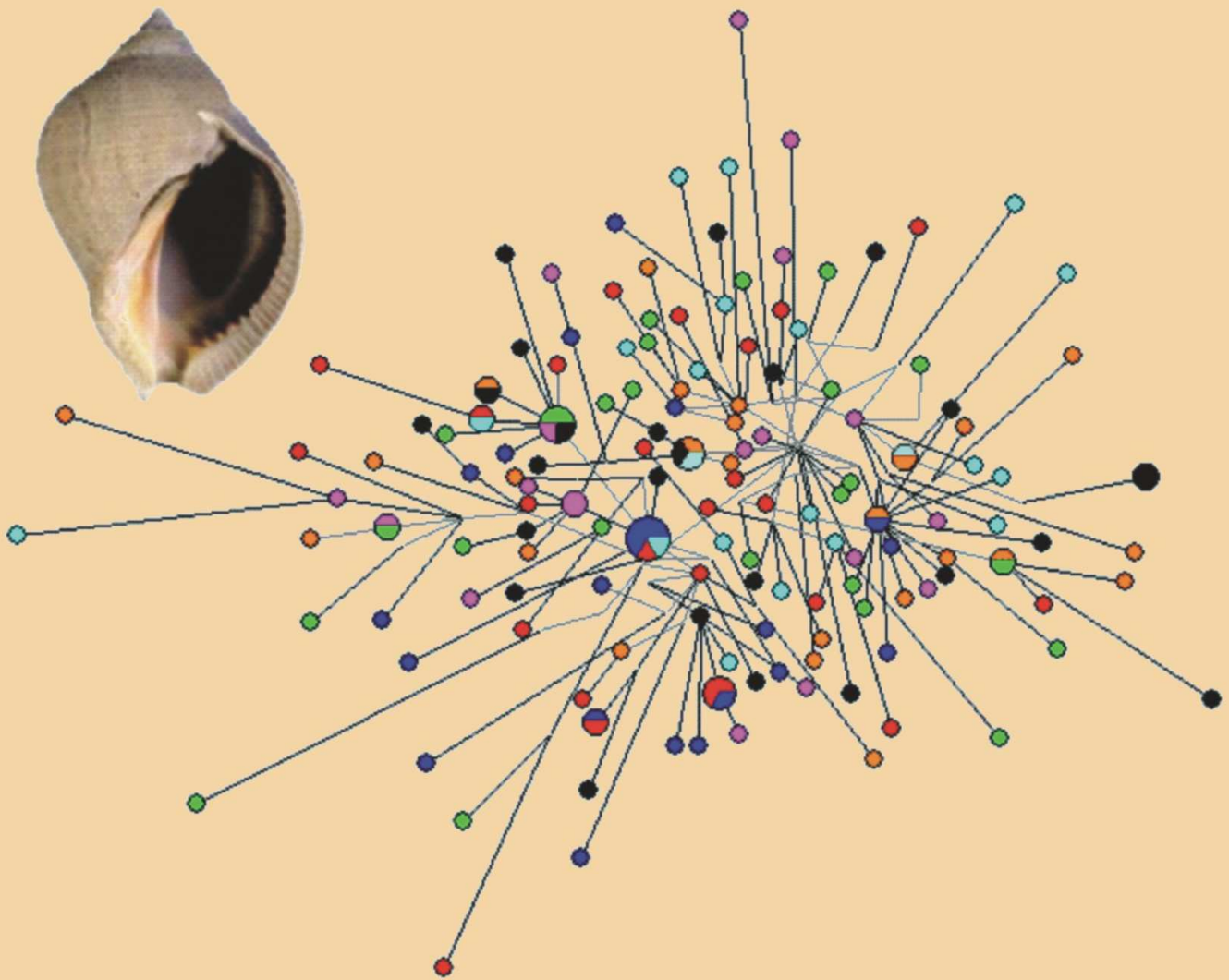


AMICI MOLLUSCARUM

Número 18, año 2010



Sociedad Malacológica de Chile





Amici Molluscarum es una revista de publicación anual bilingüe, editada por la Sociedad Malacológica de Chile (SMACH) desde el año 1992, siendo la continuación del boletín Comunicaciones, publicado entre 1979 y 1986. Cuenta con el patrocinio del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHNCL). Tiene el propósito de publicar artículos científicos originales, así como también comunicaciones breves (notas científicas), fichas de especies, comentarios de libros y revisiones en todos los ámbitos de la malacología.

ISSN 0718-9761 (versión en línea)

Los textos e ilustraciones contenidos en esta revista pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen, indicando el nombre del autor o su procedencia, y se agregue el volumen y año de publicación.

Imagen de la cubierta: Red de haplotipos en *Thais chocolata* (G. Fuenzalida).
Imagen de la contracubierta: Larva véliger planctotrófica de *Diaulula punctuolata* (R. Contreras).

Amici Molluscarum · <http://www.amicimolluscarum.com>
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH) · <http://www.smach.cl>

AMICI MOLLUSCARUM
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH)

Comité editorial

Director general

Gonzalo Collado Universidad de Chile, Santiago, Chile

Editores asociados

Cristian Aldea Fundación CEQUA, Punta Arenas, Chile
Omar Avila-Poveda Universidad del Mar, Oaxaca, México
Roberto Cipriani Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela
Felipe Briceño Universidad de Tasmania, Tasmania
Laura Huaquín Sociedad Malacológica de Chile, Valdivia, Chile
Christian Ibáñez Universidad de Chile, Santiago, Chile
Sergio Letelier Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile
Sven Nielsen Universidad Kiel, Alemania
Cecilia Osorio Universidad de Chile, Santiago, Chile
Francisco Rocha Universidad de Vigo, España

Instrucciones para los autores

Amici Molluscarum es la revista editada por la Sociedad Malacológica de Chile (SMACH), con publicación anual. Se publican artículos científicos relacionados con todas las áreas de la malacología (ecología, taxonomía, sistemática, evolución, biodiversidad, paleontología, anatomía, desarrollo, bioensayos, entre otros temas).

La revista publica artículos científicos originales, revisiones temáticas, comunicaciones breves, fichas de moluscos, comentarios de artículos y revisiones de libros.

Envío online

Los autores deben enviar sus manuscritos online a amicimolluscarum@gmail.com. Los manuscritos que se envíen deben contener las siguientes partes y características.

General

El texto puede ser escrito en español o inglés. La hoja debe ser tamaño carta con márgenes superior e inferior de 2,5 cm e izquierdo y derecho de 3,0 cm. El tipo de letra utilizada debe ser "Times New Roman" a 12 puntos, con excepción del título. La primera vez que aparezca una especie se debe incluir el género (sin abreviatura) más epíteto específico, autor y año de descripción. Para trabajos en español el separador de unidades decimales debe ser “,”.

Título

El título debe ser escrito en minúsculas y negrita, tamaño 14. Nombres científicos de especies en cursiva más su categoría taxonómica.

Autores

Los manuscritos deben incluir el nombre del autor o autores así como también los nombres de las instituciones y direcciones. Se debe incluir la dirección electrónica, teléfono y fax (opcionales) del autor para correspondencia.

La estructura principal del manuscrito debe incluir:

Resumen · Introducción · Materiales y métodos · Resultados · Discusión · Agradecimientos · Referencias bibliográficas.

Resumen

El resumen no debería sobrepasar 250 palabras. No debe contener abreviaturas ni referencias bibliográficas. Es recomendable que el resumen esté escrito en español e inglés si el texto principal está escrito en español. Para trabajos escritos en inglés no se requiere resumen en español.

Palabras claves

Especifique bajo el resumen cinco palabras claves que no estén contenidas en el título. Bajo el resumen en inglés también incluir cinco *Keywords*.

Vocablos y citas

Las palabras o términos de raíces que no sean del idioma original del manuscrito deberán escribirse en cursivas (por ejemplo: *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *fide*, *sensu*). Las referencias a las figuras y tablas se deben puntualizar entre paréntesis, *e.g.*: (Fig. 1), (Tabla 1). Las referencias bibliográficas se deben señalar inmersas en el texto con el siguiente estilo, *e.g.*: "...demostraron altos valores (Araya y Basualto, 2003)" o "Araya y Basualto (2003) demostraron altos valores...".

Referencias bibliográficas

Las referencias bibliográficas se ordenarán por orden alfabético según autor o autores, seguido por el año, nombre del artículo, nombre completo de la revista (sin abreviarlo), volumen/número y páginas.

· Si la referencia bibliográfica es un artículo científico, el formato debe ser (*e.g.*):

Avedaño, M. y M. Le Pennec. 1996. Contribución al conocimiento de la biología reproductiva de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en Chile. *Estudios Oceanológicos* 15: 1–10.

Pérez, M.C., D.A. López, K. Aguila y M.L. González. 2006. Feeding and growth in captivity of the octopus *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852. *Aquaculture Research* 37(3): 550-555.

· Si la referencia bibliográfica es un libro, el formato debe ser (*e.g.*):

Osorio, C. 2002. *Moluscos de importancia económica*. Editorial Salesianos, Santiago, Chile. 211 pp.

· Si la referencia bibliográfica es un capítulo de libro, el formato debe ser (*e.g.*):

Nesis, K. N. 1993. Cephalopods of seamounts and submarine ridges. En: Okutani, T., R.K. O'Dor y T. Kubodera (eds.) *Recent Advances in Fisheries Biology*, Tokai University Press, Tokyo. pp. 365-373.

· Si la referencia bibliográfica es una tesis, el formato debe ser (*e.g.*):

Espoz, C. 2002. *Ecología y evolución de patelogastrópodos endémicos a la costa rocosa de Perú y Chile: distribución, abundancia y filogenia*. Tesis doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 252 pp.

· Si la referencia proviene de una fuente académica de Internet, el formato debe ser (*e.g.*):

Rudman, W.B. 2000. Larval development and metamorphosis of *Aplysia oculifera*. *Sea Slug Forum* (<http://www.seaslugforum.net/aplyocdev.htm>). Consultado el 3/12/2009.

Figuras y tablas

Las imágenes y/o figuras y tablas deben ser presentadas al final del manuscrito, debiendo numerarse con números arábigos. La calidad de las imágenes debe ser mayor a 300 PPP y de formatos de uso estándar (JPG, TIFF, PNG). La tipografía a utilizar en las figuras será "Arial" de tamaño adecuado para la correcta visualización de las mismas. Las tablas deben ser diseñadas en formato Word, con tipografía "Arial narrow". Es deseable que las etiquetas de las figuras y tablas estén escritas en español e inglés si el texto principal está escrito en español.

Fichas de moluscos

Las fichas de especies deberían contener en lo posible la mayor cantidad de información, por ejemplo:

Nombre científico, Clasificación (Taxonomía/Sistemática), Sinonimia, Nombre común, Diagnóstico, Características biológicas, Distribución geográfica, Hábitat, Importancia económica (si la tiene). Se debe incluir las referencias bibliográficas citadas. La ficha de una especie debe ir acompañada al menos de una imagen o fotografía de la especie, deseándose además figuras de distribución geográfica, etc.

Los manuscritos deben ser enviados por correo electrónico al director del comité editorial de *Amici Molluscarum*:

Dr. Gonzalo Collado
Universidad de Chile
amicimolluscarum@gmail.com

AMICI MOLLUSCARUM
Sociedad Malacológica de Chile (SMACH)

Número 18

Año 2010

Contenido

ARTICULOS

- Historia de las investigaciones científicas sobre sistemática de cefalópodos en Chile
Christian M. Ibáñez, Marco A. Vega y Francisco Rocha 7
- Desarrollo embrionario y larval temprano en *Diaulula punctuolata* (d'Orbigny, 1837)
(Nudibranchia: Doridacea) en condiciones de laboratorio
Ramiro Contreras Guzmán y Margarita Pérez Valdés 13
- Morfometría comparada de las mandíbulas del calamar *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny,
1835) del norte de Perú e islas Malvinas
Marco A. Vega..... 21

COMUNICACIONES BREVES

- Filogeografía comparada: el caso de dos gasterópodos murícidos en la costa sureste del
Pacífico
Gonzalo Fuenzalida Del Rio 27

FICHAS DE MOLUSCOS

- Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818): antecedentes de la especie
Nicolás H. Mendiz Rivera..... 31
- Onchidella marginata* (Couthouy en Gould, 1852): antecedentes de la especie
Sebastián Rosenfeld y Cristian Aldea..... 35
- Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822): antecedentes de la especie
Viviana M. Castillo y Donald I. Brown..... 39

REVISIONES DE LIBROS

- Revisión de libro: Moluscos del Mar de Bellingshausen (Antártica)
Sergio Letelier 43

NOTICIAS

- Próximos congresos**..... 44

Historia de las investigaciones científicas sobre sistemática de cefalópodos en Chile

Christian M. Ibáñez¹, Marco A. Vega² y Francisco Rocha³

¹ Instituto de Ecología y Biodiversidad, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile. E-mail: ibanez.christian@gmail.com

² Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Iquique, Chile.

³ Departamento de Ecología y Biología Animal, Campus Lagoas-Marcosende, Universidad de Vigo, E-36310, Vigo, España.

El interés por los cefalópodos se remonta a la antigua Grecia clásica donde Aristóteles, entre otros, dio nombre al filo Mollusca (animales de cuerpo blando) (Guerra, 2000). Posteriormente, en el siglo XVII numerosos naturalistas, tales como Linneo, Cuvier, Lamarck y Molina, identificaron y describieron gran cantidad de cefalópodos utilizando el sistema binomial de clasificación (Guerra, 2000).

Los primeros registros de la presencia de moluscos cefalópodos en aguas chilenas se remontan a los siglos XVIII y XIX con los trabajos de Molina (1782), d'Orbigny (1835-1847) y Hupé (1854). Posteriormente, durante las primeras décadas del siglo XX, el conocimiento de las especies presentes frente a las costas de Chile se enriqueció debido a varias expediciones científicas entre las cuales destacan los trabajos de Pfeffer (1912), Odhner (1922, 1926) y Thore (1959). Durante las décadas de 1960 a 1990 se publican numerosos trabajos de extranjeros (principalmente rusos y norteamericanos) que realizaron importantes contribuciones a la sistemática de cefalópodos colectados en el océano Pacífico, de estos recalamos las publicaciones de Roper y Young (1967, 1968), Young y Roper (1968), Nesis (1972, 1987, 1993), Clarke *et al.* (1976), Wormuth (1976), Voss (1979, 1980, 1982, 1985, 1988), Redher (1980), Roper *et al.* (1984), Okutani y Kuroiwa (1985), Okutani y Clarke (1985), Nesis y Nikitina (1986), Nesis y Nikitina (1992) y Alexeyev (1994a, 1994b). Al mismo tiempo aparecen algunos investigadores chilenos interesados en los cefalópodos presentes en nuestras costas, los cuales reportan varias especies de pulpos, sepiólidos y calamares (Codoceo, 1975; Retamal y Orellana, 1977; Prado, 1983; Andrade, 1987; Rocha *et al.*, 1991; Rocha, 1992).

Toda esta información sobre los cefalópodos de aguas chilenas estaba dispersa y no existía alguna recopilación hasta 1997, cuando fue publicada la primera revisión actualizada sobre este grupo de moluscos en las costas de Chile realizada por Rocha (1997). Este autor recopila la presencia de un total de 92 especies y 29 familias, asociadas a zonas oceánicas (72), costeras (14) e insulares (6) del país. Además, en este trabajo se destaca la existencia de *Callistoctopus rapanui* (Voss, 1979) como especie endémica para isla de Pascua, y se enfatiza la importancia de tres especies de las 16 consideradas como recursos pesqueros potenciales en aguas chilenas: *Octopus mimus* Gould, 1852, *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) y *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835). De estas tres especies, hay que destacar el caso de *O. mimus* como indicativo de la confusión que existía en Chile sobre las especies de cefalópodos existentes en sus aguas. A finales de los 80's y principio de los 90's se inició la explotación pesquera del recurso pulpo en el norte de Chile y Perú, el cual se explotaba y comercializaba como la especie de pulpo europea *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, sin que existieran en ese entonces estudios profundos sobre la identidad de la especie que se explotaba. Gracias a la realización de un curso internacional sobre cefalópodos en la Universidad Arturo Prat de Iquique en 1991, ejemplares de esta especie fueron estudiados por expertos taxónomos, lo que permitió determinar que el pulpo del norte de Chile y Perú no era *O. vulgaris*, sino "el pulpo de los Changos", *O. mimus*, especie redescrita por Guerra *et al.* (1999). Debido a las carencias de la descripción original y a que se necesitaba de un holotipo de la especie, se designó un neotipo a partir de uno de los ejemplares estudiados. Posteriormente, se verificó con datos moleculares que esta especie no correspondía a *O. vulgaris* (Söller *et al.*, 2000; Wanke *et al.*,

2000, 2004) como se pensaba en años anteriores (ver Roper *et al.*, 1984). Sin embargo, recientes evidencias moleculares y morfológicas señalan la presencia de *O. vulgaris* tanto en Ecuador como Chile (datos no publicados).

