

Observaciones en acuarios sobre la conducta de reproducción de *Monetaria caputdraconis* (Melvill, 1888) (Mollusca: Gastropoda: Cypraeidae)

Aquarium observation of the reproductive behaviour of *Monetaria caputdraconis* (Melvill, 1888) (Mollusca: Gastropoda: Cypraeidae)

Cecilia Osorio* & Cristian Herrera

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

*Autor corresponsal, e-mail: cosorio@uchile.cl

Resumen

Se dan a conocer observaciones sobre la conducta de reproducción en ejemplares de *Monetaria caputdraconis* mantenidos en acuarios entre octubre de 1996 y julio de 1999. Se observaron ovicápsulas durante la primavera- verano de 1996, 1998 y 1999 coincidente con los períodos de mayor temperatura. Fue posible observar cuatro etapas conductuales en la reproducción: 1) Cortejo y cópula 2) Puesta de ovicápsulas y formación del nido, 3) Incubación y 4) Abandono del nido. Se trabajó con dos hembras y tres machos. En dos hembras se registró la ovipostura. La hembra 1 en un período de 13 meses tuvo siete oviposturas, cinco de las cuales alcanzaron la eclosión de las larvas. La hembra 2 tuvo nueve oviposturas en 31 meses, de las cuales solo tres eclosionaron. La duración del período de desarrollo intracapsular fue de siete días con temperaturas entre 21,0° a 26,0° C; ocho a nueve días con temperaturas entre 20,0° a 23,7° C y 10 días a 19,0° C.

Palabras claves: cortejo, cópula, desove, tiempo de incubación, eclosión.

Abstract

This paper reports on the first observations of the reproductive behaviour of *Monetaria caputdraconis*, in aquaria, carried out between October 1996 and July 1999. Capsules were observed during spring-summer of 1996, 1998 and 1999, which coincided with the periods of highest temperatures. It was possible to observe four behavioral stages in the reproduction: 1) courtship and copulation, 2) spawning and nesting, 3) incubation and 4) abandonment of the nest. Spawning events of two females were recorded. The female 1 had seven reproductive events in 13 months, five of which were completed up to hatching of the larvae. The female 2 had nine spawning events between October 1996 and May 1999; only three reached hatching of the larvae. The duration of the intracapsular period was seven days with temperatures between 21.0° and 26.0° C and eight to nine days with temperatures between 20.0° to 23.7° C and 10 days at 19.0° C.

Key words: courtship, copulation, spawning, incubation, hatching.

Introducción

En la naturaleza es difícil observar detalles precisos en relación con la reproducción de muchas especies marinas y más difíciles aún confirmar los lapsos de tiempo de cada uno de los acontecimientos reproductivos. Sin embargo, es

posible observar muchos de esos eventos en acuarios experimentales. *Monetaria caputdraconis* (Melvill, 1888) es un gasterópodo endémico de la Isla de Pascua y de Sala y Gómez, filogenéticamente relacionada con *Monetaria caputserpentis*

(Linnaeus, 1758), de acuerdo a estudios basados en secuencias DNA realizados por Meyer (2003) y Meyer & Paulay (2005), sin embargo, esta última especie está ampliamente distribuida en el Indopacífico tropical. Los estudios sobre eco-biología realizados en *M. caputdraconis* han permitido describir la morfología de la rádula, la distribución vertical en el intermareal, el desarrollo intracapsular, la dieta, la disponibilidad de alimentos en el medio y la actividad de reproducción (Osorio, 1989; Osorio & Cantuarias, 1989; Osorio *et al.*, 1992, Osorio *et al.*, 1993; Osorio *et al.*, 1999).

Antecedentes de aspectos reproductivos de cypreidos de otras latitudes publicados hasta el momento se refieren a conducta de anidamiento (Kay, 1960), tiempos de incubación y pautas de desarrollo larval (Ostergaard, 1950; Kay, 1960; Wilson, 1985); periodos de actividad reproductiva de *M. caputserpentis* en Hawai'i (Kay, 1960) y de *M. annulus* (Linnaeus, 1758) en Japón (Katoh, 1989).

Los objetivos de este trabajo fueron, primero, lograr la sobrevivencia de ejemplares de *M. caputdraconis* en condiciones laboratorio, dando como alimento algas del continente, y segundo, observar la reproducción de estos en relación con la conducta de apareamiento,

controlando los tiempos de desarrollo de larva intracapsular hasta la eclosión, además de estimar los periodos de ovipostura y número de oviposturas al año de los animales. Adicionalmente, se entregan por primera vez los tiempos en que ocurren las diferentes etapas de la vida larvaria intracapsular que fueron descritas previamente por Osorio *et al.* (1992) para esta especie.

