

CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTADIOS DEL CICLO DE MUDA DEL PSEUDO- CANGREJO DULCEACUÍCOLA *Aegla uruguayana* SCHMITT, 1942 (DECAPODA, ANOMURA)

VALERIA PAOLA DIAWOL y PABLO AGUSTÍN COLLINS

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET), Ciudad Universitaria,

Pje. El Pozo s/n, 3000, Santa Fe, Argentina.

E-mail: valeradiawol@hotmail.com

RESUMEN

En los decápodos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos. Este hecho implica la eliminación del antiguo exoesqueleto una vez formado debajo el nuevo tegumento. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los estadios del ciclo de muda de *Aegla uruguayana* mediante observación de la setogénesis. Para esto, se utilizaron ejemplares de diferentes tallas recolectados del arroyo Las Pencas, provincia de Entre Ríos, que fueron mantenidos en laboratorio bajo condiciones controladas durante la experiencia. El estudio se llevó a cabo mediante un seguimiento fotográfico de los cambios en las sedas de los urópodos que indican las etapas del ciclo de muda. El tiempo medio del ciclo completo fue de $31,33 \pm 11,72$ días y $40,42 \pm 12,89$ días para organismos con un largo de cefalotórax de $7,19 \pm 0,44$ mm y $11,06 \pm 2,54$ mm. Se pudieron reconocer, caracterizar y determinar la duración relativa de los estadios de postmuda (A y B), intermuda (C), premuda (D) y algunos subestadios. La secuencia de setogénesis observada para *A. uruguayana* concuerda básicamente con las descriptas para otros crustáceos decápodos.

Palabras clave:

Aegla uruguayana, setogénesis, ciclo de muda.

**CHARACTERIZATION OF
MOLT STAGES IN PSEUDO-CRAB
FRESHWATER *Aegla uruguayana*
SCHMITT, 1942
(DECAPODA, ANOMURA)**

VALERIA PAOLA DIAWOL & PABLO AGUSTÍN COLLINS

Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET), Ciudad Universitaria,

Pje. El Pozo s/n, 3000, Santa Fe, Argentina.

E-mail: valeriadawol@hotmail.com

ABSTRACT

In decapods, growth is observed as a discontinuous process that occurs by jumps. This implies the removal of the old exoskeleton once the new tegument is formed underneath. The aim of this study was to characterize the molting stages of *Aegla uruguayana* by observation of the setal development. To this purpose, specimens of different sizes were collected from Las Pencas Stream, province of Entre Rios, kept in the laboratory under controlled conditions for the experience, and examined. The study was carried out through the photographic monitoring of changes in the silks of the uropods, showing the molt cycle stages. The mean of the entire cycle was 31.33 ± 11.72 days and 40.42 ± 12.89 days for organisms with a cephalothorax length of 7.19 ± 0.44 mm and 11.06 ± 2.54 mm. It was possible to recognize, characterize and determine the relative duration of the stages of postmolt (A and B), intermolt (C), premolt (D) and some substages. Seta development sequence observed for *A. Uruguayana* is basically consistent with those described for other decapod crustaceans.

Key words:

Aegla uruguayana, setagenesis, molt cycle.

INTRODUCCIÓN

La vida de los crustáceos incluyendo su morfología, fisiología y comportamiento se organiza alrededor y en función del ciclo de muda (Vega–Villasante *et al.*, 2000; Almeida Neto & Freire, 2007; Alvarez *et al.*, 2009). En los decápodos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo (Vega–Villasante *et al.*, 2000; Luppi *et al.*, 2004), debido a que el antiguo exoesqueleto (exuvia) se elimina en cada proceso de muda (ecdisis) dejando expuesto un nuevo tegumento (Petriella & Boschi, 1997). Este fenómeno es cíclico y está regulado por gran número de factores exógenos y endógenos (Collins & Petriella, 1999; Renzulli & Collins, 2000; Boss *et al.*, 2006; Álvarez *et al.*, 2009). Una de las metodologías utilizadas en el conocimiento de los diferentes estados del ciclo de muda en crustáceos ha sido descripta por Drach (1939–1944), mediante la observación de las sedas de los pleópodos en Braquiuros y Natantia. Siguiendo esta nomenclatura, Drach & Tchernigovtzeff (1967) hacen una revisión determinando y definiendo dichos estados en especies muy calcificadas (reptantia) y en otras poco calcificadas (nantantia). Debido a los profundos cambios metabólicos asociados a cada estadio, Petriella & Boschi (1997) consideran esencial la caracterización del ciclo muda como paso previo al estudio del crecimiento, como también otros aspectos.