A comienzos del siglo XXI, la investigación sobre cefalópodos en Chile fue impulsada por la aparición de nuevos científicos interesados en este grupo y al creciente interés pesquero y acuícola que despertan tanto en el norte como en el sur del país. En este contexto, Vega *et al.* (2000) hacen una reseña de la historia de la investigación científica enfocada a los cefalópodos en aguas chilenas y además entregan un completo listado de referencias bibliográficas. Posteriormente, Vega *et al.* (2001) incluyen nuevos registros e incrementan la lista de Rocha (1997) de 92 a 98 especies, la cual fue recientemente aumentada a 110 especies distribuidas en 32 familias (Vega, 2009). Es importante notar que en todos estos casos, los propios autores señalan el grave problema taxonómico existente en varias especies de aguas chilenas, que junto a la carencia de datos, aparte de algunas citas, hacían problemática su inclusión en los listados (*e.g.*, Rocha, 1997). De esta manera, el número de especies de estas listas experimentó cambios con el trabajo de Norman y Hochberg (2005), quienes realizaron una revisión de los pulpos Octopodidae del mundo. Estos autores resolvieron varios problemas taxonómicos de las especies presentes en Chile y concluyeron que de las 374 especies en el mundo, descritas hasta esa fecha, sólo 186 son válidas. También los trabajos de Bolstad (2007, 2008, 2010) y Vecchione *et al.* (2005) han contribuido a clarificar la sistemática de los calamares de la familia Onychoteuthidae y Loliginidae presentes en Chile.

En la última década se ha incrementado el interés científico y comercial por los cefalópodos en aguas chilenas, donde se ha llegado a evaluar el potencial pesquero de los recursos de cefalópodos del país (Rocha y Vega, 2003). Al mismo tiempo, se han desarrollado varios proyectos de investigación, tanto de ciencia básica como aplicada, enfocados principalmente al conocimiento de la biología, ecología y cultivo de los cefalópodos. Recientemente, Ibáñez *et al.* (2006) describen una nueva especie de pulpo de profundidad *Muusoctopus longibrachus* (Ibáñez, Sepúlveda y Chong, 2006) y posteriormente se redescubre al pulpito *Robsonella fontaniana* (d'Orbigny, 1834) (Ibáñez *et al.*, 2008). De la misma forma, Vega *et al.* (2007) revisan los pulpos del archipiélago de Juan Fernández y sugieren la presencia de dos nuevas especies. Tomando en cuenta todos estos

antecedentes, Ibáñez *et al.* (2009) revisan el listado de especies presentes en Chile, tomando en cuenta todos los problemas taxonómicos detectados, determinando que existen 84 especies presentes en Chile, excluyendo las especies insulares. A su vez, estos autores realizaron un completo análisis biogeográfico del grupo en aguas chilenas con objeto de detectar sus patrones de distribución, los que resultaron ser similares a los ya descritos para otros taxa marinos frente a Chile. Finalmente, Ibáñez *et al.* (2010) hacen una completa revisión de la bibliografía sobre sistemática, taxonomía y distribución geográfica de cefalópodos de zonas costeras y oceánicas (desde el litoral hasta 200 millas náuticas) y zonas insulares (archipiélago de Juan Fernández, isla de Pascua e isla Sala y Gómez).

Un aspecto que ha despertado especial interés en los últimos años es el desarrollo de las técnicas de cultivo de pulpo para la acuicultura. En este sentido, varios grupos de investigación en Chile han realizado diversos avances sobre la biología y el cultivo de *O. mimus*, en el norte de Chile, y tanto de *Robsonella fontaniana* como de *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852) en el sur de Chile, con el objetivo de desarrollar su cultivo industrial. Desde fines de los 90's varios proyectos han sido otorgados por el gobierno de Chile con este fin, siendo publicados varios trabajos sobre diversos aspectos reproductivos, fisiológicos y del cultivo de estas especies (Olivares *et al.*, 1997, 2001, 2003; Zamora y Olivares, 2004; Pérez *et al.*, 2006; González *et al.*, 2008; Uriarte *et al.*, 2009, 2010). Aunque todavía no se ha logrado pasar del cultivo experimental al industrial, es destacable el esfuerzo que se realiza, el cual pone a Chile como uno de los países destacados en los estudios sobre cultivo industrial de cefalópodos a nivel mundial.

Aún así queda mucho por investigar sobre los cefalópodos en Chile. Por ejemplo, hay que aclarar definitivamente qué especies están presentes y cuantas son realmente. Con respecto a las especies de importancia económica, de las que más se conoce, se debe incrementar la investigación para hacer un uso racional de estos recursos marinos. Asimismo, los estudios sobre el cultivo industrial de los cefalópodos abren un futuro potencial para esta industria en el país.

Considerando todo esto, y dado que en la actualidad no sólo se está investigando la sistemática de los cefalópodos en Chile, sino que además se han publicado muchos trabajos sobre su biología, ecología, evolución, pesquerías y cultivo, se podría decir que ahora estamos en la era de oro de las investigaciones de cefalópodos en Chile.

Referencias bibliográficas

- Alexeyev, D.O. 1994a. New data on the distribution and biology of squids from the Southern Pacific. *Ruthenica* 4(2): 151-166.
- Alexeyev, D.O. 1994b. *Enoploteuthis* (*Paraenoploteuthis*) *semilineata*, a new species of squid (Cephalopoda, Oegopsida, Enoploteuthidae) from the Southern Pacific. *Ruthenica* 4(2): 167-171.
- Andrade, H. 1987. Distribución batimétrica y geográfica de macroinvertebrados del talud continental de Chile central. *Ciencia y Tecnología del Mar* 11: 61-94.
- Bolstad, K.S. 2007. Systematics and distribution of the New Zealand onychoteuthid fauna (Cephalopoda: Oegopsida), including a new species, *Notonykia nesisi* sp. nov. *Reviews of Fish Biology and Fisheries* 17: 305-335.
- Bolstad, K.S. 2008. Two new species and a review of the squid genus *Onychoteuthis* Lichtenstein 1818 (Oegopsida: Onychoteuthidae) from the Pacific Ocean. *Bulletin of Marine Science* 83: 481-529.
- Bolstad, K.S. 2010. Systematics of the Onychoteuthidae Gray, 1847 (Cephalopoda: Oegopsida). *Zootaxa* 2696: 1-186.
- Clarke, M. R., N. MacLeod y O. Paliza. 1976. Cephalopod remains from the stomachs of Sperm Whales caught off Peru and Chile. *Journal of Zoology* (London) 180: 477-493.
- Codoceo, M. 1975. *Tremoctopus violaceus gracilis* (Eydoux and Souleyet, 1852) en Juan Fernández. (Mollusca: Cephalopoda: Tremoctopodidae). *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile* 19: 8-10.
- d'Orbigny, A. 1835-47. *Voyage dans l'Amérique Meridionale*, V, exécuté pendant les années 1826-33. 5(3: Mollusques): 180-200.
- González, M.L., S E Arriagada, D.A. López y M.C. Pérez. 2008. Reproductive aspects, eggs and paralarvae of *Robsonella fontianus* (d'Orbigny, 1834). *Aquaculture Research* 39: 1569-1573.
- Guerra, A. 2000. Sistemática y taxonomía de los cefalópodos: una breve visión histórica. *Amici Molluscarum* 8: 14-17.
- Guerra, A., T. Cortéz y F. Rocha. 1999. Redescipción del pulpo de los Changos, *Octopus mimus* Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca, Cephalopoda). *Iberus* 17(2): 37-57.
- Hupé, L.H. 1854. Fauna chilena, Moluscos. En: C. Gay. *Historia Física y Política de Chile*. Santiago, Zoología, 8: 1-499.
- Ibáñez, C.M., M.A. Vega, C. Osorio y F. Rocha. 2010. Mollusca, Cephalopoda. En: Palma, S., P. Báez y G. Pequeño (eds.). *Bibliografía sobre Biodiversidad Acuática de Chile*, Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso. pp. 149-155.
- Ibáñez, C.M., P.A. Camus y F. Rocha. 2009. Diversity and distribution of cephalopod species of the coast off Chile. *Marine Biology Research* 5: 374-384.
- Ibáñez, C.M., R. D. Sepúlveda y J. Chong. 2006. A new species of *Benthoctopus* Grimpe 1921 (Cephalopoda: Octopodidae) from the southeastern Pacific Ocean. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 119 (3): 355-364.
- Ibáñez, C.M., R.D. Sepúlveda, J. Guerrero y J. Chong. 2008. Redescription of *Robsonella fontianiana* (Cephalopoda: Octopodidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88(3):617-624.
- Nesis, K.N. 1972. Oceanic cephalopods of the Peru Current: Horizontal and vertical distribution. *Oceanology* 12: 426-437.
- Nesis, K.N. 1987. *Cephalopods of the world*. T.F.H. Publications Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey, 351 pp.
- Nesis, K. N. 1993. Cephalopods of seamounts and submarine ridges. pp. 365-373. En: T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (eds.). *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press, Tokyo, 752 pp.
- Nesis, K.N. y I.V. Nikitina. 1986. New genus and species of squid of the family Neoteuthidae (Cephalopoda, Oegopsida) from the southeastern part of the Pacific Ocean. *Zoologicheskii Zhurnal* 65: 290-294.
- Nesis, K.N. y I.V. Nikitina. 1992. New records of oceanic squids *Walvisteuthis virilis* Nesis et Nikitina, 1986 and *Nototeuthis dimegacotyle* Nesis et Nikitina, 1986 (Cephalopoda, Oegopsida) from the South Atlantic and the South Pacific. *Ruthenica* 2(1): 55-58.
- Norman, M.D. y F.G. Hochberg. 2005. The current state of octopus taxonomy. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin* 66: 127-154.
- Odhner, N.H. 1922. Mollusca from Juan Fernández and Easter Island. En: C. Skottsberg (ed.). *The Natural History of Juan Fernández and Easter Island* 1(3): 219-253.

- Odhner, N.H. 1926. Mollusca from Juan Fernández and Easter Island addenda. En: C. Skottsberg (ed.). The Natural History of Juan Fernández and Easter Island 3(22): 481-482.
- Olivares, A., E. Bustos-Obregón, A.V. Castillo y R. Zúñiga. 2003. Variaciones del funcionamiento testicular en *Octopus mimus* adultos. International Journal of Morphology 21(4): 315-323.
- Olivares, A., M. Zamora, P. Portilla y O. Zúñiga. 2001. Estudio histológico de la ovogénesis y maduración ovárica en *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopodidae) de la II Región de Chile. Estudios Oceanológicos 20:13-22.
- Olivares, A., O. Zúñiga, G. Castro, C. Segura y J. Sánchez. 1997. Bases biológicas para el manejo de *Octopus mimus*: reproducción y crecimiento. Estudios Oceanológicos 15: 61-74.
- Okutani, T. y M.R. Clarke. 1985. Identification key and species description for Antarctic squids. Biomass 21: 1-57.
- Okutani, T. y M. Kuroiwa. 1985. The first occurrence of *Nototodarus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from off Chile, Southeast Pacific (Preliminary report). Venus 44(2): 95-102.
- Pérez, M.C., D.A. López, K. Aguila y M.L. González. 2006. Feeding and growth in captivity of the octopus *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852. Aquaculture Research 37: 550-555.
- Pfeffer, G. 1912. Die Cephalopoden der Plankton-Expedition. Zugleich eine monographische übersicht der Oegopsiden cephalopoden. Verlag von Lipsius and Tischer, Kiel and Leipzig. 825 pp.
- Prado, R. 1983. Nota sobre cefalópodos decápodos colectados alrededor de las islas de Pascua y Salas y Gómez. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 54: 159-162.
- Rehder, H.A. 1980. The Marine Mollusks of Easter Island (Isla de Pascua) and Salas y Gómez. Smithsonian Contributions to Zoology 289: 1-167.
- Retamal, M.A. y M. Orellana. 1977. Contribución al conocimiento de los Cephalopoda chilenos: Decapoda y Vampyromorpha de la Trinchera Perú-Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 51: 253-259.
- Rocha, F. 1992. *Chiroteuthis veranyi* frente a la isla Mocha (Mollusca, Cephalopoda, Teuthoidea). Comunicaciones del Museo Regional de Concepción 6: 31-33.
- Rocha, F. 1997. Cephalopods in Chilean waters, a review. Malacological Review 30: 101-113.
- Rocha, F., O. Poblete y N. Bahamonde. 1991. Cefalópodos en contenidos gástricos de *Merluccius Australis polylepis* Ginsburg y *Macruronus magellanicus* Lönnberg. Investigación Pesquera 36: 51-65.
- Rocha, F. y M.A. Vega. 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research 60: 151-159.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney y C.E. Nauen. 1984. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. Fao Fisheries Synopsis 125(3): 1-277.
- Roper, C.F.E. y R.E. Young. 1967. A review of the Valbyteuthidae and an evaluation of its relationship with the Chiroteuthidae (Cephalopoda: Oegopsida). Proceedings of the United States National Museum 123(3612): 1-9.
- Roper, C.F.E. y R.E. Young. 1968. The family Promachoteuthidae (Cephalopoda: Oegopsida). I. A Re-evaluation of its systematic position based on new material from Antarctic and adjacent waters. Antarctic research series 11: 203-214.
- Söllner, R., K. Warnke, U. Saint-Paul y D. Blohm. 2000. Sequence divergence of mitochondrial DNA indicates cryptic biodiversity in *Octopus vulgaris* and supports the taxonomic distinctiveness of *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopodidae). Marine Biology 136: 29-35.
- Thore, S. 1959. Cephalopoda. Rep. Lund Univ. Chile Expedition, 1948-49. 33: 1-20.
- Uriarte, I., O. Zúñiga, A. Olivares, V. Espinoza, V. Cerna, A. Fariás y C. Rosas. 2009. Morphometric changes and growth rate during embryonic development of *Robsonella fontaniana*. Vie et Milieu 59: 315-323.
- Uriarte, I., J. Hernández, J. Dörner, K. Paschke, A. Fariás, E. Crovetto y C. Rosas. 2010. Rearing and Growth of the Octopus *Robsonella fontaniana* (Cephalopoda: Octopodidae) From Planktonic Hatchlings to Benthic Juveniles. Biological Bulletin 218: 200-210.
- Vecchione, M., E. Shea, S. Bussarawit, F. Anderson, D. Alexeyev, C.-C. Lu, T. Okutani, M. Roeleveld, C. Chotiyaputta, C. Roper, E. Jorgensen y N. Sukramongkol. 2005. Systematics of Indo-Pacific Loliginids. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 66: 23-26.

- Vega, M. A. 2009. Cefalópodos de aguas chilenas: Sistemática y biogeografía. RIL Editores. 285 pp.
- Vega, M.A., S. Letelier y E. Carreño. 2001. Colección de cefalópodos del Museo Nacional de Historia Natural: catálogo especies de aguas chilenas. Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile, Publicación Ocasional 57: 1-88.
- Vega, M.A., C. Osorio y F. Rocha. 2000. Índice bibliográfico sobre biodiversidad acuática de Chile: Cephalopoda (Mollusca). *Ciencia y Tecnología del Mar* 23: 139-144.
- Vega, M.A., F. Rocha y C. Osorio. 2007. Resultados preliminares sobre un estudio de los octópodos del archipiélago de Juan Fernández. *Ciencia y Tecnología del Mar* 30: 63-73.
- Voss, G.L. 1979. *Octopus rapanui*, new species, from Easter Island (Cephalopoda: Octopoda). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 92: 360-367.
- Voss, N.A. 1980. A generic revision of the Cranchiidae (Cephalopoda; Oegopsida). *Bulletin of Marine Science* 30: 365-412.
- Voss, G.L. 1982. *Grimpoteuthis bruuni*, a new species of finned octopod (Octopoda: Cirrata) from the southeastern Pacific. *Bulletin of Marine Science* 32: 426-433.
- Voss, N.A. 1985. Systematics, biology and biogeography of the cranchiid cephalopod genus *Teuthowenia* (Oegopsida). *Bulletin of Marine Science* 36: 1-85.
- Voss, G.L. 1988. The biogeography of the deep-sea Octopoda. *Malacologia* 29(1): 295-307.
- Warnke, K., R. Söller, D. Blohm y U. Saint-Paul. 2000. Rapid differentiation between *Octopus vulgaris* Cuvier (1797) and *Octopus mimus* Gould (1852), using randomly amplified polymorphic DNA. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 38: 119-122.
- Warnke, K., R. Söller, D. Blohm y U. Saint-Paul. 2004. A new look at geographic and phylogenetic relationships within the species group surrounding *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda): indications from mitochondrial DNA nucleotide sequences. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 42: 306-312.
- Wormuth, J.H. 1976. The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California* 23: 1-90.
- Young, R.E. y C.F.E. Roper. 1968. The Batoteuthidae, a new family of squid (Cephalopoda; Oegopsida) from Antarctic waters. *Antarctic Research Series* 11: 185-202.
- Zamora, M. y A. Olivares. 2004. Variaciones bioquímicas e histológicas asociadas al evento reproductivo de la hembra de *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). *International Journal of Morphology* 22(3): 207-216.