Materiales y métodos

Obtención y mantenimiento de reproductores

Ejemplares adultos de *M. caputdraconis* fueron trasladados por vía aérea en cajas térmicas húmedas, desde la Isla de Pascua al laboratorio de Hidrobiología de la Universidad de Chile ubicado en Santiago, entre 1991–1995. La sobrevivencia de los animales fue baja. Sin embargo, de una muestra de 14 ejemplares recolectados en noviembre de 1995, cinco individuos lograron aclimatarse sobreviviendo por un periodo de 24 meses, de los cuales dos permanecieron vivos hasta Julio de 1999. El estudio duró en total 43 meses.

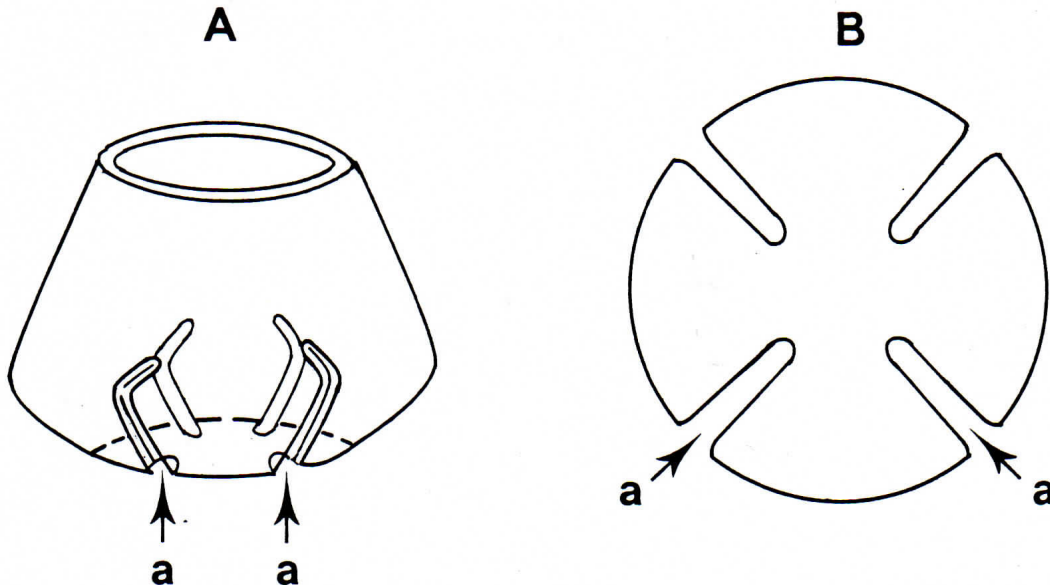


Figura 1. Refugio de vidrio (diámetro máximo 65 mm, alto máximo 41 mm). A. Vista lateral. B. Vista desde abajo. a= aberturas.

Figure 1. Conical glass structure (maximum diameter 65 mm, maximum height 41 mm). A. Lateral view. B. View from underneath. a= openings.

Se utilizó un acuario de 27 litros con agua de mar microfiltrada, con sistema de aireación y movimiento continuo del agua proporcionado por una bomba eléctrica Better 500. El fondo del acuario fue acondicionado con cuarzo de acuarios y piedras para refugio. En una primera etapa (enero de 1995–agosto de 1996), se usó caparazones secos del erizo *Echinometra insularis* Clark, 1972 procedentes de Isla de Pascua como sitios de desove y también refugio. Debido a las dificultades para la observación de las oviposturas, por la falta de transparencia de estos caparazones, a partir de Octubre de 1996 se utilizó como refugio una estructura cónica de vidrio transparente (Fig. 1). El agua se mantuvo a temperatura ambiental en los meses de primavera (13,0°–21,0°C) y en el verano y otoño entre 16,0° y 27,0°C. En invierno se procuró mantener el agua a una temperatura sobre 18° C con un calentador eléctrico de 15 W. La

temperatura del agua se controló una o dos veces al día. Una vez al mes se cambió totalmente el agua de mar y se hizo una limpieza de la arena y de los vidrios del acuario, midiendo en esos momentos la longitud de los ejemplares. Se dio como alimento algas de los géneros *Ulva* L. y *Gelidium* Lamouroux, 1813 traídas desde la caleta de Quintay, las cuales fueron renovadas cada cinco a siete días. En este estudio los animales fueron identificados de acuerdo a características de la concha y se determinó el sexo por observación visual (Tabla 1). Para estudiar la conducta de cortejo y los eventos reproductivos (oviposturas) se observó y registró por la mañana y al mediodía y/o tarde la ubicación y actividad de cada uno de los ejemplares, además del color de la masa de huevos. Con la eclosión de las larvas finalizó el experimento.