Entre los decápodos que habitan los ambientes acuáticos continentales se encuentra la familia Aegliidae Dana, 1952. Estos crustáceos son particulares ecológicamente, por ser la única familia de anomuros dulceacuícolas, biogeográficamente por ser endémicos de sitios tropicales, templados y fríos de Sudamérica y, morfológicamente, porque poseen caracteres particulares en las branquias (Martin & Abele, 1986) y en el cefalotórax, siendo este último muy calcificado con urópodos transparentes. El único género de la familia, *Aegla* incluye aproximadamente 70 especies (Martín & Abele, 1986; Pérez–Losa *et al.*, 2004; Bond–Buckup *et al.*, 2008, 2010), estas están presentes en una gran variedad de ambientes (Bond–Buckup, 2003; Almerão *et al.*, 2009). Su distribución geográfica abarca Bolivia, Paraguay, Chile, Brasil, Uruguay y Argentina (Schmitt, 1942; Lopretto, 1978; Bond–Buckup, 1994). En nuestro país, se hallan aproximadamente 17 especies, la mayoría de ellas endémicas, mientras que sólo algunas presentan una distribución más amplia. Dentro de estas últimas, se encuentra *Aegla uruguayana* Schmitt 1942.

Hasta el momento no se han realizado estudios sobre el ciclo de muda en Aéglicos en general. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar los diferentes estadios del ciclo de muda mediante la observación de la setogénesis en la especie más ampliamente distribuida, *A. uruguayana*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevo a cabo con 22 ejemplares de *A. uruguayana* (largo de cefalotórax entre 6,9 mm y 14,5 mm) recolectados en el arroyo Las Pencas (32°17' 23.8"S, 60°26'30.53" O) provincia de Entre Ríos (Argentina). Los organismos fueron colocados en recipientes de plástico, con agua del arroyo y trasladados vivos al Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL). Estos fueron colocados en un acuario y aclimatados en laboratorio durante un período de 5 días bajo condiciones controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) y luz (fotoperíodo de 12hs-12hs Luz-Oscuridad). Luego de este tiempo se los separó y colocó en recipientes individuales. Diariamente se realizó el control de los organismos, se los alimentó (Collins & Petriella, 1996) y limpió. Al ejemplar mudado se le seccionó el extremo distal del urópodo a tiempos diferentes con una tijera quirúrgica (Vega-Villasante *et al.*, 2006), a fin de determinar la morfología de las sedas en cada uno de ellos. La cantidad de observaciones en cada organismo estuvo limitada por el número de urópodos que podían ser seccionados, antes de la ecdisis siguiente. A la sección del urópodo se la montó con glicerina en un portaobjeto y se observó bajo microscopio estereoscópico a un aumento de 100x, y luego fue fotografiada con una cámara MOTIC®. Con las imágenes digitales obtenidas se elaboró una colección fotográfica de referencia de cada estadio, junto con la descripción de los caracteres observados, realizándose a partir de la caracterización de Drach (1939, 1944) y Drach & Tchernigovtzeff (1967). La duración de cada estadio del ciclo fue registrada.

RESULTADOS

En el ensayo se registró una mortalidad del 9 % durante toda la experiencia. El tiempo medio del ciclo de muda bajo condiciones de laboratorio fue de $31,33 \pm 11,72$ días en organismos con un largo de cefalotórax de $7,19 \pm 0,44$ mm y de $40,42 \pm 12,89$ días en ejemplares con $11,07 \pm 2,54$ mm de largo de cefalotórax. La duración relativa de los estadios fue: postmuda (A y B) 5–6 %, intermuda (C) 81–82,5 % y premuda (estadio D y subestadios) 12,5–13 %. La variación del grado de retracción de la endodermis (apólisis), la formación de las nuevas sedas, conos, canales y la rigidez del caparazón, fueron los caracteres más destacados de cada estadio, los cuales se indican a continuación:

A (postmuda) (Fig. 1a): Comienza inmediatamente después de que el animal ha finalizado la ecdisis. El exoesqueleto se presenta blando, descalcificado. El exoesqueleto es transparente (E), con poca pigmentación. Las sedas (S) se observan bien desarrolladas en varias filas, muy flexibles y delgadas, con bases limpias, sin invaginaciones y ausencia de conos.