Desarrollo embrionario y larval temprano en *Diaulula punctuolata* (d'Orbigny, 1837) (Nudibranchia: Doridacea) en condiciones de laboratorio

Ramiro Contreras Guzmán¹ y Margarita Pérez Valdés²

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad Arturo Prat, Puerto Montt, Chile. E-mail: ramiro.contreras@unap.cl

² Departamento de Acuicultura y recursos Acuáticos, Universidad de los Lagos, Osorno, Chile.

E-mail: macepe@gmail.com

Resumen

Las estrategias de desarrollo embrionario y larval del orden Nudibranchia son muy variadas, abarcando desarrollo planctotrófico, lecitotrófico y directo. Con el objetivo de describir el desarrollo embrionario y larval temprano de *Diaulula punctuolata*, una de las especies de nudibranchios más frecuentes en el Sur de Chile, se recolectó un grupo de 16 ejemplares adultos, de longitud entre 35,6 y 60,4 mm, los que fueron trasladados al laboratorio hasta la obtención de oviposturas. Estas fueron medidas y dejadas en acuarios a 10°C de temperatura y 30‰ de salinidad. Las oviposturas obtenidas presentaron forma de cinta en espiral, con una longitud que varió entre 110-510 mm. La fecundidad total promedio fue de 75.797 ± 51.939 embriones por ovipostura, distribuidos en cápsulas en un número que varió entre uno y tres. Además, se observaron cápsulas vacías ubicadas en ambos extremos de la cinta. Se registró un porcentaje, no cuantificado, de cápsulas con desarrollo asincrónico. *Diaulula punctuolata* presenta desarrollo indirecto con una fase intracapsular, eclosionando una larva véliger planctotrófica aproximadamente 20 días post ovipostura. Las larvas obtenidas en laboratorio sobrevivieron por un período de 19 días post eclosión, sin obtener metamorfosis.

Palabras claves: gasterópodo, nudibranchio, desarrollo embrionario, Chile.

Introducción

El nudibranchio *Diaulula punctuolata* (d'Orbigny, 1837) se distribuye desde el Callao Perú, hasta el extremo sur de Chile, alcanzando parte de la Patagonia Argentina (Schrödl, 1996; Valdés y Muniain, 2002). Es una de las especies de nudibranchios más frecuentes del Sur de Chile. Habita desde el intermareal rocoso hasta los 7 m de profundidad (Zagal y Hermosilla, 2001). Es un animal carnívoro y se alimenta principalmente de esponjas incrustantes (Zagal y Hermosilla, 2001).

Diaulula punctuolata presenta externamente un color que va desde el blanquecino al amarillento, su dorso está densamente cubierto por cariofilídeos delgados y pliegues en forma de collar elevados alrededor de los rinóforos. Posee de 6-7 racimos branquiales, tentáculos orales digitiformes, pie ancho surcado en dos

labios; labio superior con muesca vertical, alcanzando un largo total del manto de 10 cm (Schrödl, 1996).

Como la mayoría de los nudibranchios, *D. punctuolata* es hermafrodita simultáneo con fecundación cruzada interna (Todd y Doyle, 1981); sus puestas son cintas gelatinosas de color blanquecino, en forma de espiral que se adhieren a las rocas (Zagal y Hermosilla, 2001). En cuanto a las estrategias de desarrollo embrionario y larval de la subclase Opisthobranchia, a la que pertenece el orden de los nudibranchios, son muy variadas, abarcando el desarrollo planctotrófico, lecitotrófico y directo (Smith, 1967; Thompson, 1967; Bonar, 1978; Switzer-Dunlap y Hadfield, 1977; Gibson y Chia, 1989). Desde un punto de vista morfogénético muchas especies de opisthobranchios presentan desarrollo

indirecto por lo que la metamorfosis ocurre en el ambiente, otros en cambio presentan desarrollo directo eclosionando un juvenil con un patrón de desarrollo metamórfico, es decir con estados larvales intracapsulares o un patrón ametamórfico sin estados larvales intracapsulares (Bonar, 1978).

El objetivo del presente trabajo es describir los estados de desarrollo embrionario y larval temprano del nudibranquio *Diaulula punctuolata* en condiciones de laboratorio y establecer su estrategia de desarrollo.

Materiales y métodos

Captura de ejemplares y obtención de oviposturas

Los ejemplares de *Diaulula punctuolata* (Fig. 1) fueron obtenidos mediante buceo apnea a una profundidad aproximada de 7 m en la localidad de Bahía Mansa (40°37'S; 71°48'W), ubicada a 65 km al Oeste de la ciudad de Osorno, Chile, en los meses de marzo a mayo de 2006 lo que determinó que se trabajara a 10°C, ya que corresponde a la temperatura promedio otoño-invierno para la zona.

Se recolectaron 16 ejemplares, de talla entre 35,6 y 60,4 mm de largo total del manto, los cuales fueron trasladados al Laboratorio de Cultivos Marinos de la Universidad de los Lagos, Campus Osorno, donde se dispusieron parejas de individuos en ocho acuarios de 1 l a 10°C con agua de mar filtrada (1,0 µm), sin alimento y con aireación constante hasta obtener las oviposturas; posteriormente los adultos fueron retirados de los acuarios.

Desarrollo embrionario

Se midió el largo total y ancho de las oviposturas. Dado el enrollamiento que ellas presentaban, para medir el largo se utilizó un cordón que fue ubicado siguiendo la forma de la misma. Para estimar el ancho, así como los datos reproductivos: número de ovicápsulas, embriones por ovicápsula y fecundidad total, se trabajó con una muestra. Esta correspondió a un segmento obtenido de la zona media de cada ovipostura, el que fue observado en un microscopio invertido ZEISS AXIOVERT 25. Para determinar la fecundidad total, correspondiente al número de

embriones por ovipostura, se utilizó la siguiente ecuación:

$$F = \frac{C \times A_2}{A_1}$$

Donde:

F: Fecundidad total.

C: Total de embriones en la muestra.

A₁: Área de la muestra (mm²).

A₂: Área total de la ovipostura (mm²).

Los estados de desarrollo fueron seguidos hora a hora mediante la observación de la muestra en el mismo microscopio invertido equipado con una cámara fotográfica, desde el comienzo de la ovipostura hasta obtener el estado de mórula; posteriormente el monitoreo se realizó cada 24 horas.

Para la estimación de los tiempos de desarrollo se tomó como tiempo cero el comienzo de la ovipostura. El tiempo de desarrollo de cada estado ontogenético fue expresado en días post postura (DPP); para efectos descriptivos se referirá como período de desarrollo embrionario al tiempo desde el término de la ovipostura hasta el inicio de la eclosión.

Eclosión y desarrollo larval

El porcentaje de eclosión (E) se estimó mediante la ecuación:

$$E = \frac{L \times 100}{F}$$

Donde:

E: Porcentaje de eclosión.

L: Total de larvas eclosionadas.

F: Fecundidad total.

Una vez ocurrida la eclosión, las larvas fueron mantenidas en acuarios de 1 l a una densidad de 2 larvas/ml, 10°C de temperatura, 30‰ de salinidad, sin aireación, con agua de mar filtrada a 1 µm y alimentadas 1 vez al día con una dieta mixta compuesta por las microalgas *Isochrysis galbana* y *Dunaliella tertiolecta* en una proporción de 1:1 y a una concentración aproximada de 1.000 células/ml. La edad de las larvas fue expresada en días post eclosión (DPE).

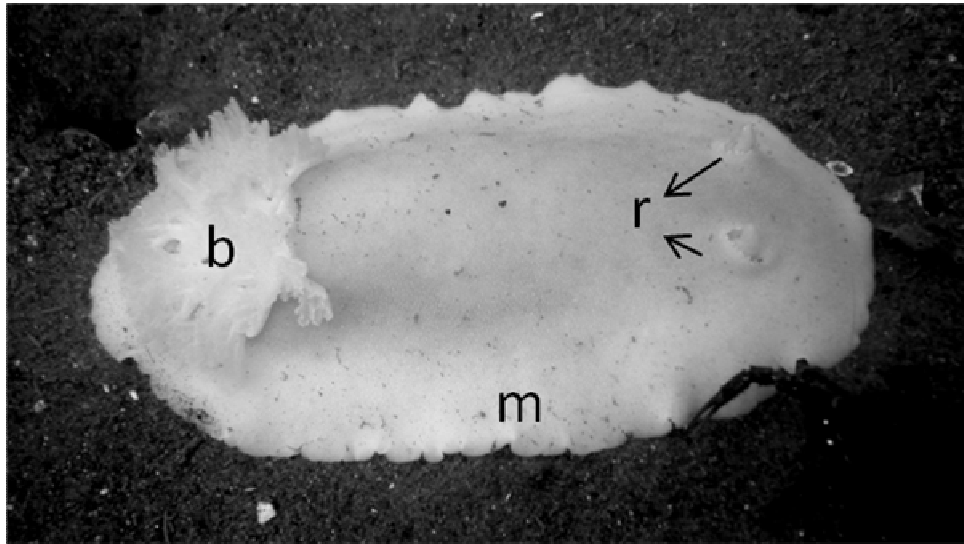


Figura 1. Ejemplar de *Diaulula punctuolata* en el medio natural. m: Manto, b: racimos branquiales y r: rinóforos.

Resultados

Obtención de oviposturas

El tiempo de pre-desove, considerado desde la llegada de los animales al laboratorio y el inicio de la puesta, fue variable con un rango entre una hora a una semana después de que los animales fueron ubicados en los acuarios. De cada pareja de nudibranquios se obtuvo una ovipostura, las que en

total fueron 6 (Tabla 1); el tiempo de desove varió entre 2 y 6 horas. Las oviposturas presentaron forma de cinta y fueron encontradas adheridas a las paredes laterales o fondo de los acuarios, formando una espiral de color blanco amarillento, constituidas por una matriz de consistencia gelatinosa en la cual se encontraban embebidas las ovicápsulas (Fig. 2).

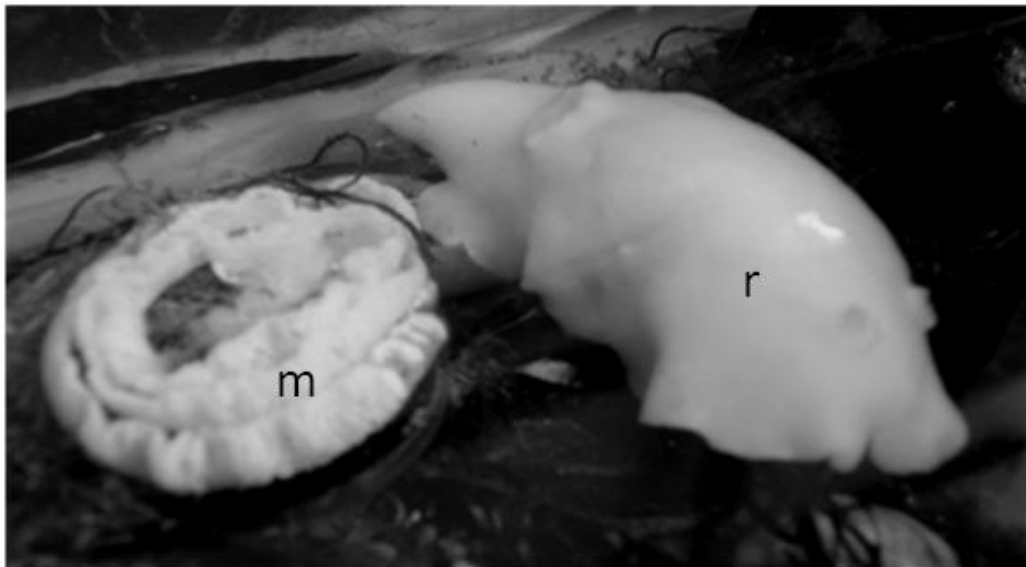


Figura 2. Obtención de puesta en condiciones de laboratorio. m: Masa de huevos depositada en forma de espiral y r: reproductor de *Diaulula punctuolata*.

El tamaño de las oviposturas fue variable, tanto en largo como en ancho, siendo la más corta de 110 mm y la más larga de 510 mm, en tanto que el ancho varió entre 3 y 6,5 mm por lo que el área total tuvo una variación entre 550 y 2.925 mm² (Tabla 1).

Las ovicápsulas presentaron forma ovalada y sus dimensiones variaron dependiendo del número de embriones con promedios de 145,6 ± 4,1 x 108,8 ± 6,9 µm; 228,0 ± 17,0 x 136,7 ± 4,7µm y 260 x 240 µm para 1, 2 y 3 embriones/ovicápsula, respectivamente. No se contabilizó el número de ovicápsulas por muestra.

En las oviposturas analizadas se presentaron de uno a tres embriones por cápsula (Fig. 3);

además en sus extremos se observaron cápsulas vacías que no fueron cuantificadas. La fecundidad total estimada bajo el supuesto que el número de cápsulas vacías no es significativo, varió entre 15.680 y 158.666 embriones/ovipostura, con un promedio de 75.797 ± 51.939 embriones/ovipostura, en tanto que la fecundidad relativa varió entre 363,0 y 3080,9 embriones/mm (Tabla 1).

El desarrollo intracapsular fue sincrónico; sin embargo, se registró un número no cuantificado de cápsulas con embriones en desarrollo asincrónico (Fig. 4).

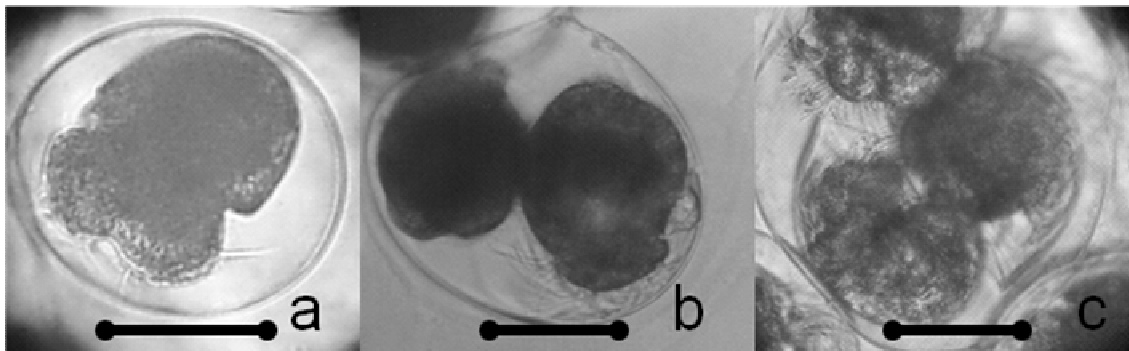


Figura 3. Cápsulas con diferente número de embriones en *Diaulula punctuolata*. a) cápsula con un embrión al estado de véliger temprana; b) cápsula con dos embriones al estado de trocófora; c) cápsula con tres embriones al estado de véliger. Barra de escala= 100 µm.

Tabla 1. Datos merísticos y reproductivos de las posturas del nudibranquio *Diaulula punctuolata*. Largo, ancho, área y número total de embriones por puestas (n=6). Promedio (+ DE).

