

**Short Communication**

**Interacciones macho-hembra del pulpo rojo patagónico  
*Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) durante el  
comportamiento de apareamiento**

**Ranferi Gutiérrez<sup>1</sup>, Ana Farías<sup>2,3</sup>, Gabriel Yany<sup>4</sup> & Iker Uriarte<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Acuicultura, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Av. Brasil 2950, Valparaíso, Chile

<sup>2</sup>CIEN-Austral, Av. Los Pinos s/n, Balneario Pelluco, Puerto Montt, Chile

<sup>3</sup>Hatchery de Invertebrados Marinos, Universidad Austral de Chile, P.O. Box 1327  
Puerto Montt, Chile

<sup>4</sup>Escuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, P.O. Box 1020, Valparaíso, Chile

**RESUMEN.** Se evalúa, en condiciones de laboratorio, el comportamiento de apareamiento de ocho parejas de *Enteroctopus megalocyathus* mediante videograbaciones durante 24 h. El comportamiento precopulatorio (CP) se caracterizó por presentar tres eventos (natación, exhibición y contacto) y el comportamiento copulatorio (CC) se caracterizó por mostrar un solo evento (cópula). Del tiempo total de interacción de las parejas, el 34,4% correspondió al CP y el 65,6% correspondió al CC. Entre los tiempos de machos y hembras no hubo diferencias significativas por evento. Al compararse todos los eventos entre sí en relación al tiempo de duración, se presentó el siguiente orden: cópula > contacto ≥ exhibición ≥ natación. Se observó una tendencia a periodos de apareamiento más largos donde el peso de la hembra fue superior al macho, sugiriendo que el peso de la hembra es un factor determinante en la duración de los encuentros de apareamiento.

**Palabras clave:** *Enteroctopus megalocyathus*, pulpo rojo, comportamiento, etología, reproducción, Chile.

**Male-female interactions of Patagonian red octopus *Enteroctopus megalocyathus*  
(Cephalopoda: Octopodidae) during mating behavior**

**ABSTRACT.** The mating behavior of eight couples of *Enteroctopus megalocyathus* was evaluated under laboratory conditions by videotaping for 24 h. The precopulatory behavior (CP) was characterized by three patterns (swimming, exhibition and contact) and copulatory behavior (CC) was characterized by display of a single pattern (copulation). Of the total interaction time between octopuses, 34.4% corresponds to CP and 65.6% corresponds to CC. Between times of males and females were not significantly different by pattern. In all events, compared to each other for the duration, presented the following order: copulation > contact ≥ exhibition ≥ swimming. There was a trend towards longer periods of mating where the female weight was higher than the male, suggesting that female weight is a determining factor in the duration of mating encounters.

**Keywords:** *Enteroctopus megalocyathus*, red octopus, behavior, ethology, reproduction, Chile.

---

Corresponding author: Iker Uriarte (iuriarte@spm.uach.cl)

El pulpo rojo patagónico *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852), es un cefalópodo carnívoro que tiene una distribución geográfica en el extremo sur del continente sudamericano, en los océanos Atlántico y Pacífico, desde 42°S hasta el estrecho de Magallanes,

entre las latitudes 52°S y 54°S (Ibañez & Chong, 2008). El apareamiento es un tópico emergente en el estudio de la etología de los pulpos, en las especies hasta ahora estudiadas se han descrito marcadas diferencias en el comportamiento de apareamiento de

ambos sexos, con diferentes escalas conductuales de separación por edad, tamaño o proporción de individuos (Sims *et al.*, 2001). Por su parte, Aronson (1989) describe que el tiempo prolongado durante la cópula permite, en primera instancia, un estímulo a la cópula y, por otro lado, asegurar la inseminación de la hembra.

El apareamiento en cefalópodos ha sido analizado en el medio natural (Boletzky & Hanlon, 1983) así como en laboratorio (Wood *et al.*, 1998), y las especies descritas muestran comportamientos complejos entre macho y hembra durante el cortejo o precópula y en la cópula (Huffard *et al.*, 2008). Esta característica del comportamiento reproductivo tiene consecuencias a nivel individual, poblacional y a nivel de sistemas productivos. No se tiene conocimiento de investigaciones realizadas sobre el comportamiento reproductivo del pulpo patagónico, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar las interacciones macho-hembra de *E. megalocyathus* y determinar los tiempos de cortejo de las parejas durante el apareamiento.

