pacific Oceania. *Journal of Coastal Research*, 18(3): 589-502.
- Dillenburg, S. R., E. G. Barboza, L. J. Tomazelli, P. A. Hesp, L. C. P. Clerot & R. N. Ayup-Zouain, 2009. Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In Dillenburg, S. R. & P. A Hesp (eds.) *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil*. Lecture notes in Earth Sciences 107, Springer, Ch. 3: 53-91.
- Figini, A. J., J. E. Carbonari, R. A. Huarte & E. Tonni, 1999. Cronología radiocarbónica del Holoceno de Punta Hermengo, Buenos Aires. XIV Congreso Geológico Argentino, Salta, II: 63-66.

- Gagliardini, D., S. Aliotta, A. Dogliotti & P. Clemente-Colón, 2005. Identification of bed forms through ERS SAR images in San Matías gulf, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 21: 193-201.
- Gagliardini, D. A. & A. L. Rivas, 2004. Environmental characteristics of San Matías Gulf obtained from Landsat – TM and ETM+ data. *Gayana* 68: 186–193.
- Gaillard, M. C., 1973. *Contribución al conocimiento del género Littoridina Souleyet, 1852 en Argentina*. Unpublished Thesis 320, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Gordillo, S., G. Cusminsky, E. Bernasconi, J. F. Ponce, J. O. Rabassa & M. Pino, 2009. Pleistocene marine calcareous macro-and-microfossils of Navarino Island (Chile) as environmental proxies during the last interglacial in southern South America. *Quaternary International*, 74: 1-16.
- Gordillo, S. & F. I. Isla, 2010. Faunistic changes between the Middle/Late Pleistocene and the Holocene on the north coast of Tierra del Fuego: Molluscan evidence. *Quaternary International*, doi:10.1016/j.quaint.2010.06.006
- Grayson, D. K., 1984. *Explaining Pleistocene extinctions. Thoughts on the structure of a debate*. In Martin, P. S. & R. G. Klein (eds.) *Quaternary extinctions.: a prehistoric revolution*. The University of Arizona Press, 807-823.
- Guilderson, T. P., L. Burckle, S. Hemming & W. R. Peltier, 2000. Late Pleistocene sea level variations derived from the Argentine Shelf. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 1, 2000G000098.
- Isla, F. I., 1989. The Southern Hemisphere sea-level fluctuation. *Quaternary Science Reviews*, 8: 359-368.
- Isla, F. I., 2011. Submerged woods of Upper Pleistocene age at San Matías Gulf: a sea level Curve for Northern Patagonia. *XIII ABEQUA Congress - The South American Quaternary: Challenges and Perspectives*. Buzios, Brasil, 5 pp.
- Isla, F. I. & G. G. Bujalesky, 2008. *Coastal Geology and morphology of Patagonia and Fueguian Archipelago*. En Rabassa, J. R. (ed.) *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra Del Fuego*. Elsevier Sci. Publ., Ch. 10: 227-240.
- Isla, F. I., L. C. Cortizo & E. J. Schnack, 1996. Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the Southern Barrier of Buenos Aires. *Quaternary Science Reviews* 15(8-9): 833-841.
- Isla, F. I., G. G. Bujalesky, M. L. Galasso & C. G. De Francesco, 2005. Morphology, grain-size and faunistic composition of the macrotidal beaches of Tierra del Fuego, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60: 433-445.
- Jablonski, D. & K. Roy, 2003. Geographical range and speciation in fossil and living molluscs. *Proceedings Royal Society of London B*, 270: 401–406.
- Malizia, A. I., A. I Vassallo & C. Busch, 1991. Population and habitat characteristics of two sympatric species of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). *Acta Theriologica*, 36: 87-94.
- Mora, M. S., 2008. *Metapopulation biology of the sand dune tuco-tucos (*Ctenomys australis*): Effects of habitat spatial structure on population genetics and ecology*. Ph. D. Thesis, National University of Mar del Plata, 185 pp.
- Mora, M. S., I. Olivares & A. I. Vassallo, 2003. Size, shape and structural versatility of the subterranean rodent *Ctenomys* (Rodentia, Caviomorpha): Functional and morphological analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78: 85-96.

