

Nota científica

Fecundidad del camarón de río *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) en el río Palizada, Campeche, México

José Luis Cruz-Sánchez*✉, Armando Toyokazu Wakida-Kusunoki*,
Martha Alicia Perera-García** y Roberto Brito-Pérez***

Se estimaron la fecundidad y la madurez sexual de hembras ovígeras del camarón de río *Macrobrachium acanthurus* en el río Palizada, mediante el método del análisis volumétrico con alícuotas de 5 ml. Se determinó el número de huevos por organismo, para lo cual se colectaron 30 hembras ovígeras de entre 40 y 112 mm de longitud total. Se obtuvieron entre 1 870 y 16 453 huevos con un promedio de 7 206 huevos por organismo. Se encontró una relación directa entre el volumen de los huevos y los subestadios de desarrollo y el peso de las hembras ($F = 6.47$, $p = 0.01$). En el caso de la relación peso-número de huevos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) a excepción del estadio III ($p < 0.006$). Al comparar el volumen de los huevos en distintos subestadios de desarrollo, los resultados del análisis muestran diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$) y la prueba de comparación de medias mostró un contraste significativo en el incremento del volumen de los huevos según avanza la madurez ($F = 907.71$, $p = 0.01$).
Palabras clave: Reproducción, madurez sexual, langostino, ovígeras

Fecundity of freshwater shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) in Palizada River, Campeche, México

The fecundity and sexual maturity of ovigerous females of river shrimp *Macrobrachium acanthurus* in Palizada River was estimated. Volumetric analysis method was used with aliquots of 5 ml. Total number of eggs per organism was determined, for which 30 ovigerous females between 40 and 112 mm of total length were selected. The number of eggs per organism was between 1 870 and 16 453 with an average of 7 206. A positive relationship was found between egg volume and developmental sub-stages and females' weight ($F = 6.47$, $p = 0.01$). In the case of weight-number of eggs relationship there was no significant difference ($p > 0.05$) except stage III ($p < 0.01$). Comparing egg volume between sub-stages, resulted with significant differences (Tukey, $p < 0.05$) and the comparison of averages showed a significant contrast in the increase of the volume of the eggs as maturity progresses ($F = 907.71$, $p = 0.01$).

Key words: Reproduction, sexual maturity, river shrimp, ovigerous

Introducción

El estudio del género *Macrobrachium* (Bate 1868) ha tomado gran interés en la investigación,

debido a su abundancia en zonas continentales del Golfo de México. Pese a la importancia de este género, las características morfológicas, reproductivas y de comportamiento de las especies de *Macrobrachium* se han estudiado sólo superficialmente (Mejía-Ortiz *et al.* 2001). En América hay 55 especies reconocidas y de éstas, siete se encuentran distribuidas a lo largo y ancho del Golfo de México (Pileggi y Mantelatto 2010). Entre las especies más abundantes del género en México y la que presenta mayor plasticidad, está la *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) de la que se desconoce la biología de la población (Mejía-Ortiz *et al.* 2001). Estudios sobre la reproducción de *M. acanthurus* realizados

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Yucalpetén. Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura. Antigua carretera a Chelem, Boulevard del Pescador s/n. Puerto de abrigo Yucalpetén. 97320 Progreso, Yucatán. México. ✉ Responsable de la correspondencia: joseagosto4@hotmail.com

** División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km 1 Carretera Tenosique-Estapilla. 86901 Tenosique, Tabasco. México.

*** Centro de Investigación de Ciencias Ambientales (CICA), Universidad Autónoma del Carmen, calle 56 núm. 4 esq. Avenida Concordia, Col. Benito Juárez. 24180 Cd. del Carmen, Campeche. México.