Se capturaron 30 pulpos (21 machos y 9 hembras) de *E. megalocyathus* por buceo autónomo en la bahía Hueihue, Ancud, Chile (41°55'S, 73°31'W), en mayo de 2010 y se identificaron mediante la clave propuesta por Garri & Ré (2002). Los ejemplares se trasladaron en un estanque de 500 L con inyección de oxígeno hasta las instalaciones del Hatchery de Invertebrados Marinos de la Universidad Austral de Chile (HIM-UACH), en Puerto Montt (Chile), donde se mantuvieron en aclimatación en condiciones de laboratorio por 25 días. Cada estanque contenía una guarida por pulpo. Los pulpos fueron separados por sexo en ocho estanques de 674 L (1,75x1,1x0,35 m), los cuales estuvieron cerrados con malla plástica de 10x10 mm y cubiertos con una malla raschel negra para mantener oscuridad parcial en su interior (112 candelas/m<sup>2</sup>). El sistema se mantuvo con un flujo abierto de agua por estanque de 15 L min<sup>-1</sup>, el fotoperiodo mantuvo un régimen de 11 h luz: 13 h oscuridad, y la alimentación que se proporcionó fue a saciedad con trozos frescos de pejerrey marino (*Odontesthes* sp.) en una ración de 10% de peso pulpo/día, a partir de la segunda semana de aclimatación, en concordancia con Farías *et al.* (2010). El monitoreo diario en cada estanque de la temperatura y oxígeno disuelto se realizó con un equipo YSI Modelo 85-10 FT, la salinidad con un refractómetro portátil y el amonio total con un equipo HI-93733 (Hanna Instruments, Italy).

Para realizar las evaluaciones durante el cortejo de apareamiento se formaron ocho parejas de pulpos, seleccionando los individuos al azar del total de

especímenes disponibles. Cada pareja fue colocada por 24 h continuas en un estanque de apareamiento de 535 L (1,65x0,65x0,50 m), manteniendo el flujo abierto de agua en condiciones similares al tiempo de aclimatación, sin suministro de alimento. El estanque disponía de una tapa de vidrio de 3 mm de grosor a través del cual se realizaron las video-grabaciones y la sala de observaciones se mantuvo en oscuridad parcial durante las filmaciones (1,2 candelas/m<sup>2</sup>). Los diferentes comportamientos de apareamiento fueron fotografiados con cámara automática reflex Sony y filmados durante 24 h con una cámara Sharp de infrarrojos adaptada con una lente de 3,6 mm y un sensor de 1/4". La edición de los videos se realizó a 20 secuencias por segundo con el programa Vegas Pro 8.0, para contabilizar por cada pareja el tiempo de apareamiento en cada evento. Para diferenciar machos de hembras se utilizó la metodología de Rodrigues *et al.* (2009). Al final del tiempo de grabación de cada pareja, se registraron medidas de longitud total, longitud dorsal media del manto y peso húmedo, aplicando previamente el protocolo de bienestar animal para moluscos sugerido por Messenger *et al.* (1985), para reducir al máximo el estrés por efecto de la manipulación. Posteriormente, los pulpos fueron devueltos a los estanques y condiciones de aclimatación.

Las observaciones de laboratorio de las ocho parejas fueron categorizadas en cuatro eventos, de los cuales, tres se consideraron como comportamiento precopulatorio (natación, exhibición y contacto) y uno como comportamiento copulatorio (cópula), de acuerdo a los criterios de Huffard *et al.* (2008) y Rodrigues *et al.* (2009), definidos en la Tabla 1. La homogeneidad de varianza de los datos se verificó con la prueba de Bartlett y los tiempos de comportamiento de apareamiento de macho y hembra, por pareja y por sexo, fueron analizados mediante ANOVA paramétrico de una vía; en caso contrario, se utilizó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis (Sokal & Rolf, 1995). Los cálculos se realizaron con el programa Statistica.

El sistema experimental mantuvo valores promedio en la calidad del agua: temperatura 12 ± 1,4°C, salinidad 30 ± 0,5 g L<sup>-1</sup>, oxígeno disuelto 7,3 ± 0,9 mg L<sup>-1</sup>, y amonio total 0,2 ± 0,1 mg L<sup>-1</sup>, valores que se encuentran dentro de los rangos adecuados para el cultivo de la especie (Farías *et al.*, 2010).