- Mora, M. S., E. P. Lessa, A. P. Cutrera, A. I. Vassallo & M. Kittlein, 2007. Phylogeographical structure in the subterranean tuco-tuco *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae): contrasting the demographic consequences of regional and habitat-specific histories. *Molecular Ecology*, 16: 3453–3465.
- Mora, M. S., F. J. Mapelli, O. E. Gaggiotti, M. J. Kittlein & E. P. Lessa, 2010. Dispersal and population structure at different spatial scales in the subterranean rodent *Ctenomys australis*. *BMC Genetics* 11, 9: doi:10.1186/1471-2156-11-9
- Prieto, A. R., A. M. Blasi, C. G De Francesco & C. Fernández, 2004. Environmental history since 11,000 ^{14}C yrs B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. *Quaternary Research*, 62: 146-161.
- Roy, P. S., R. J. Williams, A. R. Jones, O. Yassini, P. J. Gibbs, B. Coates, R. J. West, P. R. Scanes, J. P. Hudson & S. Nichol, 2001. Structure and function of South-east Australian estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53: 351–384.
- Schäbitz, F., 1994. Holocene climatic variations in Northern Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109: 287-294.
- Tomazelli, L. J., S. R Dillenburg & J. A. Vilwock, 2000. Late Quaternary geologic History of Rio Grande do Sul coastal plain, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(3): 470-472.
- Valentine, J. W., 1989. How good was the fossil record? Clues from the Californian Pleistocene. *Paleobiology*, 15: 83-94.
- Vassallo, A. I., 1993. Habitat shift after experimental removal of the bigger species in sympatric *Ctenomys talarum* and *Ctenomys australis* (Rodentia:Octodontidae). *Behaviour*, 127: 247-263.
- Zárate, M. A., M. A. Espinosa & L. Ferrero, 1998. Paleoenvironmental implications of the Holocene diatomite, Pampa Interserrana, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 11: 135-152.

FIRST RECORD OF THE BEE *CHILICOLA (PSEUDISCELIS) ROSTRATA* (FRIESE, 1906) (COLLETIDAE: XEROMELISSIONAE) IN CHILE: A RECENT ADVENTIVE SPECIES TO THE COUNTRY?

José Montalva¹ & Laurence Packer²

¹631 West Sola Apt B Santa Barbara, CA, USA. montalva.jose@gmail.com.

²Department of Biology, York University, 4700 Keele St. Toronto, ON, M3J 1P3, Canada.

Abstract

The presence of the solitary bee *Chilicola rostrata* is recorded for the first time in Chile (Santiago, Metropolitan Region). This species belong to the subgenus *Pseudiscelis* and was previously known from Argentina. Given the distinctive morphology of this bee and the history of studies on the melittofauna of the country, it is likely that this species is a recent adventive to the country.

Key words: Anthophila, *Pseudiscelis*, Chile, South America.

Primer registro para Chile de la abeja *Chilicola (Pseudiscelis) rostrata* (Friese, 1906) (Colletidae: Xeromelissinae): una especie adventicia reciente para el país?

Resumen

Se cita por primera vez para Chile (Santiago, Región Metropolitana) la especie de abeja solitaria *Chilicola rostrata*, esta pertenece al subgénero *Pseudiscelis*, hasta ahora sólo conocido en Argentina. Dada la distintiva morfología de esta abeja y la historia melitológica del país, es altamente probable que esta especie sea una adventicia reciente en el país.

Palabras clave: Anthophila, *Pseudiscelis*, Chile, Sudámerica.

The Neotropical genus *Chilicola* Spinola is comprised of small (3-8 mm in length), slender bees. Typically, the body is long and black with inconspicuous pubescence (Michener, 1995; Michener, 2007; Packer & Genaro, 2007). The genus occurs from Mexico to Chile with its greatest diversity in Chile (Toro & Moldenke, 1979; Michener, 1995; Michener, 2007; Packer & Genaro, 2007; Montalva & Ruz, 2010).

The objective of this note is to report the presence of *Chilicola rostrata* (Friese, 1906) (Figure 1) in central Chile. This species belong to the subgenus *Pseudiscelis*, which only has two described species: *C. nanula* Packer 2007 and *C. rostrata* (Michener, 1995; Michener, 2007; Packer & Genaro, 2007). The subgenus is currently known from the provinces of Salta and La Rioja, in northern Argentina (Michener, 1995; Michener, 2007; Packer & Genaro 2007).