en Brasil, mencionan que esta especie tiene gran potencial reproductivo, capacidad entendida como fecundidad, lo que refleja el número de huevos producidos en una época reproductiva de un espécimen, en este caso, de una hembra de camarón de río (Granados-Berber 1984). También se ha estudiado la relación de la fecundidad de *M. acanthurus* con la longitud total, presentando una relación positiva entre estas dos variables; la presencia de hembras ovígeras durante todo el año en Brasil ha demostrado una reproducción continua en la especie (Faria-Albertoni *et al.* 2002, Tamburus *et al.* 2012, Bertini y Baeza 2014). En México, para esta misma especie en el río Huitzilapan en Veracruz, Mejía-Ortiz *et al.* (2001) también mencionan una relación de la fecundidad con la longitud de hembras ovígeras y el tamaño de los huevos; asimismo, se observó su presencia durante todo el año, con mayor incidencia en septiembre. Caso contrario, en la zona de Boca Chica y el borde del río Palizada, Campeche, mediante muestreos bimensuales, Román-Contreras y Campos-Lince (1993) encontraron una proporción sexual de hembras-machos de 1:6, reportando en mayo la máxima recolecta de hembras ovígeras en la zona.

El número de huevos registrado para la reproducción de la especie fue observado por Granados-Berber (1984) en el río González en Tabasco, quien encontró que las hembras de *M. acanthurus* producen en promedio hasta 5 500; esta reducción de la fecundidad parece ser una característica común en la reproducción de crustáceos en la especie *M. acanthurus*, que ha reportado un descenso en la producción de huevos de hasta 23% (Anger y Moreira 1998) en vida silvestre.

Por otra parte, en Tabasco, Chan-Pérez (2012), en condiciones de laboratorio, observó para la especie *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus 1758) una relación positiva entre la fecundidad y la longitud total de las hembras, obteniendo en promedio un mayor número de huevos (230 000) comparado con otras especies del mismo género, como la especie objetivo en el presente estudio.

La longitud de primera madurez de los organismos de la especie es variante entre regiones, como lo observado en Tabasco por Granados-Berber (1984), donde la maduración de las hembras se presenta cuando la longitud total alcanza 40 mm, dato que difiere con lo observado en Ve-

racruz (Lorán-Núñez 2013) para *M. acanthurus*, donde se reporta una longitud total mínima de reproducción de 60.7 milímetros.

El objetivo del presente estudio fue analizar la fecundidad de *M. acanthurus* en el río Palizada, estimando el número de huevos por hembra, la variación en el tamaño de los huevos, así como la relación existente entre el número de huevos con el peso, la longitud total y la madurez sexual de hembras. También se analizó la relación de los estadios de desarrollo embrionario de los huevos con su volumen, para determinar la capacidad reproductiva de la especie, recurso que representa un potencial económico en la zona de Campeche.

Materiales y métodos

Las hembras ovígeras se recolectaron entre octubre y noviembre de 2013 en el río Palizada en la localidad de Boca Chica, zona que se ubica en la porción suroeste de la cuenca hidrológica de la Laguna de Términos, Campeche. Los puntos de muestreo se ubicaron en las coordenadas: 18°26'33" N - 91°47'55" O, la estación I (EI), y EII en 18°29'19" N - 91°48'49" O (Fig. 1).

Para el análisis de la fecundidad se tomaron 30 hembras ovígeras de *M. acanthurus* capturadas con nasas de hierro de 2.54 cm de luz de malla, diámetro de 42 cm y altura de 23 cm, con un orificio al centro de 11 cm de diámetro. En campo se registró el peso total (Pt, g) de cada organismo con una balanza digital de 0.01 g de precisión y la longitud total (Lt, mm) con ayuda de un ictiómetro (± 0.5 mm). También se anotó el color de la masa ovígera, para así observar el estadio reproductivo de hembras (estadios: I, II y III) (Granados-Berber 1984, Tamburus *et al.* 2012), y se preservó cada ejemplar en bolsas de plástico en una nevera con hielo tratando de cuidar la masa ovígera de cada individuo. Posteriormente, en el laboratorio se removió la masa de huevos de cada organismo y se colocaron en contenedores de 5 ml con solución Gilson (Da Silva *et al.* 2004), para separar cada huevo. Después de 48 horas, la muestra se drenó con agua corriente y con una submuestra de 30 huevos se estimó el volumen de éstos, haciendo uso de la fórmula de un elipsoide (Odinetz y Rabelo 1996):