Las ocho parejas evaluadas no presentaron diferencias en las variables de peso total húmedo (PTH), longitud total (LT) y longitud dorsal media del manto (LDM) al compararse entre sexos ( $P > 0,05$ ). El PTH de los machos presentó un promedio de 1,49 ±

**Tabla 1.** Caracterización utilizada para determinar el tiempo de actividad de *Enteroctopus megalocyathus* durante los eventos del comportamiento de apareamiento.

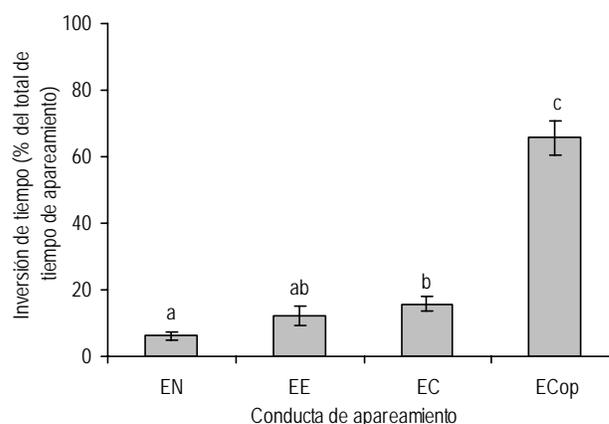
**Table 1.** Characterization used to determine the time of activity of *Enteroctopus megalocyathus* during the patterns of mating behavior.

Evento	Caracterización
Natación (EN)	Evento que consistió en el acercamiento por natación de un individuo hacia el otro en intervalos de tiempo $< 3$ s y $\geq 3$ s.
Exhibición (EE)	Evento que consistió en la extensión de los brazos y la membrana interbraquial (membrana ventral conectada a la base de los brazos) en forma de sombrilla, situándose generalmente uno por encima del otro, acompañado de cambios ocasionales en los patrones de coloración corporal.
Contacto (EC)	Evento que consistió en el toque con un brazo por intervalos de tiempo $\leq 4$ s, y en el contacto con uno o más brazos por intervalos de tiempo $> 5$ s y $< 60$ s.
Cópula (ECop)	Evento que consistió en la sujeción de la hembra por la región ventral media del manto y en la monta del macho sobre la hembra para realizar el proceso de inseminación con la inserción del hectocótilo en el manto de la hembra.

0,19 kg y las hembras  $1,40 \pm 0,17$  kg. La LT de los machos tuvo un promedio de  $69,1 \pm 6,1$  cm, y las hembras de  $58,8 \pm 21,9$  cm. La LDM de los machos registró un promedio de  $13,4 \pm 1,8$  cm y las hembras de  $14,1 \pm 3,9$  cm.

El tiempo total acumulado por las ocho parejas en los cuatro eventos del comportamiento de apareamiento fue de 27 h, el 34,4% correspondió al comportamiento precopulatorio (CP) y el 65,6% al comportamiento copulatorio (CC). A su vez, se presentaron diferencias entre los tiempos que registró cada uno de los eventos antes mencionados ( $P = 0,00001$ ), presentándose el siguiente orden entre los eventos: cópula (ECop)  $>$  contacto (EC)  $\geq$  exhibición (EE)  $\geq$  natación (EN) (Fig. 1). En promedio, una pareja invirtió  $1,8 \pm 0,9$  h en los eventos del comportamiento de apareamiento y no se presentaron diferencias entre machos y hembras al analizarse los tiempos de cada evento por separado ( $P > 0,05$ ). El tiempo total de apareamiento de las hembras se relacionó logarítmicamente con su peso, pero no se observó una relación significativa del tiempo total de apareamiento de los machos con su peso (Fig. 2).