B (postmuda) (Fig. 1b): Se caracteriza por un continuo y rápido endurecimiento del exoesqueleto, éste presenta un aspecto granulado. La pigmentación aumenta. Las se-

das (S) se observan más firmes y se inicia la formación de septos internos (Sp) en la base de cada una de las sedas.

C (intermuda) (Fig. 1c): Es el estado de reposo setogénico entre el periodo de postmuda de una exuviación y el de premuda de la siguiente. El proceso de calcificación del exoesqueleto se completa, observándose además invaginaciones (I) de la exocutícula en la base de las sedas. Los conos (C) se han desarrollado por completo. La exocutícula (E) del urópodo se observa uniforme.

D0 (premuda) (Fig. 1d): Inicio de retracción interna endocutícula (Re), presentando en ésta un borde uniforme, aún no se observa la nueva cutícula, sin cambios apreciables en las sedas (S).

D1 (Fig. 1e): Continúa la retracción de la endocutícula (Re), con formación de canales (Ca).

D2 (Fig. 1f): Se observan grandes espacios vacíos entre el viejo y nuevo exoesqueleto (En), la exocutícula presenta el borde ondulado. Se pueden apreciar las nuevas sedas (Sn).

D3 (Fig. 1g): El espacio entre la nueva y vieja cutícula es mayor, la exocutícula presenta el borde muy ondulado (apariencia dentada) (Re), se observan las nuevas sedas (Sn) completamente formadas.

E (ecdisis): En este estadio ocurre la ecdisis o exuviación. Puede definirse como un fenómeno morfológico y fisiológico mediante el cual, y por medio de movimientos precisos y continuados, el animal se desprende de la vieja cutícula, dejando la nueva al descubierto. Luego del desprendimiento del viejo exoesqueleto los animales por lo general no se alimentaron.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A lo largo de la historia, diferentes autores enfocaron sus estudios al reconocimiento de los estadios del ciclo de muda (Davis *et al.*, 2005), describiendo varias técnicas aplicadas en diferentes crustáceos (Peebles, 1977; Perry *et al.*, 1982; Freeman & Perry, 1985; Elorza & Dupré, 1996). Estas etapas podrían ser caracterizadas por una serie de variaciones morfológicas, fisiológicas y biológicas (Elorza & Dupré, 1996). Sin embargo, la más fácil y rápida de reconocer y evaluar son aquellas que provocan los cambios morfológicos en las sedas presentes en el exoesqueleto. Dentro del ciclo de muda de *A. uruguayana* se reconocieron y caracterizaron los estadios A, B, C, D y E y subestadios. La secuencia de setogénesis observada concuerda básicamente con las descritas en otros crustáceos decápodos (Sardá, 1983; Chan *et al.*, 1988; Promwikorn, 2004). En el presente estudio se ha utilizado el urópodo en la determinación de los estadios de la muda debido a que la cutícula es relativamente delgada y facilita la observación del desarrollo de las sedas. Sin embargo, en el caso de los organismos de menores tallas, la extracción del extremo

distal del urópodo resultó difícil por el pequeño tamaño. Por lo que en posteriores estudios se debería optimizar la técnica a fin de corregir este aspecto. En los ejemplares de mayor talla la metodología aplicada causó un mínimo estrés permitiendo que el animal seccionado pueda continuar con una vida normal (Smith & Dall, 1985; Robertson *et al.*, 1987; Chan *et al.*, 1988). En relación a la duración de los estadios, los resultados obtenidos coinciden con lo hallado en otros crustáceos (Elorza & Dupré, 1996; Alvarez *et al.*, 2009; Yamasaki–Granados *et al.*, 2012) donde el periodo de intermuda fue el estadio de mayor duración y la postmuda el estadio de menor duración. Contrariamente, Molina *et al.*, (2000) observaron en el camarón *Penaeus vannamei* que la premuda es el estadio de mayor duración (50 %). Respecto de la duración total en días del ciclo de muda, los resultados observados coinciden con lo que sucede en otras especies de crustáceos como *Trichodactylus borellianus* (Renzulli & Collins, 2000), *Callinectes arcuatus* (Vega–Villasante *et al.*, 2006) *Macrobrachium tenellum* (Yamasaki–Granados *et al.*, 2012), donde se observó que los organismos de menor talla alcanzaron la ecdisis en un tiempo menor que las tallas más grandes. Los resultados antes enumerados ponen de manifiesto la gran variabilidad existente entre diferentes especies y tamaños, en lo que respecta a duración de cada estadio y del ciclo completo de muda.