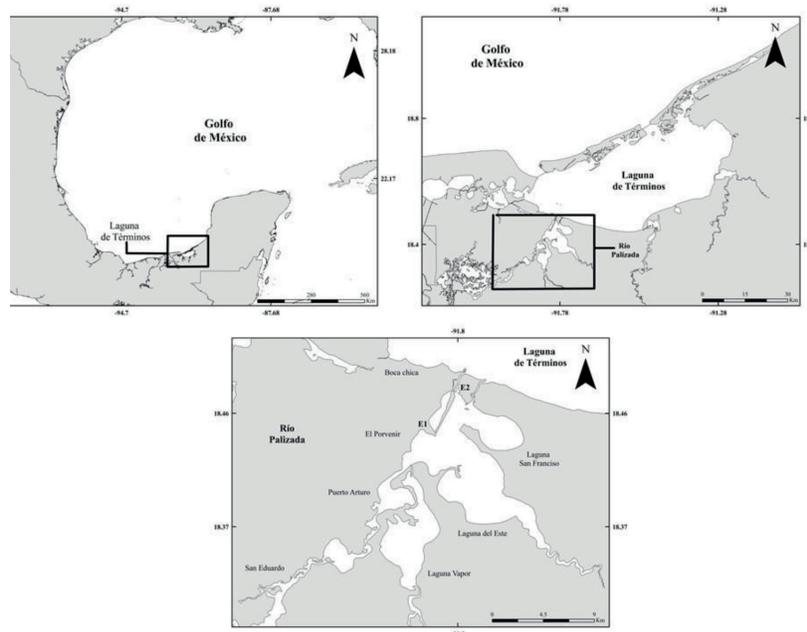


Fig. 1. Área de estudio en el río Palizada, Campeche.

$$V = \pi \cdot l \cdot h^2 / 6$$

Ec. 1

Donde: l = el eje mayor (largo) y h = el eje menor (ancho) del huevo elipsoidal en mm; $\pi = 3.14$, esto con la ayuda de un microscopio compuesto (40X) equipado con un ocular micrométrico de precisión de 0.05 milímetros.

Finalmente, se observó el desarrollo embrionario de los huevos (subestadios: I, II, III) mediante la presencia o la ausencia de las manchas oculares y se procedió a guardar la muestra en alcohol a 70% (Tabla 1). La determinación del número de huevos se realizó mediante tres alí-

cuotas de 0.5 ml extraídas de los contenedores (5 ml). Se cuantificaron todos los huevos de cada submuestra mediante un contador de células (Sedgwick Rafter) y con el promedio se calculó el número de huevos por hembra.

Se realizó un ANOVA de una vía ($\alpha = 0.05$) para conocer si el comportamiento de la longitud y el peso de las hembras fue diferente entre la fecundidad y el volumen de los huevos por estadio. Posteriormente se realizó una prueba de Tukey ($p < 0.05$) para identificar en cuál de los subestadios de los embriones marcó una diferencia con base en el volumen de huevos (Daniel

Tabla 1

Determinación de la escala de madurez sexual en hembras de *Macrobrachium acanthurus* (Granados-Berber 1984, Tamburus *et al.* 2012)

Estadios	Características
Estadio I o Juvenil	Organismos indiferenciados, pleópodos que carecen de vellosidades y el ovario no es conspicuo.
Estadio II o Pre-ovígeras	Hembras en proceso de maduración, presentan pleuras pigmentadas y ovario conspicuo
Estadio III u Ovígeras	Hembras con huevecillos en el abdomen, pleuras pigmentadas y pleópodos con vellosidades.
Subestadio inicial o estado I (ID)	Embriones sin desarrollo de pigmentos oculares. Coloración: entre verde claro y verde oscuro.
Subestadio intermedio o estado II (InD)	Embriones con desarrollo de pigmentos oculares, apenas visibles. Coloración: entre amarillo claro y verde claro.
Subestadio avanzado o estado III (AD)	Embriones con presencia de manchas oculares grandes y circulares. En algunos huevos se pueden reconocer los embriones. Sin coloración, o entre amarillo claro y amarillo oscuro.
Estadio IV o Post-ovígeras	Hembras sin huevecillos, pleuras pigmentadas, pleópodos con vellosidades visibles y el ovario aparentemente recuperado.

2006). Para contrastar estas diferencias de las variables, se utilizó una prueba de comparación de medias (Unequal N HSD, Statistica 7).