Tabla 1. Características usadas en la identificación de los ejemplares de *M. caputdraconis*, octubre de 1996.

Table 1. Characteristics used in the identification of the samples of *M. caputdraconis*, October 1996.

Tamaño (mm)	Sexo	Coloración dorsal de la concha
22,2	Hembra 1	Amarillo, con puntos blancos
28,1	Macho	Café muy oscuro, con escasos puntos
28,4	Macho	Café con muchos puntos blancos
23	Hembra 2	Línea blanca sobre fondo café
26,8	Macho	Café con escasos puntos blancos

Resultados

Conducta reproductiva

Por lo general durante el día los ejemplares permanecían ocultos entre las piedras del acuario sin actividad aparente. Durante la noche se alimentan. Esta situación cambió al iniciarse el período de reproducción ya que los animales se alimentaban y desplazaban activamente durante el día. Fue posible reconocer cuatro etapas relacionadas con la reproducción:

Etapas 1. Cortejo y cópula: Los días anteriores al desove se evidenció un aumento de la actividad diurna con machos y hembras alimentándose durante el día. Las hembras, luego de desplazarse por las paredes del acuario, realizaron un reconocimiento del refugio acompañadas por

uno o dos machos. La cópula se efectuó en varias oportunidades durante esta etapa. Para esto el macho extiende un largo pene que introduce bajo la parte anterior de la concha de la hembra, donde se ubica el gonoporo. Dos días antes que se inicie la ovipostura, la hembra, acompañada por uno o dos machos, ingresó al refugio donde limpió con su boca la superficie donde depositó las ovicápsulas.

Etapas 2: Puesta de ovicápsulas y formación del nido: Momentos antes de iniciar la ovipostura, se observó filamentos mucosos en el agua, tras lo cual se inició la adhesión de las ovicápsulas a las paredes del vidrio. Esto duró 48 hrs, donde una hembra puede estar acompañada por un macho. Una vez que se completó la adhesión de las

ovicápsulas y luego de haber formado un pequeño nido, del tamaño del pie de la hembra, el macho abandonó a la hembra.

Etapa 3. Incubación: Durante el período de incubación la hembra no se separó de las ovi-cápsulas. Hasta la eclosión de las larvas velíferas, la hembra se mantuvo girando continuamente sobre ellas. Durante este periodo la hembra raspaba el vidrio y se alimentó de los restos de algas que llegaban al interior del refugio por efecto del movimiento del agua.

Etapa 4. Abandono del nido: Una vez finalizada la incubación la hembra limpió el sitio en que se encontraban las ovi-cápsulas comiendo los restos de ellas y abandonando el nido. También se observó abandono del nido, interrumpiendo la incubación, cuando las hembras fueron perturbadas para obtener muestras de las ovi-cápsulas. En estos casos, las hembras devoraron las ovi-cápsulas.

Relación de la temperatura con los períodos reproductivos

En el acuario, la mayor parte del inicio y término de las oviposturas se observó durante la primavera- verano de 1996 al 1999, con temperaturas sobre los 20°C; la excepción ocurrió en septiembre 1997 con la Hembra 1, cuando las temperaturas mínimas fueron inferiores a 17° (Tabla 2). Esto sugiere que hay una relación entre la actividad reproductiva con los períodos de mayor temperatura (Fig. 2). En los períodos de otoño- invierno del hemisferio sur (abril, mayo, junio, julio y agosto) no se registró oviposturas en la hembra 1. Sin embargo, la hembra 2 depositó ovi-capsulas a partir del 27 de mayo 1999 (temperatura mínima 15,0° C, temperatura máxima 21,0° C), cuyas larvas que se liberaron a los 13 días. Posteriormente aconteció la muerte del ejemplar. (Tabla 2).