In November 2008, one male and one female of *C. rostrata* were collected foraging on *Schinus molle* L. (Anacardiaceae), on the Juan Gómez Millas Campus, Universidad de Chile, Ñuñoa,

Santiago de Chile, Región Metropolitana ($33^{\circ}27'59.11''$ S; $70^{\circ}35'45.97''$ W). During the months of December 2008 and January 2009, five males and two females were collected foraging on *Aloysia citrodora* Palau (Verbenaceae) and *Brassica campestris* L. (Brassicaceae) in the same locality. In January 2011, 13 males and 7 females were collected on *A. citrodora*.

The sampled individuals are now housed at the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), York University in Canada (PCYU), Instituto de Entomología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), and the personal collection of the senior author (JM).

Studied material: Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 11 November 2008, J. Montalva leg (2 PUCV); Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 15 December 2008, J. Montalva leg. (4 JM); Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 18 December 2009, J. Montalva leg. (3 JM); Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 27 January 2011, C. Guerra leg. (2 PCYU); Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 27 January 2011, C. Guerra leg. (2 UMCE); Chile, Región Metropolitana, Ñuñoa 27 January 2011, C. Guerra leg. (16 JM).

Specimens of *C. rostrata* are characterized as small bees, approximately 4 mm in body length, with unusually elongate head, almost twice as long as wide or even longer, absence of a facial fovea, and the malar area about 1.5 to 3.0 times as long as the basal mandibular width. Males have a long yellow stripe on the lower paraocular area adjacent to the clypeus and supraclypeal area, the maxillary palpus has seven segments, and the pronotum is elongate (Michener, 1995; Michener, 2007; Packer & Genaro, 2007).



Figure 1. *Chilicola rostrata* male, lateral view. Scale: 1 mm.

Figura 1. *Chilicola rostrata* macho, vista lateral. Escala: 1 mm.

Chilicola rostrata is the only known species of the subgenus *Pseudiscelis* in Chile (Toro & Moldenke, 1979; Montalva & Ruz, 2010). It seems unlikely that this species could have been native to Chile and to have gone unrecognized for such a long time given the amount of melittological research carried out in the country. Rather, it seems likely that this stem-nesting bee has recently been introduced from the other side of the Andean mountains.

Acknowledgements

Thanks to Dr. Victor Hugo Gonzalez (USDA-ARS; Utah State University, USA) and Eduardo Faúndez for their comments on previous versions of this manuscript. We also thank Christopher Guerra and Juan Luis Allendes for providing some of the studied material.

Bibliographic references

- Michener, C., 1995. A Classification of the bees of the subfamily Xeromelissinae (Hymenoptera: Colletidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68: 332-345.
- Michener, C., 2007. *The bees of the world*. Second edition. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press, 953 pp.
- Montalva, J. & L. Ruz, 2010. Actualización a la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apidae). *Revista Chilena de Entomología*, 35: 15-52.
- Packer, L. & J. Genaro, 2007. Fifteen new species of *Chilicola* (Hymenoptera: Apoidea; Colletidae). *Zootaxa*, 1468: 1-55.
- Toro, H. & A. Moldenke, 1979. Revisión de los Xeromelissinae chilenos (Hymenoptera: Colletidae). *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 12: 95-182.

NOTICIAS – NEWS

Estimados autores,

Como comité editorial somos conscientes de la necesidad de desarrollar medios para mantener un continuo mejoramiento de nuestra revista hacia los más altos estándares. En consecuencia, hemos acordado establecer un pequeño cargo por artículo publicado (no por página publicada) para todos los manuscritos que sean recibidos desde el 1º de Octubre del 2012 en adelante.

Este “cargo por artículo” cubrirá los costos de mantenimiento de nuestro nuevo web, así como el desarrollo de nuevas herramientas electrónicas.

Habrá cargos diferenciales para “estudiantes” y “autores en general”:

Estudiantes: U.S. \$ 5 (los estudiantes deben enviar un certificado electrónico acreditando esta condición académica junto con el envío del artículo).

Autores en general: U.S. \$10

Contacto para pago: Leonardo D. Fernández (limnoleo@gmail.com)

Saludos cordiales,

Comité Editorial

Dear authors,

As Editorial Board, we are aware that it is necessary to develop means to continuously improve our publication towards higher standards. As a result, we decided to establish a little charge per published article (not per published page), for all papers submitted from 1st October of 2012 onwards.

This “article charge” will cover the costs of keeping and maintenance of our website (<http://www.bbchile.com>), as well as the development of new electronic tools.