Datos de las oviposturas						
Talla de los animales (mm)	Largo total (mm)	Ancho (mm)	Area (mm ²)	Fecundidad total	Fecundidad relativa (embriones/mm)	Eclosión (%)
35,6	139	4	556	54.968	1544,0	66,0
38,7	310	4	1.240	72.330	1869,0	26,8
43,2	110	5	550	15.680	363,0	79,7
43,3	200	5	1.000	25.296	584,2	86,5
51,5	510	5	2.550	158.666	3080,9	52,7
60,4	450	6,5	2.925	127.842	2116,6	82,5
Promedio	286,5 (151,4)	4,9 (0,8)	1.470,2 (934,4)	75.797 (51.939)	1592,9 (921,7)	65,7 (20,8)

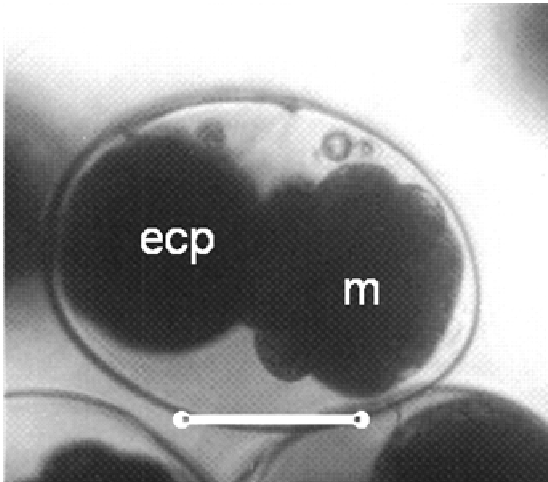


Figura 4. Desarrollo embrionario intracapsular asincrónico en *Diaulula punctuolata*; ecp, eliminación del corpúsculo polar; m, mórula. Barra de escala= 100 μ m.

Desarrollo embrionario

El estado de trocófora se alcanzó aproximadamente a los 9 DPP y su tamaño fue de aproximadamente 120 μ m. El estado de véliger temprana se logró a los 11 DPP y tubo una longitud máxima de 150 μ m. La eclosión de *D. punctuolata* se produjo en estado de larva véliger planctotrófica y se inició aproximadamente a los 20 DPP (Tabla 2), el tamaño de este estado de desarrollo fue de

200 μ m de longitud máxima con el velo extendido y 110 μ m de longitud de la protoconcha (Fig. 5g y 6). La larva véliger presentó velo bilobulado, distinguiéndose además la concha larval, el opérculo y los estatocistos (Fig. 6). El porcentaje de eclosión promedio fue $65,7 \pm 20,8\%$ aproximadamente, con una variación entre 26,8 y 86,5% (ver Tabla 1). Las sobrevivencia larval se logró hasta el día 19 posterior a la eclosión, los intentos de inducir metamorfosis mediante la exposición de las larvas a placas con biofilm de diatomeas (Zhao y Pei-Yuan, 2002; Wei-Yang *et al.*, 2007) no dieron resultados positivos.

Tabla 2. Tiempos de desarrollo embrionario post-postura en *Diaulula punctuolata* en condiciones de laboratorio.

Estado ontogenético	Tiempo
Eliminación corpúsculo polar	3,7 \pm 0,6 hrs
2ª División	12,5 \pm 0,7 hrs
Tétrada	21 hrs
Mórula	39 hrs
Trocófora	9 días
Véliger temprana	11 días
Véliger de eclosión	19 días

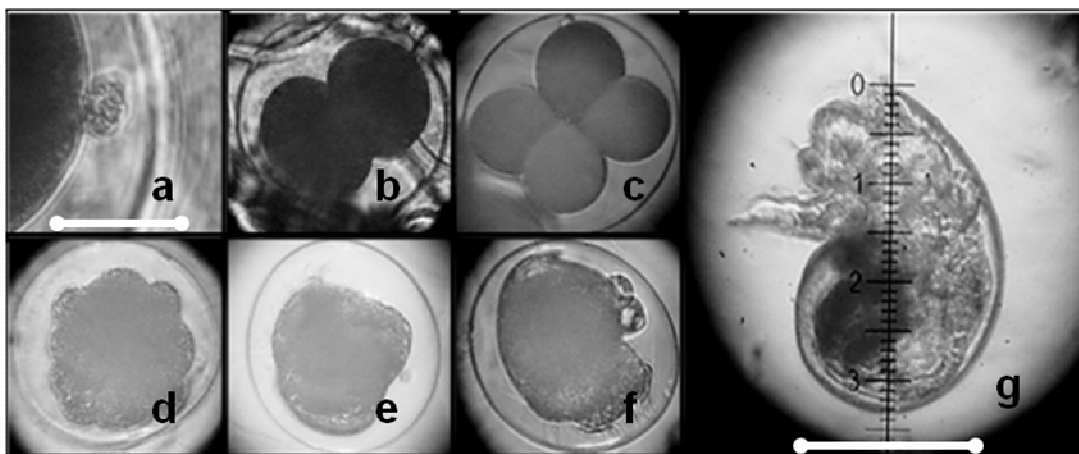


Figura 5. Estados de desarrollo temprano de *Diaulula punctuolata* bajo condiciones de laboratorio. a: eliminación del 1er corpúsculo polar; b) dos células; c) tétrada; d) mórula; e) trocófora ; f) véliger temprana; g) larva véliger planctotrófica. Barra de escala= 50 μ m (a) y 100 μ m (b, c, d, e, f, g).

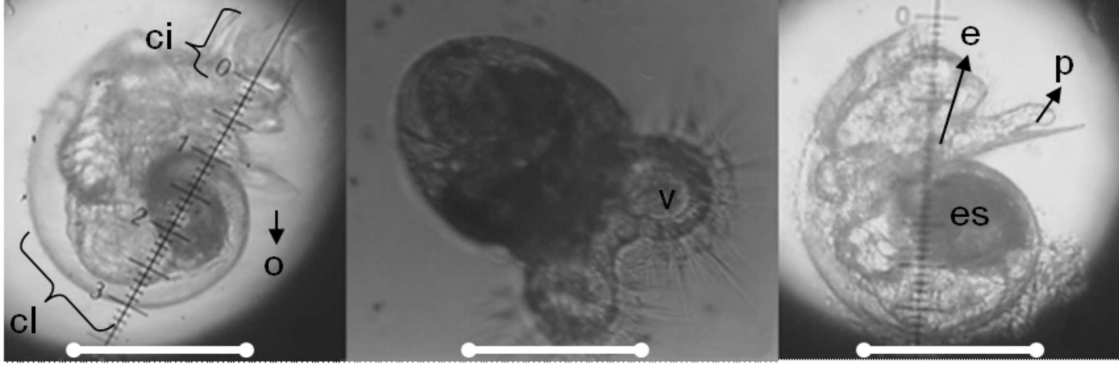


Figura 6. Tres vistas de la larva véliger planctotrófica de *Diaulula puntuolata*. Ci, cilios; cl, concha larval; o, opérculo; v, velo (bilobulada); e, estatocisto; p, pie; es, estómago. Barra de escala =100 µm.

Discusión

En el presente estudio se obtuvieron oviposturas viables de *Diaulula puntuolata* en condiciones de laboratorio, como ha sido descrito para otras especies de opistobranquios (Carroll y Kempf, 1990; Muniain *et al.*, 2001).

A diferencia de *Pleurobranchaea maculata* (Quoy y Gaimard, 1832) (Gibson, 2003), *Tyrodina fungina* Gabb, 1865 (Collin, 2008) y *Doto uva* Marcus, 1955 (Fischer *et al.*, 2006), las oviposturas de *D. puntuolata* fueron obtenidas a partir de reproductores mantenidos sin alimento. Estos animales depositaron y adhirieron las oviposturas directamente en el acuario de vidrio de la misma forma que lo hacen otros opistobranquios en condiciones artificiales (Paige, 1988; Carrol y Kempf, 1990; Capo *et al.*, 2009).

Las ovicápsulas se encuentran encerradas en una matriz gelatinosa en forma de cinta en espiral, similar a lo descrito para *Berghia verrucicornis* (Costa, 1867) (Carroll y Kempf, 1990) y *Dendrodoris behrensi* Millen y Bertsch, 2005 (Goddard, 2005). Las ovicápsulas presentan un patrón variable respecto al número de embriones por cápsulas incluyendo la presencia de cápsulas vacías como en *B. verrucicornis* (Carroll y Kempf, 1990) y *Elysia patagonica* Muniain y Ortea, 1997 (Muniain *et al.*, 2001).

El desarrollo asincrónico observado en algunas cápsulas coincide con lo descrito para *B. verrucicornis* (Carroll y Kempf, 1990). De acuerdo a las observaciones realizadas en el presente trabajo, se propone que este patrón de desarrollo asincrónico ocurriría porque los espermatozoides quedarían atrapados en la membrana de gelatina que protege a los huevos y siguen activos después de algunas horas pudiendo fecundarlos en distintos

tiempos, por lo tanto la formación de los cigotos en el interior de algunas cápsulas ocurriría en tiempos diferentes.

Aun cuando el número de oviposturas obtenidas fue bajo ($n=6$), se observó una tendencia a incrementar el área de la misma y la fecundidad en relación a la talla de los animales (ver Tabla 1). La fecundidad total en *D. puntuolata* fue inferior a la descrita para ejemplares del nudibranquio *P. maculata* de talla 110 a 145 mm, 318.417 ± 110.602 embriones/ovipostura (Gibson, 2003); sin embargo al comparar la fecundidad relativa de ambas especies se obtienen valores similares en ejemplares sobre 51 mm (ver Tabla 1).

Los tiempos de desarrollo de *D. puntuolata* fueron más extensos, si se comparan con *T. fungina*, que eclosiona a los 13-15 días a 21- 24 °C (Collin, 2008), mientras que *D. puntuolata* mantenida a 10 °C eclosiona a los 20 días aproximadamente. Esta diferencia radica principalmente en la temperatura de mantención, ya que al aumentar la temperatura se acelera el metabolismo, lo cual modifica la energía disponible para crecimiento (González *et al.*, 2002)

La eclosión de *D. puntuolata*, al igual que en *Aplisya oculifera* Adams y Reeve, 1850 (Rudman, 2000) y *E. patagonica* (Muniain *et al.*, 2001), se produce al estado de larva véliger. Por lo tanto, se puede establecer que el patrón de desarrollo del nudibranquio *D. puntuolata* en las condiciones experimentales antes descritas, se ajusta al patrón de desarrollo indirecto con larva planctotrófica establecido por Bonar, (1978) y Brusca y Brusca (2002). Estos resultados coincidirían además con la estrategia descrita para los nudibranquios dóridos con desarrollo indirecto

que oviponen un gran número de huevos pequeños (Wilson, 1999), lo que permite que eclosione una gran cantidad de larvas. Sin embargo, la tasa de mortalidad larval es relativamente alta, siendo pocos los individuos que alcanzan la metamorfosis y se transforman en adultos.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto FONDEF DO3I1159, a Jadhíel Godoy quien se encargó de la fotografía submarina, al Dr. Erick Baqueiro por la revisión del manuscrito y a los dos correctores anónimos que hicieron importantes aportes para mejorar la calidad de la información entregada en el mismo.

Referencias bibliográficas

- Bonar, D. 1978. Morphogenesis at metamorphosis in opisthobranch mollusks. En: Chia, F. y M. Rice (eds.) Settlement and metamorphosis of marine invertebrates larvae. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York: pp. 177-196.
- Brusca, R. y G. Brusca. 2002. Invertebrates. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. 936 pp.
- Capo, T., A. Bardales, P. Gillette, M. Lara, M. Schmale y J.E. Serafy. 2009. Larval growth, development, and survival of laboratory-reared *Aplysia californica*: Effects of diet and veliger density. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 149: 215-223.
- Carroll, D. y S. Kempf. 1990. Laboratory culture of the Aeolid Nudibranch *Berghia verrucicornis* (Mollusca, Opisthobranchia): Some aspects of its development and life history. Biological Bulletin 179: 243-253.
- Collin, R. 2008. Development of *Tylodina fungina* Gabb, 1865 (Gastropoda: Notaspidea) from the Pacific Coast of Panama. The Veliger 50(1): 51-56.
- Fischer, M. A., G. van der Velde y E. Roubos. 2006. Morphology, anatomy and histology of *Doto uva* Marcus, 1955 (Opisthobranchia: Nudibranchia) from Chilean coast. Contributions to Zoology 75 (3/4): 145-159.
- Gibson, G.D. 2003. Larval development and metamorphosis in Pleurobranchaea maculata, with a review of development in the Notaspidea (Opisthobranchia). Biological Bulletin 205: 121-132.
- Gibson, G.D. y S. Chia. 1989. Description of a new species of *Haminoea*, *Haminoea callidegenita* (Mollusca: Opisthobranchia), with a comparison with two other *Haminoea* species found in the northeast Pacific. Canadian Journal of Zoology 67(4): 914-922.
- Goddard, J. 2005. A metamorphic Direct development in *Dendrodoris behrensi* (Nudibranchia: Dendrodorididae), with a review of developmental mode in the family. Proceeding of the California Academy of Sciences 56(19): 201-211.
- González, M.L., D.A. López, M.C. Pérez y J.M. Castro. 2002. Effect of temperature on scope for growth in juvenile scallops *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Aquaculture International 10: 339-348.
- Muniain, C., A. Marín y P.E. Penchaszadeh. 2001. Ultrastructure of the digestive gland of larval and adult stages of the sacoglossan *Elysia patagonica*. Marine Biology 139: 687-695.
- Paige, J. 1988. Biology, metamorphosis and postlarval development of *Bursatella leachii* plei Rang (Gastropoda: Opisthobranchia). Bulletin on Marine Science 42(1): 65-75.
- Rudman, W.B. 2000. *Aplysia oculifera* - Larval development and metamorphosis. (In) Sea Slug Forum. <http://www.seaslugforum.net/aplyocdev.htm>.
- Schhödl, M. 1996. Nudibranchia y Sacoglossa de Chile: Morfología exterior y distribución. Gayana Zoológica 60(1): 17-62.
- Smith, T. 1967. The development of *Retusa obtusa* (Montagu) (Gastropoda, Opisthobranchia). Canadian Journal Zoology 45(5): 737-764.
- Switzer-Dunlap, M. y M.G. Hadfield. 1977. Observation on development, larval growth and metamorphosis of four species of Aplysiidae (Gastropoda: Opisthobranchia) in laboratory culture. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 29(3): 245-261.
- Thompson, T. 1967. Direct development in a nudibranch *Cadlina laevis*, with a discussion of developmental processes in Opisthobranchia. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 47(1): 1-22.
- Todd, C. y R. Doyle. 1981. Reproductive strategies of marine benthic invertebrates: A settlement-timing hypothesis. Marine Ecology Progress Series 4: 75-83.
- Valdés, A. y C. Muniain. 2002. Revision and taxonomic reassessment of Magellanic species assigned to *Anisodoris* Bergh, 1898

- (Nudibranchia: Doridoidea). Journal of Molluscan Studies 68: 345-351.
- Wei-Yang, B., C. Satuito, Y. Jin-Long y H. Kitamura. 2007. Larval settlement and metamorphosis of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in response to biofilms. Marine Biology 150: 565-574.
- Wilson, N. 1999. Nudibranch egg size. En: Australasian nudibranch News. No.11, July 1999, 4 pp.
- Zagal, C. y C. Hermosilla. 2001. Guía de invertebrados marinos del litoral valdiviano. Quebecor World Chile S.A. 217 pp.
- Zhao, B. y Q. Pei-Yuan. 2002. Larval settlement and metamorphosis in the slipper limpet *Crepidula onyx* (Sowerby) in response to conspecific cues and the cues from biofilm. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 269(1): 39-51.

Morfometría comparada de las mandíbulas del calamar *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) del norte de Perú e islas Malvinas

Marco A. Vega

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Av. Héroes de la Concepción 2885. E-mail: mvegap@santotomas.cl

Resumen

Doryteuthis gahi es una especie estudiada en el área de las islas Malvinas, habiendo menos información sobre ella y sus poblaciones en el área del Pacífico sudeste. Se analizó un total de 252 mandíbulas: 141 pertenecientes a *D. gahi* del norte del Perú (72 mandíbulas superiores y 69 inferiores) correspondientes a 30 machos y 42 hembras, y 111 de las islas Malvinas (56 mandíbulas superiores y 55 inferiores) correspondientes a 33 machos y 23 hembras. Para la mandíbula superior (MS) y la mandíbula inferior (MI), se midió la longitud del rostro (LR), longitud del capuchón (LCa), longitud de la cresta (LCr) y distancia entre ángulos de mandíbula (DAM), determinándose en cada ejemplar la longitud dorsal del manto (LM) y sexo. Las medidas se transformaron como cocientes de LM, comparándose mediante análisis discriminante. Se observaron diferencias significativas en la mandíbula, entre machos y hembras para el norte de Perú. También se hallaron diferencias significativas para individuos del mismo sexo entre ambas áreas. La evidencia existente sobre diferenciación entre estas dos áreas sugiere que la variación morfológica podría tener un origen genético.