Debido al momento del día en que fueron encontradas la mayoría de las mudas, se podría pensar que la ecdisis en *A. uruguayana* ocurre durante la noche o a la madrugada. Esta observación coincide con lo señalado para otras especies: *M. australiensis* (Lee & Fielder, 1983); *Artemesia longinaris* (Petriella, 1986); *Pleoticus muelleri* (Díaz & Petriella, 1988). Resulta importante destacar, que existe una probabilidad de que el ciclo de muda en ejemplares de *A. uruguayana* silvestres de similares tallas sea cercano al registrado, más no exacto debido a que el ensayo se realizó bajo condiciones de laboratorio.

El presente estudio constituye una primera herramienta para la identificación del estadio en que se encuentra el pseudo–cangrejo bajo estudio, buscando predecir en forma aproximada la próxima ecdisis y la duración promedio en días del ciclo de muda completo. Los resultados arribados pueden servir como criterios estándares en próximos experimentos, tales como: análisis del efecto de las enfermedades, tóxicos o influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de las sedas, duración de cada estadio o duración del proceso de muda, entre otros.

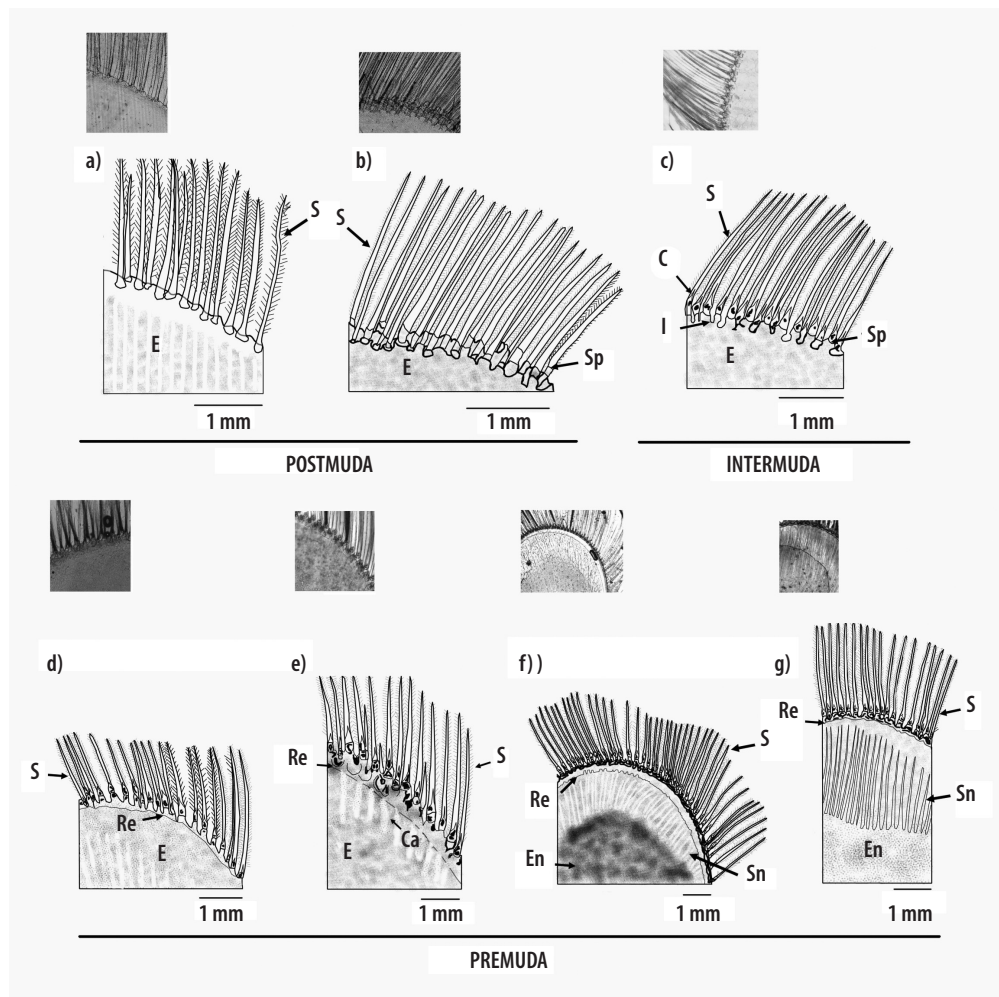


Figura 1. Fotos digitales y esquemas de urópodos de *Aegla uruguayana* mostrando la setogénesis durante el ciclo de muda. S= sedas, E= exocutícula, C= conos en las sedas, I= invaginaciones, Re= retracción de la endocutícula, Ca= canales, Sn= nuevas sedas, En= nueva exocutícula, Sp= septos.