Resultados

La longitud de las hembras de *M. acanthurus* fluctuó entre 40-112 mm \pm 17 DE (desviación estándar) Lt con un promedio de 93 mm y un peso de 2.3-14.2 g \pm 3 DE PT con un promedio de 8 g, el número de huevos por hembra fue de entre 1 870 y 16 453 con un promedio de 7 206 \pm 4 385 DE. La diferencia de la longitud total y el número de huevos fue significativa ($p = 0.01$), mientras que al realizar el mismo análisis en cada estadio con la longitud se observó que la relación en los estadios II y III ($p = 0.02$, $p = 0.01$, respectivamente) fue significativa, a diferencia en lo observado en el estadio I, donde no se presentó relación entre estas variables ($p = 0.61$) (Fig. 2). La relación del peso de las hembras con el número de huevos no mostró una significancia estadística ($p > 0.05$), a excepción del estadio III, donde se encontró una relación relevante entre estas variables ($p = 0.01$) (Tabla 2).

Se observó una variación en el volumen promedio de los huevos ($= 0.02 \pm 0.005$ DE, 0.05 ± 0.011 DE, 0.09 ± 0.011 DE mm³) conforme avanzan los subestadios; sin embargo, al realizar las pruebas estadísticas no se encontró relación entre el volumen de los huevos y la longitud total (mm) de las hembras ovígeras por estadio ($F = 1.81$; $p = 0.18$); por el contrario, se pudo observar una relación positiva significativa entre el volumen de los huevos y el peso de las hembras ovígeras ($F = 6.47$; $p = 0.01$) (Fig. 3). Al comparar el volumen de los huevos entre subestadios de desarrollo, los resultados del análisis muestran diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$) y la prueba de comparación de medias arrojó un contraste significativo en el incremento del volumen de los huevos, según avanzan los subestadios ($F = 907.71$; $p = 0.01$) (Fig. 4).

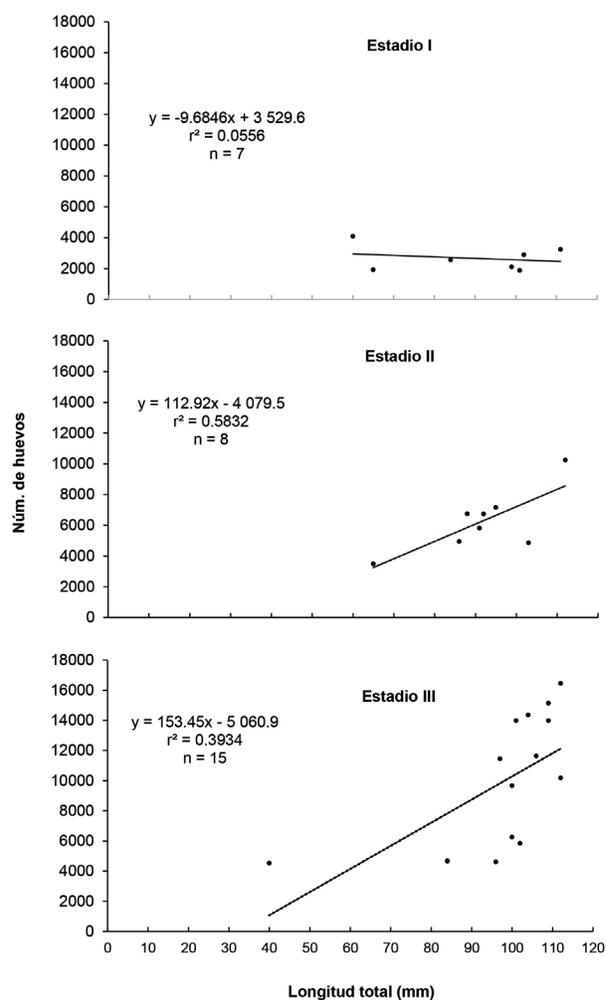


Fig. 2. Relación número de huevos-longitud total de las hembras de *Macrobrachium acanthurus* en diferentes estadios.