Palabras claves: calamar patagónico, mandíbulas, análisis discriminante, Pacífico, Atlántico.

Introducción

El calamar patagónico, *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835), se captura en las costas de los océanos Pacífico y Atlántico desde el Perú hasta Argentina, representando una importante pesquería internacional en la plataforma de la Patagonia (FIGFD, 2006) y una pesquería artesanal menor en la costa peruana (Villegas, 2001; FAO, 2006). Es una especie bastante estudiada en el área de las islas Falkland/Malvinas (e.g. Patterson, 1988; Hatfield y Des Clers, 1998; Shaw *et al.*, 2004; Arkhipkin *et al.*, 2006), habiendo menos información sobre ella y las poblaciones que la componen en el área del Pacífico sudeste.

El estudio de estructuras duras como las mandíbulas, ubicadas en el bulbo bucal, representa una alternativa válida para la delimitación de poblaciones en los cefalópodos, ya que las medidas corporales son complicadas por su flexibilidad (Pineda *et al.*, 1996; Vega *et al.*, 2002).

A través, de la comparación de la morfometría de los ejemplares, o de alguna de sus estructuras más estables, controlando posibles diferencias por tratamientos de fijación o conservación, estación de muestreo, medición, tamaños, madurez o sexo, y mediante métodos multivariados se pueden reconocer patrones espaciales que permiten delimitar unidades poblacionales (Ihssen *et al.*, 1981; George-Nascimento y Arancibia, 1992; Pineda 2002). Y también, cierto dimorfismo sexual en cefalópodos de varias regiones del mundo (e.g. Hatfield, 1991; Arkhipkin, 1995; Mangold *et al.*, 1993; Rocha y Guerra, 1999; Crespi-Abril *et al.*, 2010).

En el presente trabajo se entregan resultados acerca de la morfometría de las mandíbulas de *Doryteuthis gahi* del norte de Perú e islas Falkland/Malvinas, y se utilizan para describir posibles variaciones geográficas entre ejemplares del mismo o distinto sexo.

Materiales y métodos

Se analizaron 252 mandíbulas: 141 pertenecientes a *D. gahi* del norte del Perú (72 mandíbulas superiores y 69 inferiores) correspondientes a 30 machos y 42 hembras, y 111 de las islas Falkland/Malvinas (56 mandíbulas superiores y 55 inferiores) correspondientes a 33 machos y 23 hembras. Las muestras de las islas Falkland/Malvinas fueron obtenidas en abril de 1997 de las capturas desembarcadas en Punta Arenas por Pesca Chile S.A., mientras que los ejemplares del norte del Perú se obtuvieron en octubre de 1997 a través de BCA Comercial Ltda. (Santiago), y corresponden, a muestras más completas en cantidad de mandíbulas y en mediciones realizadas, de aquellas analizadas en Vega *et al.* (2002). Los ejemplares fueron conservados a -20°C. Una vez descongelados a temperatura ambiente, a cada ejemplar se le determinó la longitud dorsal del manto (LM), mediante un pie de metro de 0,01 mm de precisión y, el sexo.

Las mandíbulas, se retiraron con pinzas o por simple presión del bulbo bucal. Enseguida, cada una fue almacenada en frascos etiquetados y conservadas en alcohol 70% o alcohol isopropílico 40% para evitar deshidratación, hasta su análisis. Posteriormente, a partir de medidas y términos utilizados por Clarke (1986), Iverson y Pinkas (1971), Kubodera (2005) y Xavier y Cherel (2009), cada

mandíbula inferior y superior fue medida separadamente, tomando en consideración cuatro caracteres. Todas las medidas se realizaron en milímetros, con un microscopio binocular estereoscópico de ocular micrométrico, un pie de metro de 0,01 mm de precisión y un compás regulable. Las medidas realizadas para las mandíbulas superiores e inferiores, fueron las siguientes: longitud del rostro (LR), longitud del capuchón (LCa), longitud de la cresta (LCr) y distancia entre ángulos de mandíbula (LAM) (Fig. 1).

Para la detección de cualquier dato incoherente y probar el supuesto de normalidad de los datos se realizó un análisis de los residuos de la regresión de cada carácter morfométrico frente a la longitud dorsal del manto (Canavos, 1996). Todas las variables medidas se expresaron como fracción de la LM para evitar superposición de tamaños entre grupos (Pineda *et al.*, 1996), utilizándose estos cocientes para las comparaciones realizadas entre ambas áreas.

Con objeto de comprobar si existían o no diferencias significativas, se compararon las mandíbulas superior e inferior de cada sexo para una misma localidad o área y entre localidades para cada sexo, utilizándose un Análisis Discriminante (Cuadra, 1989). Todos los análisis se realizaron con el programa STATISTICA, v.5.0.

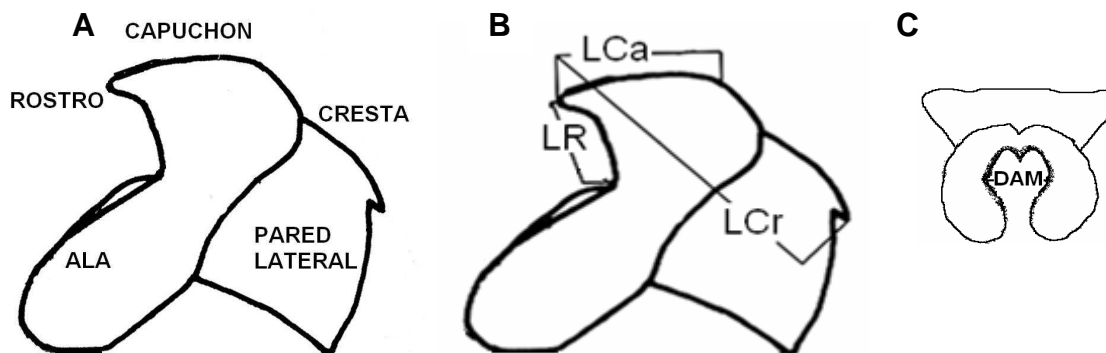


Figura 1. Mandíbula inferior de *Doryteuthis gahi*. A. Vista perfil, partes principales. B y C. Vista de perfil y superior. Mediciones realizadas: longitud de rostro (LR), longitud del capuchón (LCa) y longitud de la cresta (LCr) y distancia entre ángulos de mandíbula (DAM).

Figure 1. *Doryteuthis gahi* lower beak. A. Perfil view showing the main structures. B and C. Perfil and superior view showing the main morfometric measurements: rostral length (LR), hood length (LCa), crest length (LCr) and distance between the jaw angles (DAM).

Resultados

El análisis discriminante, entre sexos para cada área y entre áreas para el mismo sexo muestra diferencias significativas entre machos y hembras, para cada área (Tabla 1). Asimismo, se observan diferencias significativas entre machos del norte del Perú e islas Falkland/Malvinas y entre las hembras de ambas áreas. El peso de las variables utilizadas para cada una de las comparaciones, y la

función discriminante, para ambas áreas es, además, señalado (Tabla 2).

El porcentaje correcto de ejemplares clasificados fue de 88% para el norte de Perú y de 92% para las islas Falkland/Malvinas en los machos y de 91% para el norte de Perú y 79% para las islas Falkland/Malvinas en las hembras.

Tabla 1. Resultados del análisis discriminante de las medidas de la mandíbulas de *Doryteuthis gahi*, por sexo y área.

Table 1. Results of the discriminant analysis of the *Doryteuthis gahi* beak measures, by sex and area.

Población	Grupo	Variables	Lambda Wilks	Valor F	GI	p
A. Entre sexo para el norte de Perú y para las islas Falkland/Malvinas						
Norte de Perú	Machos vs. Hembras	4	0,83	6,87*	4,136	0,0000
Falkland/Malvinas	Machos vs. Hembras	4	0,93	1,85**	4,102	0,1200
B. Entre áreas para machos y para hembras						
Machos	Perú vs. Falkland/Malvinas	4	0,38	47,88*	4,118	0,0000
Hembras	Perú vs. Falkland/Malvinas	4	0,42	39,87*	4,120	0,0000

* Diferencias significativas ($p < 0,00001$)

** Diferencias significativas ($p < 0,15$)

Tabla 2. Coeficientes y función de clasificación de las variables canónicas del análisis discriminante entre áreas para un mismo sexo.

Table 2. Coefficients and classification functions of the canonical variables of the discriminant analysis between areas for the same sex.

Variable	Macho			Hembra		
	Coeficientes	Función clasificación		Coeficientes	Función clasificación	
	Variable canónica	Perú	Falkland/Malvinas	Variable canónica	Perú	Falkland/Malvinas
LR	-490,149	4092,92	5331,96	-667,506	5736,86	7335,24
LCr	-64,507	1742,00	1905,07	-78,817	1887,74	2076,47
LCa	44,496	-1130,68	-1243,17	65,534	-1301,81	-1458,74
DAM	-370,982	4516,56	5454,36	-264,836	5270,59	5904,76
Valor propio	1,623			1,329		
R canónico	0,787			0,755		
Constante		-83,38	-116,51		-103,17	-138,85

Discusión

Las muestras comparadas corresponden a ejemplares de estaciones diferentes pero con un rango de tamaño y estados de madurez semejantes, medidos por una misma persona, a fin de disminuir error (Pierce *et al.*, 1994). Algunas mandíbulas fueron descartadas del análisis debido a que no fue posible tomar todas las medidas, en especial la longitud del

ala, debido a la imposibilidad de definir con precisión sus límites.

Las medidas que muestran mayor poder a la hora de discriminar, son LR, LCa y DAM, semejantes a las indicadas por Pineda *et al.* (1996) para *D. gahi* del Atlántico sudoccidental.

Los resultados del análisis discriminante reflejan diferencias significativas entre las mandíbulas de machos y hembras, principalmente del Perú. Es posible que la menor diferencia en las islas Falkland/Malvinas, se deba a la muestra, ya que el dimorfismo sexual, tanto en las partes blandas como en las estructuras duras, entre machos y hembras, ya había sido descrito anteriormente para cefalópodos por distintos autores (e.g. Hatfield, 1991; Arkhipkin, 1995; Mangold *et al.*, 1993; Rocha y Guerra, 1999; Crespi-Abril *et al.*, 2010).

Por otra parte, los resultados también muestran diferencias significativas entre las poblaciones del norte del Perú y las de islas Falkland/Malvinas. Estos resultados sugieren un bajo flujo genético entre las poblaciones de ambas áreas, considerando la gran distancia y las diferentes condiciones oceanográficas entre ambas áreas geográficas (Vega *et al.*, 2001; Fedúlov *et al.*, 1990). La evidencia existente sobre diferenciación entre estas dos zonas (Shaw *et al.*, 2004) sugiere que la variación morfológica podría tener un origen genético.

Referencias bibliográficas

- Arkhipkin, A.I. 1995. Age, growth and maturation of the European squid *Loligo vulgaris* (Myopsida, Loliginidae) on the West Saharan shelf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75: 593-604.
- Arkhipkin, A.I., V.V. Laptikhovskiy, A.M. Sirota y R. Grzebielec. 2006. The role of the Falkland Current in the dispersal of the squid *Loligo gahi* along the Patagonian Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67(1-2): 198-204.
- Canavos, G.C. 1996. Probabilidad y estadística - aplicaciones y métodos. Editorial McGraw-Hill Interamericana de Mexico, S.A. 651 pp.
- Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of Cephalopod beaks. Clarendon press, Oxford. 273 pp.
- Crespi-Abril, A.C., E.M. Morsan y P.J. Barón. 2010. Analysis of the ontogenetic variation in body and beak shape of the *Illex argentinus* inner shelf spawning groups by geometric morphometrics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 269-278.
- Cuadra, C.M. 1989. Método de análisis multivariado. Editorial Universitaria de Barcelona, España. 642 pp.
- FAO. 2006. Estadísticas de pesca. (www.fao.org/fi/statist/fisoft/asfis/asfiss.asp).
- Fedúlov, P.P., A.V. Remesló, S.N. Burykin y J.A. Pulishchuck. 1990. Variabilidad de la corriente de Malvinas. *Frente Marít.* 6(A): 121-127.
- FIGFD (Falkland Islands Government Fisheries Department). 2006. Fisheries Department Fisheries Statistics, Port Stanley, 10, pp. 1-70.
- George-Nascimento, M. y H. Arancibia. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 453-470.
- Hatfield, E.M.C. 1991. Post-recruit growth of the Patagonian squid *Loligo gahi* (D'Orbigny). *Bulletin of Marine Science* 49(1-2): 349-361.
- Hatfield, E.M.C. y S. Des Clers. 1998. Fisheries management and research for *Loligo gahi* in the Falkland Islands. *CALCOFI Rep.*, 39: 81-91.
- Ihssen, P.E., H.E. Booke, J.M. Casselman, J.M. McGlade, N.R. Payne y F.M. Utter. 1981. Stock identification: Materials and methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38: 1838-1855.
- Iverson, I.L.K. y L. Pinkas. 1971. A pictorial guide to beaks of certain Eastern Pacific. Cephalopods. *Food Habits. Fish Bulletin* 152: 83-105.
- Kubodera, T. 2005. Manual for the identification of cephalopod beaks in the Northwest Pacific. <http://research.kahaku.go.jp/zoology/Beak-E/index.htm>.
- Mangold, K.M., R.E. Young y M. Nixon. 1993. Growth versus maturation in cephalopods. En: Okutani, T., R.K. O'Dor y T. Kubodera (eds.) *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology.* Tokai University Press, Tokyo. pp. 697-703.
- Patterson, K.R. 1988. Life history of Patagonian squid *Loligo gahi* and growth parameter estimates using least-squares fits to linear and von Bertalanffy models. *Marine Ecology Progress Series* 47: 65-74.
- Pierce, G.J., L.C. Hastie, A. Guerra, R.S. Thorpe, F.G. Howard y P.R. Boyle. 1994. Morphometric variation in *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris*: regional, seasonal, sex, maturity and worker differences. *Fisheries Research* 21: 127-148.

- Pineda, S.E., A. Aubone y N.E. Brunetti. 1996. Identificación y morfometría comparada de las mandíbulas de *Loligo gahi* y *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda Loliginidae) del Atlántico Sudoccidental. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 10: 85-99.
- Pineda, S.E., D.R. Hernández, N.E. Brunetti y B. Jeréz. 2002. Morphological identification of two southwest atlantic loliginid squids: *Loligo gahi* and *Loligo sanpaulensis*. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 15: 67-84.
- Rocha, F. y A. Guerra. 1999. Age and growth of two sympatric squid *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi*, in Galician waters (NW Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 697-707.
- Shaw, P.W., A.I. Arkhipkin, G.J. Adcock, W.J. Burnett, G.R. Carvalho, J.N. Scherbich y P.A. Villegas. 2004. DNA markers indicate that distinct spawning cohorts and aggregations of Patagonian squid, *Loligo gahi*, do not represent genetically discrete subpopulations. *Marine Biology* 144: 961-970.
- Vega, M.A., F. Rocha y C. Osorio. 2001. Morfometría comparada de los estatolitos del calamar *Loligo gahi* d'Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Loliginidae) del norte de Perú e Islas Falkland. *Investigaciones Marinas* 29(1): 3-9.
- Vega, M.A., F. Rocha, A. Guerra y C. Osorio. 2002. Morphological differences between the Patagonian squid *Loligo gahi* populations from the Pacific and Atlantic oceans. *Bulletin of Marine Science* 1(2): 903-913.
- Villegas, P. 2001. Growth, life cycle and fishery biology of *Loligo gahi* (d'Orbigny, 1835) off the Peruvian coast. *Fisheries Research* 54: 123-131.
- Xavier, J. y Y. Cherel. 2009. Cephalopod beak guide for the southern ocean. *British Antarctic Survey*. 126 pp.

Filogeografía comparada: el caso de dos gasterópodos murícidos en la costa sureste del Pacífico

Gonzalo Fuenzalida Del Rio

Instituto Ecología y Evolución. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. E-mail: gonzalo.fuenzalida.delrio@gmail.com.