Recibido | Received: 01 de abril de 2012

Aceptado | Accepted: 18 de junio de 2012

REFERENCIAS

- Almeida Neto, M.E & A.G. Freire.** 2007. Avaliação de consumo alimentar e textura do exoesqueleto do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: penaeidae) em cultivo comercial, durante o ciclo de muda. *B. Inst. Pesca* 33 (2): 147–156.
- Almerão, M., G. Bond–Buckup & M.S. Mendonça.** 2009. Mating behavior of *Aegla platensis* (Crustacea, Anomura, Aeglidae) under laboratory conditions. *J. Ethol.* 28: 87–94.
- Alvarez, J., C. Véliz & J. Meruane.** 2009. Estados del ciclo de muda de la jaiba nadadora *Ovalipes trimaculatus* (de Haan, 1833) basados en observaciones de la morfología externa. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44 (1): 217–225.
- Bond–Buckup, G.** 2003. Família Aeglidae (21–116). En: GAS Melo (ed.), Manual de identificação dos Crustácea Decapoda de água doce do Brasil. *Edições Loyola.* São Paulo. 429 pp.
- Bond–Buckup, G. & L. Buckup.** 1994. A familia Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arq. Zool. Est.* 32 (4): 159–346.
- Bond–Buckup, G., C.G. Jara, M. Pérez–Losada, L. Buckup & K.A. Crandall.** 2008. Global diversity of crabs (Aeglidae: Anomura: Decapoda). *Hydrobiologia* 595 (1): 267–273.
- Bond–Buckup, G., C.G. Jara, L. Buckup, A. Bueno, M. Pérez–Losada & K.A. Crandall.** 2010. Description of a new species of Aeglidae, and new records of related species from river basins in Argentina (Crustacea, Anomura). *Zootaxa* 2343: 18–30.
- Boss, H.J., D. Silva–castiglioni, K. Schacht, L. Buckup & G. Bond–Buckup.** 2006. Crescimento de *Aegla jarai* Bond–Buckup y Buckup (Crustacea, Anomura, Aeglidae). *Rev. Bras. Zool.* 23 (2): 490–496.
- Chan, S., S.M. Rankin & L.L. Keeley.** 1988. Characterization of the molt stages in *Penaeus vannamei*: Setogenesis and hemolymph levels of total protein, ecdysteroids, and glucose. *Biol. Bull.* 175: 185–192.
- Collins, P.A. & A. Petriella.** 1996. Crecimiento y supervivencia del camarón *Macrobrachium borellii* (Decapoda: Palaemonidae) alimentado con dietas artificiales. *Neotropica* 42 (107 y 108): 3–8.
- Collins, P.A. & A. Petriella.** 1999. Growth Pattern of isolated prawns of *Macrobrachium borellii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Invertebr. Repr. Dev.* 36: 1–3.
- Davis, J.L.D., M.G. Eckert–Mills, A.C. Young–Williams, A.H. Hines & Y. Zohar.** 2005. Morphological conditioning of a hatcheryraised invertebrate, *Callinectes sapidus*, to improve field survivorship after release. *Aquaculture* 243: 147–58.
- Díaz, A.C. & A.M. Petriella.** 1988. Estudio del crecimiento del langostino *Pleoticus muelleri*. *Rev. Lat. Acuic.* 35: 612.
- Drach, P.** 1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. *Ann. Inst. Oceanogr.* 19: 103–391.
- Drach, P.** 1944. Etude préliminaire sur le cycle d'intermue et son conditionnement hormonal chez *Leander serratus* (Pennant). *Bull. Biol. France et Belgique.* 78: 40–62.
- Drach, P. & C. Tchernigovtzeff.** 1967. Sur la méthode de la détermination des stades d'intermue et son application générale aux Crustacés. *Vie et Milieu.* 18: 595–610.
- Elorza, A. & E. Dupré.** 1996. Determinación de los estados del ciclo de muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* Milne Edwards, 1837). *Invest. Mar.* 24: 67–76.
- Freeman, J.A. & H.M. Perry.** 1985. The crustacean molt cycle and hormonal regulation: Its importance in soft shell blue crab production. En: HM Perry & RF Malone (eds). Proceedings of the national symposium on the soft–shelled blue crab fishery. *Biloxi, Mississippi*, 12 pp.
- Lee, C.L. & D.R. Fielder.** 1983. Postlarval growth of the freshwater prawn, *Macrobrachium australiense* Holthuis, 1950. (Crustacea, Palaemonidae). *Aquaculture* 30: 63–70.