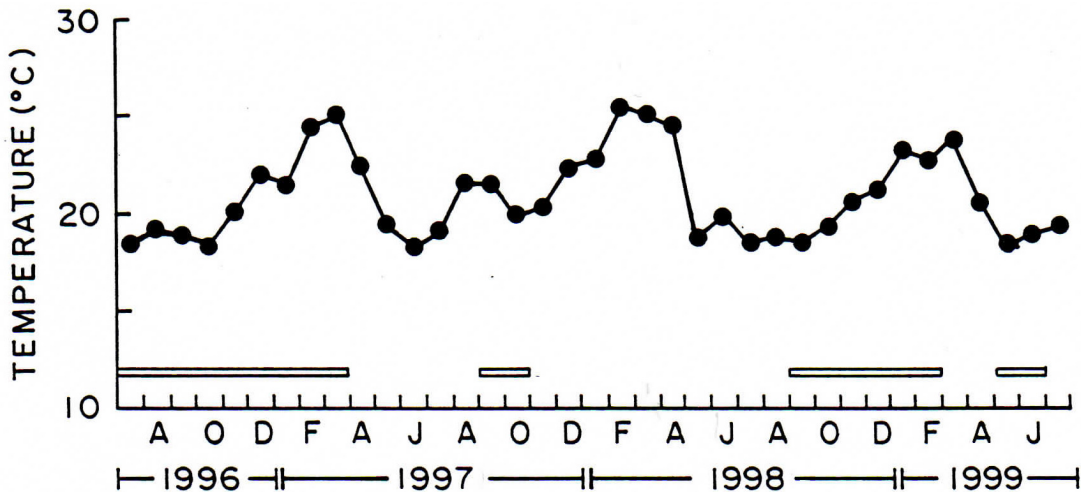


Figura 2. Variaciones de la temperatura promedio mensual (puntos) y presencia de masas de huevos (barras) observadas en el acuario durante el período de estudio.

Figure 2. Variations on the monthly temperature average (points) and presence of egg masses (in bars) observed in the aquarium.

Observación y registro de oviposturas

Durante la primera etapa experimental, enero de 1995 y agosto 1996, las ovi-cápsulas fueron depositadas en el interior de los caparzones de erizo o sobre superficies escondidas entre las rocas, donde no fue posible el control riguroso de inicio y término de cada uno de los eventos. En una se-

gunda etapa, octubre de 1996 y junio de 1999, el uso del refugio de vidrio permitió registrar las observaciones de los eventos reproductivos (Tabla 2). El refugio fue ocupado por las hembras después de dos meses de sumergido en el acuario.

Entre el 23 de octubre de 1996 y el 26 de noviembre de 1997 (13 meses) la hembra 1 tuvo siete oviposturas, de las cuales cinco se completaron hasta la eclosión de las larvas. En las otras dos oportunidades esta hembra se alimentó de las ovicápsulas y abandonó el nido. Entre octubre de 1996 y mayo de 1999 (31 meses) la hembra 2 rea-

lizó nueve oviposturas, de las cuales eclosiona solo tres. En cinco de estos eventos la hembra se alimentó de las ovicápsulas tras lo cual abandonó el refugio de vidrio. La hembra, luego de la última ovipostura, murió por accidente eléctrico al ramonear los cables del acuario.

Tabla 2. Inicio y término de eventos reproductivos, en dos hembras de *Monetaria caputdraconis*.

Table 2. Beginning and end of reproductive events in two female *Monetaria caputdraconis*.

Hembra (long., mm)	Evento N°	Temperatura °C		Fecha de Puesta		Observaciones
		Mínima	Máxima	Inicio	Término	
1 (22,2 mm)	1	20	25	23-10-1996	30-10-1996	Eclosión al 7° día
	2	20	26	11-11-1996	15-11-1996	come ovipostura
	3	20	29	20-12-1996	29-12-1996	Eclosión al 7° día
	4	24	28	24-1-1997	31-1-1997	Eclosión al 7° día
	5	21.5	27	1-3-1997	6-3-1997	Come ovipostura
	6	17	22	8-9-1997	17-9-1997	Eclosión al 10° día
	7	12	23	22-9-1997	5-10-1997	Eclosión al 14° día
2 (23,0 mm)	1	21	22	28-10-1996	31-10-1996	Come ovipostura
	2	21	27	1-1-1997	9-1-1997	Eclosión al 8° día
	3	23	26	28-2-1997	1-3-1997	Come ovipostura
	4	19	25	7-10-1998	16-10-1998	Eclosión al 9° día
	5	19	20	30-11-1998	1-12-1998	Come ovipostura
	6	23	28	28-12-1998	30-12-1998	Come ovipostura
	7	20	27	20-1-1999	29-1-1999	Eclosión al 9° día
	8	21	23	21-2-1999	23-2-1999	Come ovipostura
	9	15	21	27-5-1999	9-6-1999	12 días incubación y muerte por accidente eléctrico