Uno de los grandes aportes de la filogeografía desde que se creó como disciplina (Avice, 1987) ha sido poner a prueba el paradigma de la conectividad en el ambiente marino, el cual establece una aparente ausencia de barreras a la dispersión y consecuentemente una alta homogeneidad genética entre las poblaciones (Levin, 2006), siendo la presencia de una fase larval dentro del ciclo de vida de las especies el principal factor que determina la conectividad entre poblaciones marinas. Debido a la alta heterogeneidad ambiental, además de la presencia de quiebres biogeográficos, plantean al Pacífico Sureste (PSE) como un escenario que recientemente está siendo explorado por estudios filogeográficos. Para el caso de los gasterópodos murícidos existen sólo dos trabajos a la fecha, el primero en *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), especie con una fase larval de más de 90 días en la columna de agua (DiSalvo, 1988) y en *Acanthina monodon* (Pallas, 1774), la cual presenta desarrollo directo (Gallardo, 1979). Con el fin de poner a prueba el paradigma de la conectividad y realizar una primera aproximación de filogeografía comparada es que se han escogido otras dos especies de murícidos endémicos y de importancia comercial; *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832) y *Chorus giganteus* (Lesson, 1830), las cuales presentan un ciclo de vida indirecto pero difieren en el tiempo de duración de su fase larval, siendo de 120 y dos días respectivamente (Romero *et al.*, 2004). Para esto se muestreó todo el rango de distribución reportado en la literatura para *T. (Stramonita) chocolata* desde el sur del Perú hasta Valparaíso (Avenidaño *et al.*, 1998), mientras que para *C. giganteus* desde Antofagasta hasta Valdivia (Gajardo *et al.*, 2002). Para *T. (Stramonita) chocolata* se obtuvieron ejemplares de siete localidades mientras que para *C. giganteus* sólo se consideraron dos localidades. En cuanto a los marcadores usados, se escogieron dos, uno mitocondrial (citocromo c oxidasa

subunidad I, COI) y otro de origen nuclear (factor de elongación 1 α , EF-1 α).

Para *T. (Stramonita) chocolata* los resultados obtenidos con el gen COI muestran una alta diversidad genética (datos no mostrados) y una baja estructuración filogeográfica. La red de haplotipos (Fig. 1A) se observa como típica de especies con patrones de parches caóticos. Por su parte el gen EF-1 α muestra una diversidad genética menor (datos no mostrados) y escasa diferenciación genética, con una red de haplotipos (Fig. 1B) más simple que la del gen mitocondrial.

Para *C. giganteus*, tanto el gen COI como el gen EF-1 α muestran una diversidad genética mediana y ausencia de estructuración poblacional, sin embargo el gen COI muestra un proceso de expansión reciente (Fig. 1C) mientras que EF-1 α (Fig. 1D) un patrón que podría asociarse a un proceso de reducción poblacional (cuello de botella). Esta diferencia encontrada entre ambos marcadores (y ambas especies) podría ser asociada a las diferencias en el tamaño efectivo (N_e) de los marcadores ocupados.

Considerando los resultados obtenidos en este trabajo y los ya publicados en *C. concholepas* y *A. monodon*, se realiza la primera aproximación filogeográfica comparativa para el caso de los gasterópodos murícidos del PSE, donde se observa un gradiente de estructura y diversidad asociada a la duración de la larva en el plancton. Para el caso de *A. monodon*, se presenta una baja diversidad y una alta estructuración genética, mientras que en el otro extremo, estarían *C. concholepas* y *T. (Stramonita) chocolata*, las que presentan una alta diversidad y escasa diferenciación poblacional. Sin embargo, en *C. giganteus* los resultados no concuerdan con el paradigma de la conectividad y sugieren cambios en los tamaños poblacionales con sucesivos eventos de cuello de botella y expansión.

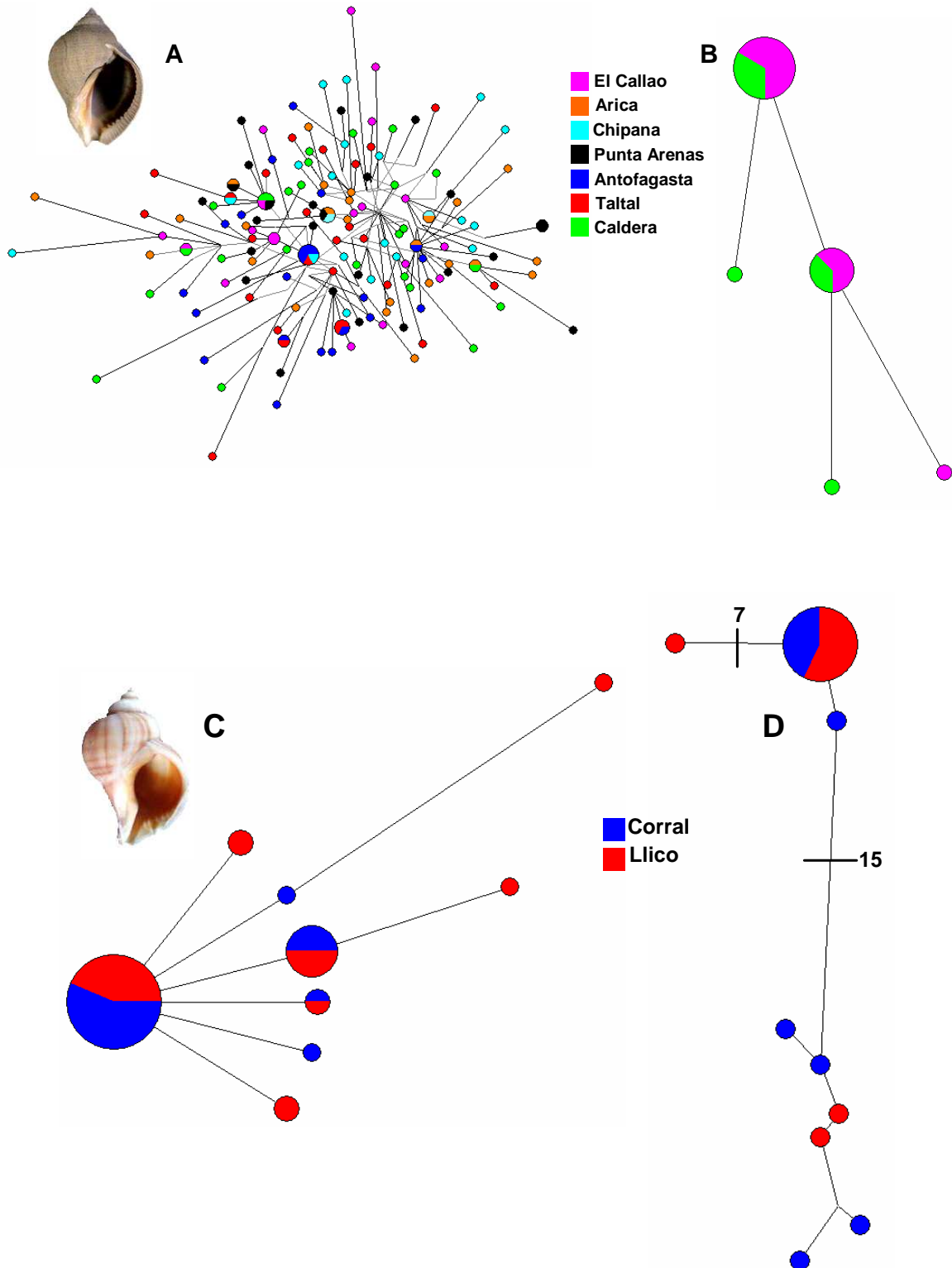


Figura 1. Redes de haplotipos y genotipos para ambos marcadores en *Thais (Stramonita) chocolata* y *Chorus giganteus*. A) Red de haplotipos gen COI en *T. (Stramonita) chocolata*. B) Reconstrucción de red genotipos gen EF-1 α en *T. (Stramonita) chocolata*. C) Red haplotipos gen COI en *C. giganteus*. D) Reconstrucción de red de genotipos gen EF-1 α en *C. giganteus*.

Referencias bibliográficas

- Avendaño, M., M. Cantillán, A. Olivares y M. Oliva. 1998. Indicadores de agregación reproductiva de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda, Thaididae) en Caleta Punta Arenas (21°38'S-70°09'W). *Investigaciones Marinas* 26: 15-20.
- Avise, J.C., J. Arnold, R.M. Bal, E. Bermingham, T. Lamb, J.E. Neigel, C.A. Reeb y N.C. Saunders. 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 489-522.
- DiSalvo, L.H. 1988. Observations on the larval and post-metamorphic life of *Concholepas Concholepas* (Bruguière, 1789) in laboratory culture. *The Veliger* 30: 358-368.
- Gajardo, G., J.M. Cancino y J.M. Navarro. 2002. Genetic variation and population structure in the marine snail *Chorus giganteus* (Gastropod: Muricidae), an overexploited endemic resource from Chile. *Fisheries Research* 55: 329-333.
- Gallardo, C.S. 1979. Developmental pattern and adaptations for reproduction in *Nucella crassilabrum* and other muricacean gastropods. *Biological Bulletin* 157: 453-463.
- Levin, L.A. 2006. Recent progress in Understanding Larval Dispersal: New Directions and Digressions. *Integrative and Comparative Biology* 46: 282-297.
- Romero, M.S., C. Gallardo y G. Bellolio. 2004. Egg laying and embryonic-larval development in the snail *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832) with observations on its evolutionary relationships within the Muricidae. *Marine Biology* 145: 681-692.

***Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818): antecedentes de la especie**

Nicolás H. Mendiz Rivera

Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad Arturo Prat, Puerto Montt, Chile. E-mail: nmendiz@unap.cl

Sistemática

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758
Orden Tellinacea Blainville, 1814
Familia Solecurtidae d'Orbigny, 1846
Género *Tagelus* Spengler, 1794

Sinonimia

De acuerdo a Villarroel y Stuardo (1977) y Guzmán *et al.* (1988):

Tagelus (Tagelus) dombeii (Lamarck, 1818)
Solen dombeii Lamarck, 1818
Solecurtus dombeii Reeve, 1847
Solecurtus dombeii d'Orbigny, 1846
Tagelus (Mesopleura) politus Carpenter, 1857
Solecutus coquimbensis Sowerby, 1874
Tagelus (Mesopleura) dombeii Dall, 1909
Tagelus longisinuatus Pilsbry y Lowe, 1932
Solenocurtellus dombeii Cachelles y Williamson, 1951
Tagelus dombeii Scot-Ryen, 1959; Osorio y Bahamonde, 1968
Tagelus (Tagelus) dombeii Olson, 1961; Keen, 1971; Alamo y Valdivieso, 1987

Descripción

Tagelus dombeii es un bivalvo marino cuya concha se caracteriza por ser alargada, escasamente elevada, la cual alcanza dimensiones de hasta 10 cm considerando el eje antero-posterior, existiendo una relación con el eje dorso-ventral de 4:1 (Fig. 1). Los bordes de la concha se disponen casi paralelos entre sí y poseen los extremos redondeados (Villarroel y Estuardo, 1977; Chong *et al.*, 2001). Esta especie presenta un pie voluminoso generalmente proyectado fuera de la concha y un par de sifones largos que utiliza para alimentación, oxigenación y eliminación de desechos metabólicos al momento de enterrarse, siendo una especie

dependiente de sustrato arenoso para sobrevivir (Stuardo *et al.*, 1981; Acuña, 1995). El pie y concha alargada le permiten al animal enterrarse rápidamente en el sustrato, llegando hasta los 17,5 cm de profundidad media de enterramiento (Lardies *et al.*, 2001). Las valvas poseen una coloración blanco violáceo, con dos rayos que parten desde el umbo hasta la zona ventral posterior (Villarroel y Estuardo, 1977). El umbo, central al eje antero-posterior, presenta líneas de crecimiento concéntricas. El delgado periostraco es de color café amarillento a oscuro y su charnela se caracteriza por estar compuesta de dos dientes cardinales, los de la valva derecha siendo más grandes y altos.

En Chile, *Tagelus dombeii* es conocido con el nombre vulgar de navajuela, quivi o berbereco (Osorio *et al.*, 1979; Guzmán *et al.*, 1998; Rojas, 2004).

Distribución

Tagelus dombeii se distribuye desde Tumbes (03° 34' S, 80° 27' O), Perú hasta el Estero Elefante (46° 34' S, 73° 35' O), Chile (Reid y Osorio, 2000). También se ha reportado su presencia en las costas de Colombia y Panamá (Villarroel y Estuardo, 1977; Fierro, 1981; Guzmán *et al.*, 1998).

Hábitat

Tagelus dombeii se encuentra en el intermareal entre 1 a 16 m de profundidad (Guzmán *et al.*, 1998; Guisado *et al.*, 2005). Los adultos habitan preferentemente en sustrato arenoso de tipo fino, alcanzando una profundidad de 5 m aproximadamente, mientras los juveniles arenas fangosas hasta los 16 m (Guzmán *et al.*, 1998; Guisado *et al.*, 2005).



Figura 1. Vista lateral de *Tagelus dombeii*. Ejemplar obtenido en la bahía La Herradura, Coquimbo (96 mm de longitud total).

Aspectos reproductivos

Tagelus dombeii es una especie gonocórica, sin dimorfismo sexual externo. Como estrategia reproductiva, utiliza la fertilización externa. La gónada abarca desde el interior distal del pie hasta la masa visceral o estómago del individuo. El período de evacuación de gametos en la bahía La Herradura de Coquimbo (29° 58' S, 71°22' W) ocurre desde la primavera hasta principios de otoño (septiembre- abril) (Acuña, 1995). La talla de primera madurez sexual se alcanza a los 38 mm de longitud de la concha (Jaramillo, 1998). En *T. dombeii* el desarrollo embrionario temprano abarca 24 horas, en donde ocurre una serie de cambios sucesivos hasta llegar al estado trocófora, cuyas características principales son el mechón apical y una gran banda ciliada que lo mantiene en la superficie del agua (Rojas, 2004). El estado larval planctotrófico se alcanza 48 horas post-fertilización y dura 22 días a 14-16°C (Rojas, 2004). La primera larva véliger es del tipo charnela recta (larva D). A este estado le sigue la larva véliger umbonada (10 días post-fertilización) y luego el estado pedivéliger (17 días post-fertilización), alcanzado un tamaño de 200 μm en sentido antero-posterior y 180 μm dorso-ventral (Rojas, 2004).

Luego de la metamorfosis, el juvenil forma su primer sifón (exhalante) 29 días post-fertilización (520 μm antero-posterior y 430 μm dorso-ventral), y paralelamente se desarrollan las branquias, el pie y músculo aductor posterior. Treinta y ocho días post-fertilización ocurre la formación del sifón inhalante (870 μm antero-posterior y 600

μm dorso-ventral aproximadamente) y músculo aductor anterior; las branquias se sitúan por sobre la glándula digestiva, en la región posterior del animal cercana a los sifones (Rojas, 2004).

Importancia económica

Tagelus dombeii es una especie cuyas principales zonas extractivas en Chile son las regiones del Bío-Bío y de Los Lagos (Sernapesca, 2010). Como método de extracción se utiliza la recolección manual en zonas donde existen diferencias de marea importantes como las presente en el sur de Chile; en otros lugares los animales se obtienen mediante buceo con gancho (candelerero). En el año 1978 la extracción de esta especie fue de 208 toneladas, aumentando a 7.294 toneladas en 1988. Desde 1990 se ha detectado una disminución en la extracción del recurso, llegando a 3.179 toneladas el año 2009 (Sernapesca, 2010). Otras especies del género *Tagelus* con importancia económica son *Tagelus californianus* (Conrad, 1837) y *Tagelus plebius* (Lightfoot, 1786) presentes en las costas de Estados Unidos.

Bajo condiciones de laboratorio, *T. dombeii* se ha descrito como un organismo que presenta metabolismo anaeróbico facultativo debido a una adaptación fisiológica al estrés anóxico (Troncoso, 1982). Esta especie es capaz de bioacumular mercurio y metilmercurio por lo que puede ser utilizada como bioindicador de contaminantes marinos (Díaz, 2001).