There will be differential charges for “students” and “authors in general”:

Students: U.S. \$ 5 (students must send an electronic certificate accrediting this academic condition together with article submission).

Authors in general: U.S. \$ 10

Contact for payment: Leonardo D. Fernández (limnoleo@gmail.com)

Best wishes,

Editorial Board



Boletín de Biodiversidad de Chile

ISSN 0718-8412

Número 7, Septiembre de 2012

© Ediciones del Centro de Estudios en Biodiversidad



Osorno, Chile

Instructions for authors

Scope: We will accept papers written in English or Spanish, by any kind of public (amateurs and professionals), with a scientific and naturalist style. This means that we accept descriptive works, including direct observations made in the field, as well as works of broader content. The scope of the publication includes issues on systematics, diversity, ecology, general biology, ethology, biogeography, etc. Among these topics, we prioritize studies about character analysis, morphological variability at different levels, identification guides, catalogs or synopsis of organisms groups, biological established collections catalogs, and in general, all work devoted to facilitate species identification. In addition, studies of diversity, geographic range extensions, aspects of species conservation biology, general observations, etc. Therefore, we encourage the use of all available support tools (*e.g.* digital photography, computer programs of all kinds).

We will not publish dubious, incomplete or lack of seriousness observations. We do not publishing collection catalogs that do not show permanence in time, and/or professional techniques of conservation and management of material.

The articles are classified into the following types:

Letters to the editor: we will receive letters relating to issues of contingency in biological sciences. These may not exceed two pages.

Briefs notes: address specific issues or limited in scope issues, not exceeding two pages.

Research Articles: includes original research work between 2 and 20 pages, dealing with different topics.

Reviews: work without page limit, reviewing, updating and/or abstracting the knowledge of a topic.

News: works with different types of information related to biodiversity in general and not original contributions. Examples: new lists of references and/or publications of interest to the knowledge of biodiversity, lists of new taxa for an area, book reviews and miscellaneous topics.

Additionally we have the following sections: Identification tools (devoted to any kind of tool for the identification of species in a group), and Medical and Sanitary Zoology (devoted to publish any kind of new information about species of medical and/or sanitary interest).

Will be privileged those works to contribute to a better understanding of poorly studied taxonomic groups or whose knowledge is outdated.

The contributions published in the Boletín de Biodiversidad de Chile (BBChile) have no charge for authors.

Writing articles

Manuscripts should be sent to general editor to *jperezsch@gmail.com*, requesting evaluation of the work. This message should state explicitly the consent of all authors for publication of the work and that it has not been sent for review, and is not published in another journal. Additionally, indicate if the manuscript must be submitted to **pre-evaluation committee**. This commission has been created to support amateur researchers in the process of development and preparation of manuscripts, before entering the formal evaluation process.

Please strictly follow these instructions to avoid unnecessary delays in the evaluation process. Manuscripts that do not fully comply with these instructions will be returned to authors for correction. For doubt we suggested review the format in previous issue of the journal.

Format of manuscripts

Papers must be submitted in Word format with the following basic features:

- Sheet in letter size (21.59 X 27.94 cm), with margins of 2.5 cm
- justified text (left aligned subtitles), with font Palatino Linotype. Size of general text 11; main title and subtitle in bold, with sizes 14 and 12 respectively. Interlined 1.5 points and spacing 6 points (format, paragraph), without any bend.

General Instructions

The following sections will be included: 1. Title, 2. Introduction, 3. Materials and methods, 4. Results, 5. Discussion, 6. Conclusions 7. Acknowledgements, 8. References 9. Figures and Tables.

Results, discussion and conclusion can be merged into one section. In the case of brief notes, sections and news you can use a continuous text format, without subtitles, except Introduction, Acknowledgements and References.

1. Title.

The **title** should be short and informative, clearly indicating the issue of the work. It should be written in small caps, centered, bold and 14 sized. In parentheses should be included higher taxa to which belongs the group of study (*e.g.* Phaeophyta: Laminariales). All scientific names would be cited in full, including author and year (*e.g.* *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)) for animals, the author without date for plants (*e.g.* *Tropaeolum speciosum* Poeppig & Endlicher).

Under the title should indicate the **name of the author(s)** (size 12, bold, left aligned), followed by each author's full address and e-mail at least for the principal author (size 10, italic and left aligned).