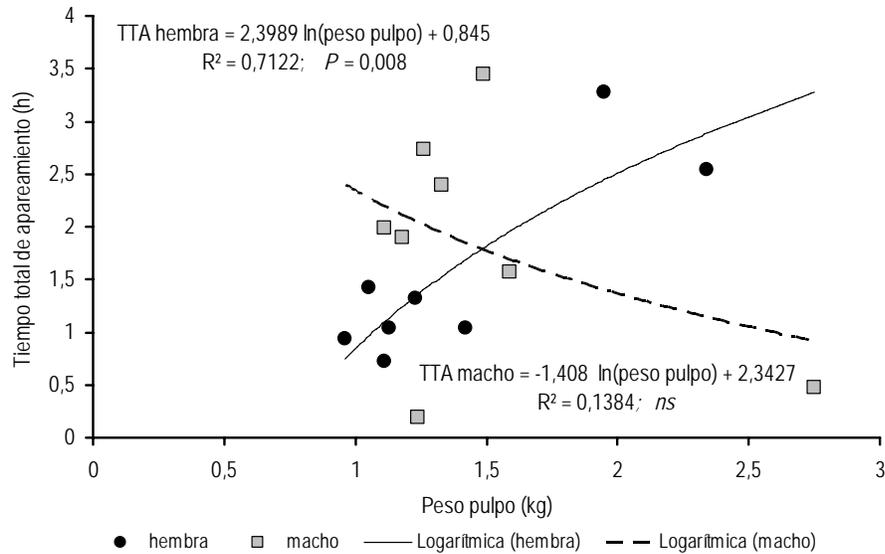
El CP de *E. megalocyathus* se inició con el acercamiento por natación sin contacto físico, esto indica que, para esta especie, es importante el cortejo como mecanismo en la elección de la pareja (Krebs & Davies, 1993). El CP se ha reportado en otros octópodos como *Abdopus aculeatus*, donde los pulpos muestran una interacción de reconocimiento a nivel de especie y de sexo durante el inicio del cortejo (Huffart *et al.*, 2008). Observaciones similares se han descrito en los calamares como *Sepioteuthis lessoniana* y *S. australis* (Boal & Gonzalez, 1998; Jantzen &



**Figura 1.** Porcentajes de tiempo invertidos por las parejas de *Enteroctopus megalocyathus* en los eventos: natación (EN), exhibición (EE), contacto (EC) y cópula (ECop). Valores promedio de ocho parejas  $\pm$  su desviación estándar. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

**Figure 1.** Percentages of time invested by the couples of *Enteroctopus megalocyathus* in patterns: swimming (EN), exhibition (EE), contact (EC) and copulation (ECop). Mean values of eight couple's  $\pm$  standard deviation. Different letters above bars indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

Havenhand, 2003). El tiempo total de las ocho parejas durante el CP y CC, no presentó diferencias entre sexos, y la evidencia de los videos mostró que ambos individuos interactuaron en forma simultánea para llamar la atención el uno del otro, para iniciar el cortejo y la cópula.



**Figura 2.** Regresión logarítmica entre el tiempo total de apareamiento de las parejas (TTA) y el peso de los ejemplares.

**Figure 2.** Logarithmic regression between the total mating time of couples (TTA) and octopus weight.

El CC obtuvo el mayor tiempo de apareamiento y ambos sexos invirtieron tiempos similares en intentos iniciados por uno u otro individuo. El tiempo de registro promedio del CC de las 8 parejas de *Enteroctopus megalocyathus* ( $75 \pm 19$  min) puede ser comparable con el tiempo registrado en la misma actividad con otras especies de pulpos como *Octopus briareus* ( $55 \pm 25$  min) e inclusive con el tiempo registrado por el calamar *Euprymna scolopes* ( $52,5 \pm 27,5$  min). De acuerdo con esto, el tiempo prolongado en estas especies permitiría, en primera instancia, potenciar la inseminación de la hembra ya que el macho realiza la transferencia de los espermatozoides en posición de monta, sujetando a la hembra con los brazos, y en segunda instancia permitiría exhibir el máximo potencial reproductivo de ambos individuos por medio de señales físicas y químicas (Moynihan, 1983; Singley, 1983; Aronson, 1989).

El peso corporal o la disparidad en el tamaño entre la pareja, es un factor determinante en la duración de los encuentros de apareamiento (Taylor & Elwood, 2003). Los machos y hembras de *E. megalocyathus* mostraron tendencias diferentes respecto al tamaño en cada pareja, así las hembras aumentaron logarítmicamente el tiempo total de apareamiento en relación a su peso. Estos resultados sugieren que el peso y la talla no pueden asociarse de manera simple con los eventos de la conducta de apareamiento en esta especie, como ha sido observado para otras especies (Marden & Rollins, 1994). También sugiere que machos y hembras podrían interaccionar con poblaciones oportunistas e infrecuentes como lo

sugieren Hanlon & Messenger (1996), pero que el grado de éxito podría depender de condicionantes diferentes para machos y hembras. No se conocen los mecanismos por los cuales *E. megalocyathus* realiza la elección de pareja. Sin embargo, estudiar como la experiencia o la madurez de cada individuo influye, o como el tiempo invertido en estas actividades determinan el grado de éxito del apareamiento, son aspectos que deben ser considerados a futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con los siguientes apoyos financieros: Beca CONICYT Realización Tesis de Doctorado 2010-2011 No. 24100204, Beca Predoctoral Pontificia Universidad Católica de Valparaíso 2010, Beca de Investigadores en Formación suscrita por el Centro de Investigación y Desarrollo (CIEN-AUSTRAL) CONICYT REGIONAL R10C1002 (2008-2010), proyectos FONDECYT 1070800 y FONDEF D0411401. Los autores agradecen la participación de Miguel Herrera del HIM-UACH durante el experimento, y al Dr. Carlos Rosas Vázquez de la UMDI-Sisal UNAM por las sugerencias al manuscrito.