Tiempo de desarrollo larvario intracapsular

Desde el inicio de la fijación hasta la eclosión de las larvas la pared de las ovicápsulas se mantuvo incolora. En su interior ocurre el desarrollo temprano, a partir de huevos blancos y de forma esférica a ligeramente oval (Estado 1 y 2 de Osorio *et al.*, 1992). Los embriones tienen un color amarillo pálido. Estos se desarrollan hasta alcanzar el estado preveliger (Estado 3 de Osorio *et al.*, 1992) entre las 72 y 96 horas postovipostura, donde la larva ya presenta una protoconcha primaria. Posteriormente, entre las 96 a 120 horas postovipostura el color de las larvas intracapsulares se torna levemente café (Estado 4 de Osorio *et al.*, 1992), dando

lugar a la larva veliger, la cual posee una vuelta más pronunciada de la protoconcha. Al quinto y/o sexto día (120–144 horas postovipostura), el color de la larva se intensificó hasta hacerse café dorada, alcanzando el estado de veliger terminal (Estado 5 de Osorio *et al.*, 1992). En este estado la larva tiene mayor tamaño, la protoconcha es más enrollada y desarrolla una punta en la región cefálica.

El período de desarrollo intracapsular tuvo una duración de entre siete y 10 días, dependiendo de la temperatura del acuario. La liberación de las larvas ocurrió a los siete días con temperaturas entre

21,0° C a 26,0° C; ocho a nueve días con temperaturas inferiores (20,0° C a 23,7° C) y 10 días a 19° C. Una ovipostura que estaba a 21°C se trasladó al quinto día a una temperatura constante de 12°C, la eclosión se produjo a los 14 días (hembra 1 evento reproductivo número 7, Tabla 2).

Discusión

El desarrollo larvario intracapsular ocurrido durante este estudio fue similar a lo informado por Osorio *et al.* (1992). Sin embargo, en el presente estudio se detallan los tiempos de desarrollo en horas de cada una de las etapas larvarias (Tabla 3). También se muestra la relación entre la temperatura y eventos de oviposturas, corroborando lo observado en terreno durante la primavera y verano por Osorio *et al.* (1999).

La presencia de machos acompañando a las hembras antes de poner las ovicápsulas solo ha sido registrada en cypreidos; Ostergaard (1950) cita dos ejemplares adultos de *Erosaria helvola* (Linnaeus, 1758), uno de los cuales estaba posado sobre una masa de huevos depositado sobre las rocas.

Se ha observado que los cypreidos han desarrollado una fuerte capacidad de protección sobre sus huevos. Kay (1960) menciona en *M. caputserpentis* que la hembra gira continuamente sobre la masa de huevos, lo que constituye un comportamiento similar a lo observado en *M. caputdraconis*. Ostergaard (1950) también ha informado que en *Luria isabella* (Linnaeus, 1758) la hembra asume una actitud agresiva cuando es estresada, lo que en *M. caputdraconis* se manifiesta cuando come las ovicápsulas y abandonando el nido.

Tabla 3. Estados de desarrollo temprano y características larvales intracapsulares de *Monetaria caputdraconis*. Se entrega el tiempo en horas.

Table 3. Early stages of development and intracapsular larval characteristics of *Monetaria caputdraconis*. The time in hours are given.

Horas	Características	Estado según Osorio <i>et al.</i> (1992)
0 a 72	Color blanco, sin clivaje estados embrionarios primarios.	Estado 1. Huevos esféricos o ligeramente ovals. Tamaño promedio 106,0 µm. Estado 2. Preveliger, se observa la línea de la protoconcha.
72 a 96	Color amarillo claro, fase intermedia	Estado 3. Protoconcha globosa, ligeramente enrollada, tamaño promedio 119,0 µm.
96 a 120	Color levemente café	Estado 4. Protoconcha más enrollada, tamaño promedio 142,6 µm; dos manchas oculares presente, opérculo y pie más desarrollado.
120 a 144	Color café dorado, larva veliger terminal	Estado 5. Protoconcha completamente enrollada, con una punta en la concha sobre la región cefálica. Tamaño promedio 788,0 µm.