Abstract will be written under the title, in font size 10, should give a clear idea of the work content. Therefore should include background information, results and conclusions. This must include the geographical coordinates of the locations studied. Abstract should not exceed 250 words.

Keywords will be placed following the abstract and in the same style. Include up to 8 words referring to the work.

A **Spanish title** should be written below the key words, with size 12 and bold, without small caps.

The **resumen** (Spanish abstract) is an accurate translation of the abstract and should be written in the same style.

The **palabras claves** will be a translation of key words, written in the same style.

2. Introduction

The **introduction** should include enough reference theoretical information to certify the knowledge of the author(s) about the issue (especially important in the case of amateur authors). Consequently, the entire contents should be backed with valid references and included in the bibliography of work (see this section.). An exception to this rule constitute the paragraphs that include general background of general domain.

3. Materials and methods

This section should provide detailed and orderly methodology, both during sampling and during its analysis. When using complex methodologies previously employed in other works, it will make a brief explanation and cite a reference for looking up a paper seeking details. There should be consistency between the materials and methods used and results obtained.

In detailing the biological material, indicate **how studied specimens was identified** (*e. g.* literature, consultation with specialists, compared with specimens identified in collections, taxonomic keys, etc.). In case of doubtful identification may use Latin expressions *confer* (*cf.*) (= compare with...) or *affinis* (*aff.*) (= related to...). It is recommended that the identification is accompanied by a brief discussion of the characteristics that justify it, except in diversity studies, where you can use the morphospecies approach and include species without reference to taxonomic names (*e. g.*, species 1, species 2, etc.).

The studied biological material will be deposited in a public or private collection, properly labeled and individualized to allow for consultation and/or future revisions. This requirement will be particularly considered in case studies that did not include a detailed analysis or taxonomy of the species (*e.g.*, diversity studies, reports of collections).

4. Results

Should be strictly based on observations made through the materials and methods used. It should only include observations, without adding any additional trial, except when this section be merged with the discussion and/or conclusion.

5. Discussion

Should be based strictly on results and include arguments supported by citations included in the references.

6. Conclusions

These should be written, where possible, from the previous sections, trying to highlight the contribution of the work. No conclusions should be included that are not exclusively derived from the results and discussion. However, general comments can be issued if those are supported by additional background included in the discussion. This section, along with results and discussion can be presented merged into a single subtitle.

7. Acknowledgements

These may include all persons, institutions and/or projects that contributed in some way to the development of work. Acknowledgements should not exceed 100 words.

8. References

Will be drafted in 10-point font and should include all full references of works cited in the article. Valid references are those belonging to papers published in scientific journals with an editorial board, avoiding where possible, and the use of non-refereed or popular publications. The inclusion of references to web sites will be considered only where it is noted the seriousness of it. This will also be applied to any other publications. The inclusion of references to "unseen", "unpublished" or "personal communications" should be evaluated by the editors.

The citation of references in the text will look as follows: (Kurabayashi, 2004; Morino & Karaman, 1998, Barnard *et al.*, 1974).

The format for writing references is:

Articles:

Kurabayashi, 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.

Books:

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

Book chapters:

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. In: Ponder, W. & D. Lunney (eds) *The other 99%. The Conservation and Biodiversity of Invertebrates*: Transactions of the Royal Zoological Society of New South Wales 5.

The "In" before the names of the authors of the book will be replaced by "En" in manuscripts written in English.

Web sites with general format similar to book references

Author, Year of publication. Web site name. Institutional affiliation, if any. Website address (no hyperlink, italic). Date of last access.

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

9. Figures and Tables

Should be cited in sequence in the text as follows: (Figure 1), (Table 1).

Figures should be included to illustrate the following aspects of the work: distribution maps or location of study sites, general appearance of the species, morphological details of importance in identification, graphics, recording habitat, behavior, color patterns, etc.

Is it possible to use color photographs. It is suggested, where possible or necessary, include images of the studied organisms and their habitats (only photographs of specimens used in the study or the same population. We do not accept images of the same species from other sources).

Each figure should bear a legend in the language of the article and other in the alternative language, Spanish or English as appropriate. Shall be located at the bottom of the image, font size 10, bold header (except in legend alternative language), centered and spaced 0.

Figure 1. Physical parameters of the water column.
Figura 1. Parámetros físicos de la columna de agua.