## REFERENCIAS

- Aronson, R.B. 1989. The ecology of *Octopus briareus* Robson in a Bahamian saltwater lake. *Am. Malacol. Bull.*, 7(1): 47-56.

- Boal, J.G. & S.A. Gonzalez. 1998. Social behaviour of individual oval squids (Cephalopoda, Teuthoidea, Loliginidae, *Sepioteuthis lessoniana*) within a captive school. *Ethology*, 104: 161-178.
- Boletzky, S. & R.T. Hanlon. 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod mollusks. *Mem. Nat. Mus. Victoria*, 44: 147-187.
- Farías, A., J.C. Navarro, V. Cerna, S. Pino & I. Uriarte. 2010. Efecto de la dieta de los reproductores sobre la fecundidad y composición bioquímica de los huevos del pulpo rojo patagónico (*Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852). *Cienc. Mar.*, 37(1): 11-21.
- Garri, R. & M. Ré. 2002. Morfología del aparato digestivo de *Enteroctopus megalocyathus* y *Loligo sanpaulensis* (Mollusca, Cephalopoda). *Iheringia Sér. Zool.*, 92(2): 81-91.
- Gould, A.A. 1852. Reports of the United States Exploring Expedition. Vol. I. Mollusca and shells. United States Exploring Expedition 1838-1842 under the Command of C. Wilkes, 12: 510 pp.
- Hanlon, R.T. & J.B. Messenger. 1996. Cephalopod behavior. Cambridge University Press, Cambridge, 232 pp.
- Huffard, C.L., R.L. Caldwell & F. Barnis. 2008. Mating behavior of *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny 1834) (Cephalopoda: Octopodidae) in the wild. *Mar. Biol.*, 154: 353-362.
- Ibañez, C. & J. Chong. 2008. Feeding ecology of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) in south Chile. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 88: 793-798.
- Jantzen, T.M. & J.N. Havenhand. 2003. Reproductive behavior in the squid *Sepioteuthis australis* from south Australia: interactions on the spawning grounds. *Biol. Bull.*, 204: 305-317.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1993. An introduction to behavioural ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 420 pp.
- Marden, J.H. & R.A. Rollins. 1994. Assessment of energy reserves by damselflies engaged in aerial contests for mating territories. *Anim. Behav.*, 48: 1023-1030.
- Messenger, J.B., M. Nixon & K.P. Ryan. 1985. Magnesium chloride as an anaesthetic for cephalopods. *Comp. Biochem. Physiol. Part C: Comp. Pharmacol.*, 82: 203-205.
- Moynihan, M. 1983. Notes on the behavior of *Euprymna scolopes* (Cephalopoda: Sepiolidae). *Behaviour*, 85: 42-57.
- Rodrigues, M., M.E. Garcia, A. Guerra & J.S. Troncoso. 2009. Mating behavior of the atlantic bobtail squid *Sepiola atlantica* (Cephalopoda: Sepiolidae). *Vie et Milieu*, 59(3-4): 271-275.
- Sims, D.W., J.P. Nash & D. Morritt. 2001. Movements and activity of male and female dogfish in a tidal sea lough: alternative behavioural strategies and apparent sexual segregation. *Mar. Biol.*, 139: 1165-1175.
- Singley, C.T. 1983. *Euprymna scolopes*. In: P.R. Boyle (ed.). Cephalopod life cycles. Academic Press, London, pp. 69-74.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman, New York, 887 pp.
- Taylor, P.W. & R.W. Elwood. 2003. The mismeasure of animal contests. *Anim. Behav.*, 65: 1195-1202.
- Wood, J.B., E. Kenchington & R.K. O'Dor. 1998. Reproduction and embryonic development time of *Bathypolypus arcticus*, a deep-sea octopod (Cephalopoda: Octopoda). *Malacologia*, 39: 11-19.

Received: 23 February 2011; Accepted: 5 April 2012