- Lopretto, E.C.** 1978. Estructura exoesqueletaria y miológica del quinto par de pereiópodos del macho de la familia aeglidae (Crustacea, Anomura). *Limnobiology* 1(8): 284–298.
- Luppi, T.A., E.D. Spivak, C.C. Bas & K. Anger.** 2004. Molt and growth of an estuarine crab, *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Varunidae), in Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. *J. Appl. Ichthyol.* 20: 333–44.
- Martin, J.W. & L.G. Abele.** 1986. Phylogenetic relationships of the genus *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae), with comments on anomuran phylogeny. *J. Crust Biol.* 6: 575–616.
- Molina, C., E. Cadena & F. Orellana.** (2000). Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. En: L.E. Cruz–Suárez, D. Ricque–Marie, M. Tapia–Salazar, M.A. Olvera–Novoa & R. Civera–Cerecedo (eds.), *Avances en Nutrición Acuicola V. Universidad Autónoma de Nuevo León, Mérida*, 380 pp.
- Peebles, J.B.** 1977. A rapid technique for molt staging in live *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 12: 179–180.
- Pérez–Losada, M., G. Bond–Buckup, C.G. Jara & K.A. Crandall.** 2004. Molecular systematics and biogeography of the southern South American freshwater “crabs” *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. *Syst. Biol.* 53: 767–780.
- Perry, H.M., J.T. Ogle & L. Nicholson.** 1982. The fishery for soft crabs with emphasis on the development of a closed recirculating seawater system for shedding crabs. En: HM Perry & WA van Engel (eds). *Proceedings of the blue crab Colloquium. Biloxi, Mississippi*, 7: 137–152.
- Petriella, A.M.** 1986. Estudio sobre la fisiología de la muda del camarón *Artemesia longinaris* Bate. II. Crecimiento y frecuencia de muda. *Rev. Lat. Acui.* 29: 11–21.
- Petriella, A.M. & E.E. Boschi.** 1997. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Invest. Mar.* 25: 135–157.
- Promwikorn, W., P. Kirirat & P. Thaweethamseewee.** 2004. Index of molt staging in the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26 (5): 765–772.
- Renzulli, P. & P.A. Collins.** 2000. Influencia de la temperatura en el crecimiento del cangrejo *Trichodactylus borellianus*. *FABICIB.* 4: 129–136.
- Robertson, L., W. Bray, J.L. Trujillo & A. Lawrence.** 1987. Practical molt staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris*. *J. World Aquac. Soc.* 18 (3): 180–185.
- Sardá, F.** 1983. Determinación de los estados de intermuda en *Nephrops norvegicus* (L), mediante la observación de los pleópodos. *Inv. Pesq.* 47 (1): 95–112.
- Schmitt, W.L.** 1942. The species of *Aegla*, endemic South American fresh–water crustaceans. *Proceedings of the United States National Museum* 91: 431–520.
- Smith, D.M. & W. Dall.** 1985. Moulting staging the tiger prawn *Penaeus esculentus*. En: PC Rothlisberg, BJ Hill & DJ Staples (eds). *Second Australian National Seminar. Cleveland, Australia*, 95 pp.
- Vega–Villasante, F., H. Nolasco–Soria, R. Civera–Cerecedo, R. González–Valdés & M. Oliva–Suárez.** 2000. Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: El manejo de la muda. En: L.E. Cruz–Suárez, D. Ricque–Marie, M. Tapia–Salazar, M.A. Olvera–Novoa & R. Civera–Cerecedo (eds.). *Avances en Nutrición Acuicola IV*, 320 pp.
- Vega–Villasante, F., E. Cortés–Jacinto, M. García–Guerrero & A. Cupul–Magaña.** 2006. Contribución al estudio de la muda y crecimiento de *Callinectes arcuatus* en Baja California Sur (México), como base para la producción de Jaiba Suave. *Civa* 414–521.
- Yamasaki–Granados, S., M. Ruíz–Fregozo, F. Vega–Villasante, L. D. Espinosa–Chaurand, E. Cortés–Jacinto & M. García–Guerrero.** 2012. Contributions to the biology of molting and growth of the longarm river prawn *Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) in Mexico. *Arch. Biol. Sci.* 64 (2): 651–658.