Referencias bibliográficas

- Acuña, E. 1995. Aspectos reproductivos de *Tagelus dombeii* (Bivalvia: Tellinacea: Solecurtidae) en Bahía la Herradura de Guayacán, Coquimbo - Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 104 pp.
- Chong, J., S. Abades, N. Cortés, C. Richardson, S. Contreras, C. García y N. Cortes. 2001. Estudio de edad y crecimiento de los recursos huepo y navajuela en la VIII Región. Informe Final proyecto F.I.P. 2000-20. 98 pp.
- Díaz, O., F. Encina, L. Chuecas, J. Becerra, J. Cabello, A. Figueroa y F. Muñoz. 2001. Influencia de variables estacionales, espaciales, biológicas y ambientales en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en *Tagelus dombeii*. Revista de Biología Marina y Oceanografía 36(1): 15-29.
- Fierro, J. 1981. Estimación de los períodos de desove de *Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818) en Caleta Leandro, Bahía de Concepción. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción, Chile. 32 pp.
- Guisado, C., S. Zúñiga, E. Bustos, E. Pacheco y N. Mendiz. 2005. Cultivo de la Navajuela (*Tagelus dombeii*). Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 30 pp.
- Guzmán, N., S. Saá y L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23° S (Chile). Estudios Oceanológicos 17: 17-86.
- Jaramillo, E. 1998. Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, navajuela y huepo en la VIII y X regiones. Informe Final Proyecto F.I.P. 96-46. 182 pp.
- Lardies, M., E. Clasing, J. Navarro y R. Stead. 2001. Effects of environmental variables on burial depth of two infaunal bivalves inhabiting a tidal flat in southern Chile. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 81: 809-816.
- Osorio, C., J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. Biología Pesquera 11: 3-47.
- Reid, D. y C. Osorio. 2000. The shallow-water marine Mollusca of the Estero Elefantes and Laguna San Rafael, southern Chile. Bulletin of the Natural History Museum, London, U.K. 66(2): 109-146.
- Rojas, H. 2004. Desarrollo larval y crecimiento de juveniles post-metamórficos de *Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Tellinacea: Solecurtidae) en sistema controlado. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 33 pp.
- Sernapesca. 2010. Anuario estadístico de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. (<http://www.sernapesca.cl>)
- Stuardo, J., M. Soto, H. Andrade y R. Aguilar. 1981. Características granulométricas y componentes bioquímicos de los sedimentos de tres estaciones submareales de Valparaíso. Revista de Biología Marina y Oceanografía 17(2): 171-196.
- Troncoso, H. 1982. Contribución al conocimiento de la fisiología respiratoria y comportamiento de *Tagelus (Tagelus) dombeii* (Lamarck, 1818) Tellinacea, Solecurtidae). Tesis, Universidad de Concepción, Chile. 43 pp.
- Villarroel, M. y J. Stuardo. 1977. Observaciones sobre la morfología general, musculatura y aparato digestivo en *Tagelus dombeii* y *T. longisinuatus* (Tellinacea: Solecurtidae). Malacología 16(2): 333-352.

***Onchidella marginata* (Couthouy en Gould, 1852): antecedentes de la especie**

Sebastián Rosenfeld¹ y Cristian Aldea²

¹Departamento de Ciencias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Chile.
E-mail: srosenfe@umag.cl

²Fundación Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA); Universidad de Magallanes, Chile. E-mail: cristian.aldea@cequa.cl

Sistemática

Sensu Bouchet y Rocroi (2005):

Clase Gastropoda Cuvier, 1797
Clado Heterobranchia Gray, 1840
Clado Eupulmonata Haszprunar y Huber, 1990
Superfamilia Onchidioidea Rafinesque, 1815
Familia Onchidiidae Rafinesque, 1815
Género *Onchidella* Gray, 1850

Sinonimia

Sensu Marcus (1959):

Peronia marginata Couthouy, 1852
Onchidium chilense Hupé, 1854
Onchidium lanuginosum Hupé, 1854
Oncidiella coquimbensis Plate, 1894
Oncidiella juan-fernandeziana von Wissel, 1898

Descripción

La “babosa marina verdadera” (Fig. 1A-B) es un gasterópodo pulmonado sin concha, de cuerpo oval-elongado, angosto anteriormente y muy convexo posteriormente, color grisáceo-negro, cubierto densamente de pequeños tubérculos, margen ornamentado con bandas blancas y negras alternadas. Cabeza ancha, bilobulada en el frente, que se proyecta considerablemente más allá del manto cuando el animal está en movimiento, presenta un color amarillo pálido, con tintes azulados sobre la boca; tentáculos de color gris pálido con las puntas negras, alargados y bulbosos en su extremo. Bajo la parte inferior del manto, cerca del pie, presenta un color amarillento pálido, más verdoso hacia el margen, donde muestra bandas alternadas de color verde y amarillo pálido. Pie de color ocre pálido, con tintes azulados dados internamente

por las vísceras. Se han registrado individuos con un tamaño máximo sobre 15 mm (Gould, 1852).

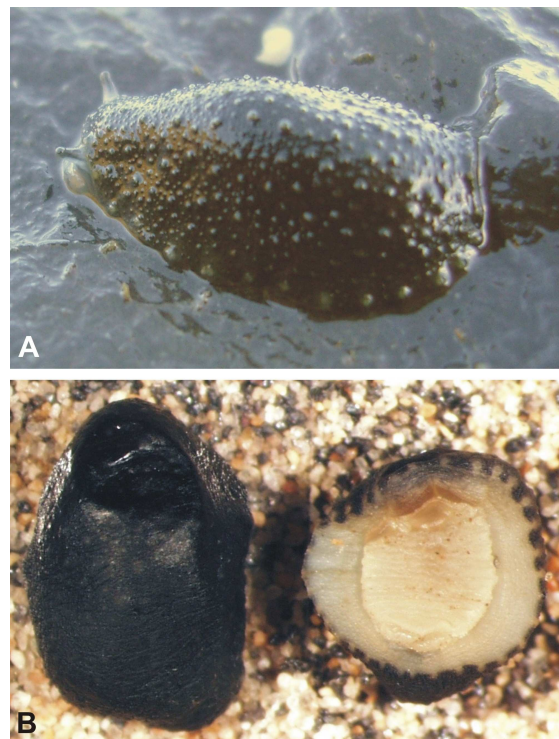


Figura 1. *Onchidella marginata*. A) Ejemplar vivo de 12 mm de longitud, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Canal Beagle. B) Vista dorsal y ventral de dos ejemplares fijados de 11 y 7 mm de longitud, respectivamente, Isla Carlos III, Estrecho de Magallanes.

Distribución

Onchidella marginata se distribuye en la costa del Pacífico Sur-oriental (Fig. 2). Esta especie se ha

registrado en Iquique (Marincovic, 1973), Coquimbo, Isla Robinsón Crusoe, Bahía de San Vicente, Golfo de Arauco y Chiloé (Marcus, 1959), hasta el Estrecho de Magallanes (Punta Carrera e Isla Carlos III, nuevos registros, obs. pers), Cabo de Hornos (Marcus, 1959; Ojeda *et al.*, 2010); alcanzando, además, la Isla de los Estados (Castellanos *et al.*, 1993) y el margen oriental de Tierra del Fuego (USNM, 2010).

Hábitat

Onchidella marginata es una especie bentónica que se encuentra comúnmente debajo de las rocas durante bajamar (Fig. 3), viviendo usualmente en poblaciones numerosas (Gould, 1852; Hupé, 1854). En investigaciones realizadas en Magallanes se ha encontrado principalmente en la zona intermareal de playas rocosas (Ojeda *et al.*, 2010). Ha sido registrada hasta los 12 m de profundidad (ver USNM, 2010).

Comentarios

A pesar de la amplia distribución a lo largo de la costa chilena, y de su presencia en la región Magallánica, la información que se tiene de esta especie es bastante escasa, conociéndose muy poco sobre su papel ecológico dentro de los ensamblajes intermareales, donde a veces se presenta considerablemente abundante. En Isla Navarino esta especie constituye el 3,9 % de la abundancia de especies móviles en la zona intermareal de Bahía Róbalo en algunas estaciones del año (Ojeda, com. pers.). Con respecto al resto de la costa chilena, se ha informado que esta especie está muy asociada a las matrices del “chorito maico”, *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819), y presenta una densidad de aproximadamente tres individuos en 0,005 m² (Thiel y Ullrich, 2002).

Las especies del género se caracterizan por poseer glándulas defensivas localizadas en la epidermis de las papilas marginales, las cuales proporcionan protección frente a predadores. Estas glándulas fueron descritas inicialmente por Joyeux-Laffuie (1882) en la especie nor-atlántica *Onchidella celtica* (Cuvier, 1817) y posteriormente Von Wissel (1898) describió glándulas similares en *O. marginata* y *O. juan-fernandeziana*. En los últimos años, estas estructuras biológicas han sido estudiadas en diversas especies en el mundo. Young *et al.* (1986) indagaron los efectos ecológicos de las glándulas en la especie nor-atlántica *Onchidella borealis* (Dall, 1871). Pinchuck y Hodgson (2010) examinaron la estructura e histo-

logía de las glándulas defensivas y la epidermis perinotal de la especie sur-atlántica *Onchidella capensis* Watson, 1925 y de la especie panámica *Onchidella hildae* (Hoffmann, 1928), encontrando similitudes estructurales con las glándulas de los sifonáridos (Pulmonata: Siphonariidae), sugiriendo un ancestro común entre ambos grupos.

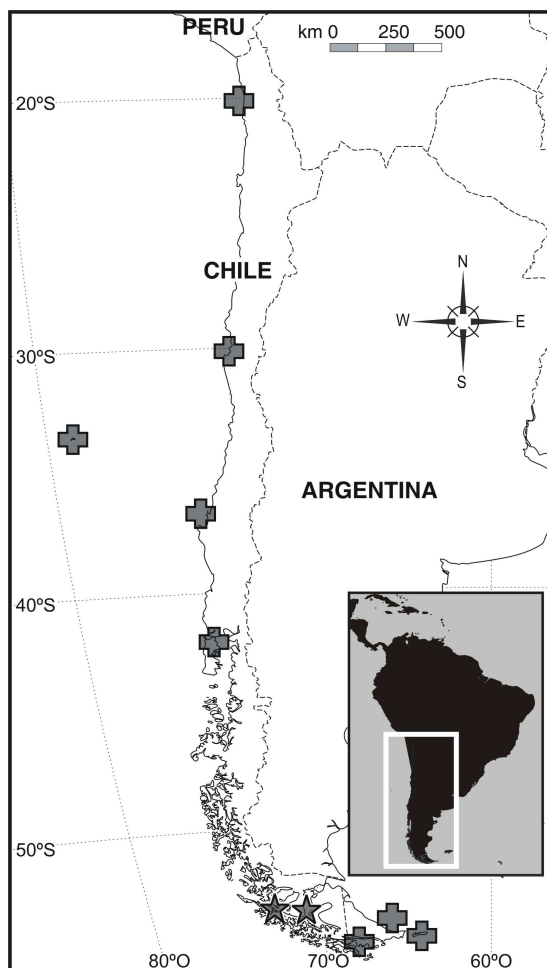


Figura 2. Distribución geográfica de *Onchidella marginata*, indicando registros previos de literatura (cruces) y nuevos registros informados en este trabajo (estrellas).

En el aspecto taxonómico, Dayrat (2009) publicó una revisión de la familia Onchididae en el mundo, aportando además una lista nominal de especies. En dicha revisión se distingue a *O. juan-fernandeziana* como único sinónimo de *Onchidella marginata* y, a *O. lanuginosum* y *O. coquimbensis* como sinónimos de *O. chilensis*, la cual sería una especie válida (ver Dayrat, 2009, pp. 10, 13). Considerando estos antecedentes, se requiere un estudio morfológico y molecular de ejemplares

provenientes de diversas latitudes de la costa del Pacífico Sur-Oriental, para aclarar la existencia de una sola especie o de dos especies morfológicamente muy similares.



Figura 3. Agregación de ejemplares de *Onchidella marginata* compartiendo hábitat con los bivalvos *Lasaea adansonii* (Gmelin, 1791) y *Perumytilus purpuratus* (flechas negras y blancas, respectivamente) en una plataforma intermareal de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Canal Beagle. Observación: la roca fue volteada para la fotografía.

Agradecimientos

Se agradece a Jaime Ojeda (Universidad de Magallanes e Instituto de Ecología y Biodiversidad) por proporcionar la fotografía de la figura 3, al profesor Andrés Mansilla (Universidad de Magallanes e Instituto de Ecología y Biodiversidad) por el uso del laboratorio de Macroalgas de la Universidad de Magallanes, a Patricia Iribarren y Pablo Arias (Universidad de Concepción) por su apoyo en la obtención de literatura, al personal del Parque Omora (Puerto Williams) por su colaboración durante los terrenos realizados y, al Proyecto “Diagnóstico del Macrobentos en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane” (BIP N°30061434-0), soporte de los muestreos en la Isla Carlos III. Además, se agradecen las sugerencias de dos revisores anónimos del manuscrito.

Referencias bibliográficas

Bouchet, P. y J.-P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia* 47: 1-397.
 Castellanos, Z.J.A., N.A. Landoni y J.R. Dadon. 1993. Catálogo Descriptivo de la

Malacofauna Marina Magallánica 12: 28 + 9 pp., Provincia de Buenos Aires, Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
 Dayrat, B. 2009. Review of the current knowledge of the systematics of Onchidiidae (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) with a checklist of nominal species. *Zootaxa* 2068: 1-26.
 Gould, A.A. 1852. *Mollusca & Shells*. United States Exploring Expedition 12: xv + 510 pp. Gould & Lincoln: Boston.
 Hupé, H. 1854. *Fauna Chilena: Moluscos*. Historia física y política de Chile, 95 *Zoología* 8: iii + 499 pp., 14 pls. Gay: Paris.
 Joyeux-Laffaie, J. 1882. Organisation de développement de l’*Oncidie Oncidium celticum* Cuv. *Archives de Zoologie experimentale et generate* 10: 1-159.
 Marcus, E. 1959. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. 36. *Lamellariacea und Opisthobranchia*. *Lunds Universitets Årsskrift (NF)* 55: 1-135.
 Marincovich, L. 1973. Intertidal Molluscs from Iquique, Chile. *Science Bulletin, Natural History Museum, Los Angeles County* 16: 1-49.
 Ojeda, J.A., T. Contador, S. Rosenfeld, C.B. Anderson, A. Mansilla y J.H. Kennedy. 2010. Guía para la identificación de los invertebrados marinos y dulceacuícolas de la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos. Ediciones Universidad de Magallanes, Chile. 80 pp.
 Thiel, M. y N. Ullrich. 2002. Hard rock versus soft bottom: the fauna associated with intertidal mussel beds on hard bottoms along the coast of Chile, and considerations on the functional role of mussel beds. *Helgoland Marine Research* 56: 21-30.
 Pinchuck, S.C. y A.N. Hodgson. 2010. The ultrastructure and histology of the perinotal epidermis and defensive glands of two species of *Onchidella* (Gastropoda: Pulmonata). *Tissue and cells* 42: 105-115.
 USNM. 2010. National Collection of the Smithsonian National Museum of Natural History, USNM (<http://invertebrates.si.edu/>). Consultado el 12/12/2010
 Von Wissel, K. 1898. Beiträge zur Anatomie der Gattung *Oncidiella*. *Zoologische Jahrbücher, Suppl.* 4: 583-640.
 Young, C.M., P.G. Greenwood y C.J. Powell. 1986. The ecological role of defensive secretions in the intertidal pulmonate *Onchidella borealis*. *Biological Bulletin* 171: 391-404.

***Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822): antecedentes de la especie**

Viviana M. Castillo y Donald I. Brown

Laboratorio de Biología de la Reproducción y del Desarrollo, Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

E-mail: vm.castillo.b@gmail.com

Clasificación

Clase Gastropoda Cuvier, 1795
Subclase Orthogastropoda Ponder y Lindberg, 1997
Superorden Caenogastropoda Cox, 1960
Orden Sorbeoconcha Ponder y Lindberg, 1997
Suborden Hypsogastropoda Ponder y Lindberg, 1997
Infraorden Littorinimorpha Golikov y Starobogatov, 1975
Superfamilia Littorinoidea Children, 1834
Familia Littorinidae Gray, 1840
Subfamilia Littorininae Children, 1834
Género *Echinolittorina* Habe, 1956

Sinonimia

Para *Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822) se han recuperado de la literatura los siguientes sinónimos (Reid, 2002a; Guzmán *et al.*, 1998):

Phasianella peruviana Lamarck, 1822
Littorina peruviana Gray, 1839
Turbo zebra Wood, 1828
Littorina zebra Phillipi, 1847
Littorina zebra var. *nana* Nevill, 1885
Littorina (Melaraphe) peruviana Tryon, 1887
Littorina (Austrolittorina) peruviana Rosewater, 1970
Nodilittorina peruviana Bandel y Kadolsky, 1982
Nodilittorina (Echinolittorina) peruviana Reid, 1989

Descripción

La concha de animales sexualmente maduros de *E. peruviana* alcanza una altura que fluctúa entre 6 mm (Jordán y Ramorino, 1975) y 23,8 mm (Reid, 2002a); es de forma globosa, de espira generalmente baja y puntiaguda (Guzmán *et al.*, 1998). El perfil es cóncavo cerca del ápice, pero se erosiona generalmente. Los individuos juveniles presentan un perfil poco anguloso teniendo un aspecto más redondeado (Reid, 2002a). La concha está formada por cuatro anfractos (Fig. 1A), los que están separados entre sí por una sutura profunda. Tiene una abertura ovalada amplia de color púrpura a negro

en cuya base interna se observa una línea blanca, curvada hacia la columela, que es cóncava a recta de color café lechoso o muy oscuro (Guzmán *et al.*, 1998). La protoconcha no se observa (Reid, 2002a). Los individuos adultos poseen externamente una coloración muy característica, con líneas blancas y negras verticales en forma de zigzag (Guzmán *et al.*, 1998; Reid, 2002a); en cambio, los juveniles son de color negro (Jordán y Ramorino, 1975). La cabeza y los tentáculos son de color negro, con un borde blanco alrededor del ojo; la rádula tiene una longitud que fluctúa entre 2,8 y 3,4 mm (Reid, 2002a).

Distribución geográfica

Su distribución latitudinal, según distintos autores, tiene como límite sur Valparaíso (Chile) (Marincovich, 1973; Álamo y Valdivieso, 1987); sin embargo, Aldea y Valdovinos (2005) recientemente extendieron la distribución hasta Isla Mocha (Chile). En lo que respecta al límite norte se observan diferentes registros. Marincovich (1973) la cita desde Paita (5° 5'28"S, 81° 6'23"O) (Perú) hasta Valparaíso (33° 1'S, 71° 38'O) (Chile), mientras que Álamo y Valdivieso (1987) indican Panamá y Keen (1971) menciona a esta especie sólo para las costas ecuatorianas.

Hábitat

Echinolittorina peruviana es característica de la zona intermareal, siendo abundante en las costas rocosas, tanto expuestas como protegidas (Jordán y Ramorino, 1975). De igual modo, ha sido descrita en la zona supralitoral (Guzmán *et al.*, 1998), viviendo generalmente en grupos donde los individuos reciben la humedad que aportan las olas al romper en las rocas, aunque es capaz de resistir

fuertemente la desecación, cuando se encuentran en sectores donde queda muy expuesta al sol por largos períodos, durante los ciclos de mareas más bajas (Guzmán *et al.*, 1998). Los juveniles de la especie ocupan rocas menos expuestas a la acción del oleaje, en pequeñas grietas donde se protegen y mantienen la humedad. Por otra parte, se ha demostrado que la habilidad termorreguladora de los individuos de esta especie está influida por las condiciones ambientales locales, las cuales podrían ser determinantes para la efectividad de los mecanismos de termorregulación; de este modo, la conformación de grupos tiene efectos significativos principalmente sobre la tasa de pérdida de agua y en la temperatura grupal de los individuos (Rojas *et al.*, 2000). Así, existe una relación positiva entre el tamaño de los grupos y la temperatura grupal; en cambio, hay una relación negativa entre el tamaño de los grupos y la tasa de pérdida de agua (Rojas *et al.*, 2000).

Aspectos reproductivos

Echinolittorina peruviana es una especie gonocórica de fecundación interna con un sistema reproductor adaptado para la cópula. La especie no presenta dimorfismo sexual en lo que respecta a la concha; pero hay dimorfismo sexual externo al observar las partes blandas representado por un pene cónico en los machos y coloración de la gónada rosado en las hembras (Fig. 1B) y anaranjado en los machos (Fig. 1C) (Castillo, 2006; Castillo y Brown, 2008).

En ambos sexos la gónada forma un complejo con la glándula digestiva (de color café oscuro) que presenta una morfología cónica espiralada con patrón de distribución heterogénea, de esta manera, la gónada se encuentra ramificada entre los túbulos de la glándula digestiva, dando un aspecto abigarrado al complejo gónada-glándula digestiva que es observable a nivel macroscópico (Fig. 1B-C) e histológico. La gónada masculina se ramifica entre los túbulos de la glándula digestiva; ubicándose sobre el resto de la masa visceral, le sigue la vesícula seminal organizada como un conducto enrollado hasta el extremo posterior del músculo columelar. Hacia anterior y abierta hacia la cavidad paleal, se localiza la glándula prostática sobre el músculo columelar; hacia anterior se ubica el surco espermático que recorre el cuello del animal y asciende por el lado dorsal desde la base del pene hasta el extremo distal. El pene se ubica en la base del tentáculo ocular derecho y corresponde a una estructura cónica de color blanco. Hacia anterior adyacente a su base, hay un complejo

glandular compuesto por un proceso mamiforme y anexa a éste hay una región glandular discoidal (Castillo y Brown, 2008). Al igual que la mayoría de los representantes de Littorinidae, *E. peruviana* presenta dimorfismo espermático con euespermatozoides filiformes que tienen una longitud que fluctúa entre 57-64 μm de acuerdo a Reid (2002a) o 65-80 μm según Jordán y Ramorino (1975); y paraespermatozoides voluminosos y aflagelados (ver ejemplos en Buckland-Nicks *et al.*, 2000) cuya longitud fluctúa entre 11-18 μm (Reid, 2002a) o 25 μm (Jordán y Ramorino, 1975).

Echinolittorina peruviana produce gametos maduros durante todo el año. Las hembras producen huevos completamente desarrollados cuando alcanzan una talla mayor a 8 mm de longitud de la concha (Jordán y Ramorino, 1975). El sistema reproductor femenino consta de un oviducto paleal con una bursa copulatrix cuya abertura está cerca de su extremo posterior extendiéndose en línea recta dorsal a la glándula de la albúmina (Reid, 2002a). La cópula se realiza durante el día en marea baja con oleaje moderado y en sustratos húmedos (Jordán y Ramorino, 1975). Las hembras ovipositan cápsulas planctónicas transparentes y de aspecto gelatinoso, cuyo diámetro fluctúa entre 336-421 μm (Reid, 2002a) y alberga sólo un ovocito (Jordán y Ramorino, 1975; Reid, 2002a) de 84-89 μm de diámetro (Jordán y Ramorino, 1975). Las larvas son de tipo planctotróficas (Jordán y Ramorino, 1975).

Sistemática

Durante mucho tiempo se utilizó el nombre científico *Littorina (Austrolittorina) peruviana* Rosewater, 1970 para identificar a esta especie. Posteriormente, Reid (1989) realizó una reclasificación tomando caracteres morfológicos de los representantes de *Littorinidae* designando la especie como *Nodilittorina (Echinolittorina) peruviana*, ya que las características morfológicas de la concha, la morfología peneana y la posición de la bursa copulatrix de esta especie son característicos del género *Nodilittorina* von Martens, 1897. A pesar de realizarse un intento posterior para reconstruir una filogenia basado en análisis de parsimonia utilizando caracteres morfológicos en especies de *Littorinidae* (Reid, 2002b); la resolución de este análisis fue muy limitada y no pudo identificar a *Echinolittorina* Habe, 1956 como un grupo monofilético. Sin embargo, en un análisis molecular posterior fue demostrado que *Nodilittorina* es polifilético y que *Echinolittorina* constituye un género independiente de *Nodilittorina* y que

comprende 50 especies listadas previamente bajo el género *Nodilittorina* (Williams *et al.*, 2003). Más recientemente, se incluyó a otras nueve especies adicionales en este género en un análisis filogené-

tico molecular del género *Echinolittorina* (Williams y Reid, 2004). Con estos antecedentes, a partir del año 2003 esta especie se identifica como *Echinolittorina peruviana*.



Figura 1. *Echinolittorina peruviana*. A, concha en vista dorsal, ventral y lateral (de izquierda a derecha). B, ejemplar hembra luego de ser removido de su concha. C, ejemplar macho luego de ser removido de su concha. Abreviaciones: g, gónada; gd, glándula digestiva; p, pene. Barras de escala A, 4 mm, B-C, 3 mm.

Referencias bibliográficas

Álamo, V.V. y V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Boletín extraordinario Instituto del Mar del Perú. 205 pp.

Aldea, C. y C. Valdovinos. 2005. Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36°-38°S): Taxonomía y clave de identificación. *Gayana* 69(2): 364-396.

- Buckland-Nicks, J., J. Healy, B. Jamieson y S. O'Leary. 2000. Paraspermatogenesis in *Littoraria (Palustorina) articulata*, with reference to other Littorinidae (Littorinoidea, Caenogastropoda). *Invertebrate Biology* 119(3): 254-264.
- Castillo, V.M. 2006. Organización gonadal y anatomía microscópica del sistema reproductor masculino de *Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822) (Mollusca: Mesogastropoda). Tesis de Licenciado en Educación y título de Profesor de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile. 115 pp.
- Castillo, V.M. y D.I. Brown. 2008. Microscopic anatomy of the male reproductive system in *Echinolittorina peruviana* (Mollusca: Caenogastropoda). *International Journal of Morphology* 26(2): 423-432.
- Guzmán, N., S. Saá y L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, área 23° Sur (Chile). *Estudios Oceanológicos* 17: 17-86.
- Jordán, J. y L. Ramorino. 1975. Reproducción de *Littorina (A.) peruviana* (Lamarck, 1822) y *Littorina (A.) araucana* Orbigny, 1840. *Revista de Biología Marina* 15(3): 227-261.
- Keen, A.M. 1971. Sea shells of tropical West America. Stanford University Press, Stanford (California). 1064 pp.
- Marincovich, L. 1973. Intertidal mollusks of Iquique-Chile. *Natural History Museum Los Angeles County Science Bulletin* 16: 1-49.
- Reid, D. 1989. The comparative morphology, phylogeny and evolution of the gastropod family *Littorinidae*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 324:1-110.
- Reid, D. 2002a. The genus *Nodilittorina* von Martens, 1897 (Gastropoda: Littorinidae) in the Eastern Pacific Ocean, with a discussion of biogeographic provinces of the rocky-shore fauna. *The Veliger* 45(2): 85-170.
- Reid, D. 2002b. Morphological review and phylogenetic analysis of *Nodilittorina* (Gastropoda: Littorinidae). *Journal of Molluscan Studies* 68: 259-281.
- Rojas, J.M., J.M. Fariña, R. Soto y F. Bozinovic. 2000. Variabilidad geográfica en la tolerancia térmica y economía hídrica del gastrópodo intermareal *Nodilittorina peruviana* (Gastropoda: Littorinidae, Lamarck, 1822). *Revista Chilena de Historia Natural* 73(3): 543-552.
- Williams, S. y D. Reid. 2004. Speciation and diversity on tropical rocky shores: A global phylogeny of snails of the genus *Echinolittorina*. *Evolution* 58(10): 2227-2251.
- Williams, S., D. Reid y D. Littlewood. 2003. A molecular phylogeny of the *Littorininae* (Gastropoda: Littorinidae): Unequal evolutionary rates, morphological parallelism, and biogeography of the Southern Ocean. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 28: 60-68.

Revisión de libro: Moluscos del Mar de Bellingshausen (Antártica)*

Sergio Letelier

Museo Nacional de Historia Natural, Laboratorio de Malacología, Santiago, Chile. E-mail: sletelier@mnhn.cl

*Cristian Aldea y Jesús S. Troncoso (2010) Moluscos del Mar de Bellingshausen (Antártica)

Observaciones y distribución de los gastrópodos con concha, bivalvos y escafópodos del Oeste de la Península Antártica, recolectados en las Campañas Antárticas Españolas BENTART 2003 y 2006. Editores: Jesús Troncoso y Cristian Aldea. ISBN: 978-84-614-1937-1, Impreso en Vigo (España) por Feito, S.L., 249 pp.

Este libro, con presentación de Patrick Arnaud, es sin duda una de las contribuciones más significativas de los últimos años sobre el conocimiento de la fauna malacológica del Oeste de la Península Antártica.

El material recolectado durante las campañas españolas BENTART 03 y 06, proviene principalmente del bentos antártico y da origen al libro recientemente editado.

La descripción del material comprende tres clases (Gastropoda, Bivalvia y Scaphopoda); dos órdenes (Patellogastropoda y Opisthobranchia) y dos superórdenes (Vetigastropoda y Caenogastropoda) al interior de Gastropoda; cinco órdenes (Nuculida, Arcida, Mytilida, Limida, Ostreida, Venerida y Pholadomyida) al interior de Bivalvia y dos órdenes (Dentaliida y Gadilida) de Scaphopoda.

Del total de especímenes revisados (4.204) de las campañas BENTART, fueron identificados un total de 3.987 pertenecientes a 120 especies de moluscos de las tres clases nombradas.

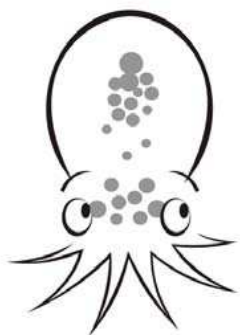
A partir de este material, se describieron dos especies nuevas: los gastrópodos de la Familia Trochidae *Antimargarita bentarti* y *Antimargarita powelli* Aldea, Zelaya y Troncoso, cuyos holotipos, paratipos y sintipos fueron depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, España; Museo de La Plata, Argentina y Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile.

La mayor contribución de los autores está dada por las 247 figuras correspondientes a

excelentes fotografías y mapas de distribución de 123 especies (página 41 a 220).

Finalmente, los autores analizan aspectos ecológicos y patrones de distribución en el Océano Antártico y zonas adyacentes, que configuran en este libro un documento de gran importancia para su consulta y estudio de la fauna malacológica del “*antarktikos*”, “opuesto a lo ártico”.





VIII CLAMA

Congreso Latinoamericano de Malacología

12 al 17 de junio de 2011 - Puerto Madryn - Argentina

El Centro Nacional Patagónico (CENPAT/CONICET),
la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Sede Puerto Madryn)
y la Facultad Regional Chubut de la Universidad Tecnológica Nacional tienen el agrado de invitar a la
comunidad científica de América Latina y del mundo al

VIII Congreso Latinoamericano de Malacología (CLAMA)

DIRECTORIO

Comité Ejecutivo

Gregorio Bigatti - Silvina Van der Molen

Comité Académico

Pablo Penchaszadeh - Cristián Ituarte - Florencia Cremonte - Guido Pastorino
Alfredo Castro Vázquez - María Edith Ré
José María Orensanz - Pedro Barón - María Gabriela Cuezco - Gustavo Darrigran

Comité Operativo

Nicolás Ortíz - Andrés Averbuj - Augusto Crespi - María Emilia Diez Mauro Carrasco
Mónica Primost - Federico Márquez - Verónica Savoya
José Fernández Alfaya - Jorgelina Robledo - Mariano Cumplido - Javier Signorelli
Carmen Gilardoni - Nuria Vázquez - Soledad Zabala

Tesorería – Secretaría

Norberto de Garín - Gabriela Escati Peñaloza

Más información: <http://www.clama2011.com.ar>

6º CONGRESO DE LAS SOCIEDADES MALACOLÓGICAS EUROPEAS



Vitoria-Gasteiz
España
18-22 Julio
2011



PLAZOS IMPORTANTES

Solicitudes para becas (estudiantes): 31 Marzo
Inscripción con precio reducido: 30 Abril
Envío de resúmenes: 31 Mayo

Simposios

	Especies amenazadas y Hot-spots de Biodiversidad	Biología, Reproducción y cultivo de moluscos	
	Especies Exóticas Invasoras	Ecología	
	Sistemática y Taxonomía de Moluscos de la Región Paleártica-Occidental	Biogeografía y Filogeografía de la Región Mediterránea y de Macaronesia	



Sexto Congreso de las Sociedades Malacológicas Europeas

El Sexto Congreso de las Sociedades Malacológicas Europeas será realizado en Vitoria, España, desde el 18 al 22 de julio de 2011.

Más información: <http://www.euomalacol2011.eu>



XXII Encuentro Brasileiro de Malacología

El *XXII Encontro Brasileiro de Malacologia* (EBRAM) será realizado en Fortaleza, Ceará, Brasil, desde el 04 al 08 de septiembre de 2011. El local escogido para el evento es el Hotel Mareiro.

Más información: <http://xxiiebram.webnode.com.br>