It will accept images in color or scientific black and white line drawings of good quality. Digital photographs must have a minimum of 3 megapixels, with good focus and brightness. The drawings must adequately represent the objects, keeping the proportions and made, when possible, through a means that ensures the fidelity of the representation (e.g., camera lucida, reproduced from photographs, through the measurement of proportion, and so on. Is suggest consult the book "Biological Techniques" Knudsen, 1966). The final drawing will be scanned with "black and white" and in the case is rendered several more specific structures, you should write a plate where each part will be individualized by letters (e.g., Figure 1A, 1B, etc.). It is recommended to draw large figures (e.g., legal size for each structure) and fine point Rapidograph pen to ensure a high quality final presentation, with thin and well defined lines. If necessary, perform a "cleansing" of each figure (we suggest using Photoshop or Paint programs) to remove stains or unintentional mistakes. Graphics should be made with programs (e.g., Excel, SigmaPlot), avoiding extravagant aspects or very strongly colored. In each photograph or drawing is preferable to include a reference scalebar (in cm, microns, etc.) to get an approximation to the real bodysize or structure shown, although alternatively, it may indicate the size in the text of the Figure legend (e.g. **Figure 1.** *Orchostoidea tuberculata* Nicolet, 1849. Total length 23 mm. Habit of a male specimen.).

Figures should be submitted along with their legends at the end of manuscript, to facilitate the evaluation process. Additionally, the figures must be submitted separately in at least 400 dpi, in JPG format, in separate files named by the figure number.

The **tables** are used to provide additional information to help understand the text (e.g., species lists and numbers, test results, etc.). Be made using the tools provided by Word and will be cited in appropriate places and presented at the end of the manuscript. Tables should include only three horizontal dividing lines (black, no special effects), in top and bottom of the header and at the end of the table. There may be

exceptions to this rule, when this will contribute to facilitate the visualization of data. The text within the table must be of size 10. The first word of the column headings and rows should begin with a capital letter (do not use italic, except for scientific names).

Each table shall bear a legend in the language of the article and another in the alternative language (English or Spanish as appropriate), both located at the top, with the following format: font size 10, bold header (except the legend alternative language), centered, spacing 0.

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

Station	Richness (S)	Diversity index (H')	Dominance index (D')	Evenness index (J')
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	---

General Recommendations

The units and abbreviations should follow the International System of Units, so do not use points after these abbreviations (eg, g, mm, m, km, ha, l).

Dispersion measures must be identified by their abbreviations (*e.g.*, standard deviation and standard error are indicated as DE and EE, or SD, SE, in Spanish or English, respectively).

Describe the results of any statistical test analysis indicates (you may use approved acronyms, eg, ANOVA or ANOVA), symmetry (one or two lines), the test statistic and its value, degrees of freedom (as a subscript of the test statistic) and/or sample size (depending on the convention of the test), and the value of P. Enter exact values of P (in this case up to four decimal places) for both significant and insignificant results except for P values less than 0.0001, which should be described as "P <0.0001"

Only the names of genera, species and greco-latin words (*e.g.*, *et al.*, *in situ*, *op. cit.*) should be in italics. Apart from the above, do not use any special font or text. Abbreviations such as sp., sp. nov., spp., etc. are not proper names and are not italicized.

Binomial names are written in full, including author and year (*e.g.* *Elphidium williamsoni* Haynes, 1973), in the titles and as they are reported for the first time in the text. Note that between the binomial and the author name is a space without a comma, but between the author and the year there is coma. Taxonomic information submitted should adhere strictly to the **international codes of biological nomenclature** for. Where there is no consensus regarding the classification of a group of organisms, must include the citation to endorse the alternative used in the article.

When an abbreviation or acronym is used for the first time it should be preceded by the corresponding full term (*e.g.*, Centre for Biodiversity Studies (CEBCh)). After this clarification, the abbreviation or acronym

may be freely used in the entire manuscript. This mechanism does not apply to the standard abbreviations for measurement units (kg, m, etc.).

Geographic locations should include geographic coordinates (except in exceptional cases), it is recommended to use GPS or alternatively Google Earth program. Example coordinates: 53°08'22"S, 70°53'36"W. Note the use of spaces between the coordinates and the cardinal and the use of a semicolon to separate latitude and longitude. The meters above sea level (altitude), are written as follows: 30 masl. Note that being a unit of measurement has no points, or capitalization, or plural.