Se ha descrito para *M. caputserpentis* y *M. annulus* (Kay, 1960; Katoh, 1989) que una vez finalizada la incubación, o cuando se ha perturbado la incubación en *M. caputserpentis* y *Lyncina carneola* (Linnaeus, 1758) (Kay, 1960; Ostergaard, 1950), las hembras abandonan el nido. En *M. caputdraconis* la hembra luego de ser perturbada come los restos de las ovicápsulas antes de abandonar el nido.

El período de incubación de *M. caputdraconis* en el acuario fue entre siete a 10 días, semejante a lo descrito por Katoh (1989) en *M. annulus* (seis a nueve días). *Luria isabella* incuba durante 11 días mientras *Lyncina vitellus* (Linnaeus, 1758) demora 12 días. Las diferencias en los períodos de incubación parecen estar determinados por la temperatura, quedando de manifiesto con las ovicápsulas de *M. caputdraconis* que se mantuvieron a menor

temperatura (12°C), aumentando el tiempo de incubación a 14 días.

Dos hembras de *M. caputdraconis* tuvieron períodos de ovipostura tres y cuatro veces por año, lo que es menor a lo observado para *M. annulus*, especie que desova 7 a 10 veces durante el mismo período de tiempo en acuarios ubicados en el área de ocurrencia de la especie (Katoh, 1989). El presente estudio, por el contrario, se desarrolló en acuarios lejos del área de distribución de la especie, y sin el alimento que la especie utiliza en forma normal (Osorio *et al.*, 1993).

El mantenimiento de los ejemplares de *M. caputdraconis* en acuario en las condiciones de temperatura, alimentación y recambio de agua aquí establecidos fue suficiente para mantener los ejemplares en buenas condiciones, lo que se vio reflejado en los variados eventos reproductivos observados durante el período de estudio. Lo anterior adquiere relevancia a la hora de implementar estrategias de cultivo considerando que la especie ha sufrido una drástica disminución de sus poblaciones (Rivera, 2003).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Sra M. Bustos y A. Nazar por su colaboración en el trabajo experimental, a los Profs. Nivaldo Bahamonde y Laura Huaquín por las correcciones al manuscrito. A los dos evaluadores del manuscrito que ayudaron a mejorar el trabajo.

Referencias bibliográficas

- Katoh, M. 1989. Life history of the golden ring cowry *Cypraea annulus* (Mollusca Gastropoda) on Okinawa Island. *Japan Marine Biology* 101: 227-233.
- Kay, E.A. 1960. The functional morphology of *Cypraea caputserpentis* Linn. And interpretation of the relationships among the Cypraeacea. *International Review Hydrobiology* 45: 175-196.
- Meyer, C. 2003. Molecular systematics of cowries (Gastropoda: Cypraeidae) and diversification patterns in the tropics.

Biological Journal of the Linnean Society 79: 401-459.

- Meyer, C & G. Paulay. 2005. DNA barcoding: error rates based on comprehensive sampling. *Plos Biology* 3:e422.
- Osorio, C. 1989. La rádula de *Cypraea caputdraconis* Melvill, 1888 (Mollusca: Gastropoda) *Revista de Biología Marina* 24(2): 149-153.
- Osorio, C. & V. Cantuarias. 1989. Vertical distribution of mollusks on the rocky intertidal of Easter Island. *Pacific Science* 43: 302-315.
- Osorio, C., C. Gallardo & H. Atan. 1992. Egg mass and intracapsular development of *Cypraea caputdraconis* Melvill, 1888 from Easter Island (Gastropoda: Cypraeidae). *The Veliger* 35 (4): 316-322.
- Osorio, C., F. Jara & M.E. Ramirez. 1993. Diet of *Cypraea caputdraconis* (Mollusca Gastropoda) as it relates to food availability in Easter Island. *Pacific Science* 47: 34-42.
- Osorio C., D. Brown, L. Donoso & H. Atan. 1999. Aspects of the reproductive activity of *Cypraea caputdraconis* from Easter Island (Mollusca: Gastropoda: Cypraeidae). *Pacific Science* 53(1): 15-23.
- Ostergaard, J.M. 1950. Spawning and development of some Hawaiian marine gastropods. *Pacific Science* 4: 75-115.
- Rivera, N. 2003. Estado de situación del recurso *C. caputdraconis* (Mollusca: Cypraeidae) y su importancia para la etnia Rapanui. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Católica de Valparaíso.
- Wilson, B.R. 1985. Direct development in southern Australian cowries (Gastropoda: Cypraeidae). *Australian Journal Marine Freshwater Research* 36: 267-280.

Recibido: 23 de abril de 2014.

Aceptado: 29 de octubre de 2014.