Tabla 2

Análisis de varianza de las relaciones de longitud y peso total con el número de huevos de *Macrobrachium acanthurus*

Estadio	Longitud total (mm)			Peso total (g)		
	r ²	F	P	r ²	F	P
I	0.05	0.29	0.610	0.01	0.05	0.825
II	0.58	8.39	0.027*	0.38	3.75	0.100
III	0.39	8.42	0.012*	0.60	20.03	0.0006*

Símbolo * = relación estadísticamente significativa.

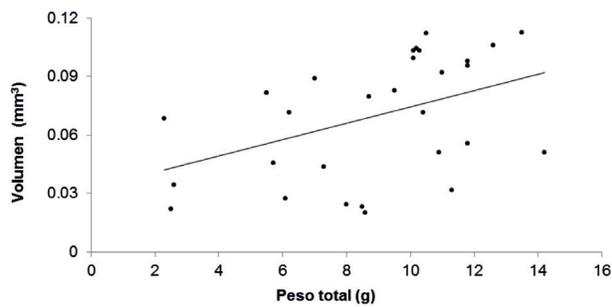


Fig. 3. Relación volumen de huevos-peso total (g) de las hembras de *Macrobrachium acanthurus*.

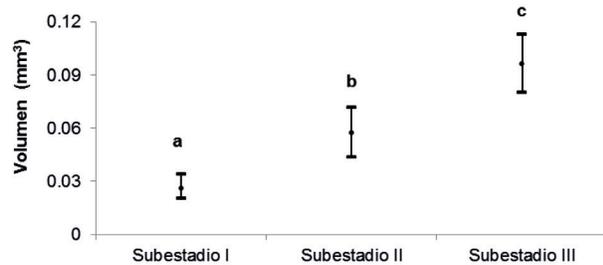


Fig. 4. Volumen de huevos con los diferentes subestadios de desarrollo embrionario en *Macrobrachium acanthurus*. Las letras diferentes indican diferencias significativas (Unequal N HSD).

Discusión

La fecundidad de *M. acanthurus* para los intervalos de longitud analizados en el presente estudio fueron mayores a lo observado por Román-Contreras y Campos-Lince (1993) en la misma área de estudio, quienes registraron de 720 a 14 840 huevos por hembra de 35 a 110 mm Lt, esto debido a los diferentes artes de pesca usados en ambos estudios; en el presente trabajo se utilizaron artes de mayor luz de malla, lo que evitó capturar longitudes menores de 40 mm, dando como resultado una mayor fluctuación en el número de huevos. Otro caso parecido es el de lo observado en Veracruz por Mejía-Ortiz *et al.* (2001) para la misma especie, con hembras de 40-110 mm Lt y un fecundidad promedio de 1 886 huevos, cantidad muy inferior a la registrada en este estudio con el mismo intervalo de longitud, lo que significaría diferencias en el potencial reproductivo entre regiones. Faria-Albertoni *et al.* (2002) reportaron un valor promedio ligeramente más elevado que el observado para el presente estudio, de 8 438 huevos por hembra, con una longi-

tud mínima de 76.18 mm Lt, valor que supera el registrado en el presente trabajo en Palizada. Sin embargo, existen reportes de fecundidad más alta para la especie en otros sitios, como los de los trabajos de Williams (1984) (10 000 huevos por hembra) en Florida; Bertini y Baeza (2014) (1 086 a 13 014 huevos por hembra) y Valenti *et al.* (1989) (18 000 huevos por hembra) en Brasil. Estas diferencias probablemente se deban a la localización geográfica y a los diferentes tipos de artes de pesca, con los que se obtienen hembras de distintos intervalos de longitud.

Para la misma especie en Brasil, Tamburus *et al.* (2012) observan una relación entre la longitud de hembras y el número de huevos en los subestadios, lo que concuerda con lo registrado en el presente estudio y lo observado también por Mejía-Ortiz *et al.* (2001) en Veracruz, quienes reportan relaciones significativas de la fecundidad con el tamaño de la hembra y de los huevos; este último resultado concuerda con lo registrado en el presente estudio.

El crecimiento en crustáceos es continuo después de la etapa reproductiva, y es común observar en organismos adultos, que después de la etapa de reproducción, el crecimiento se ve modificado debido a que en este proceso hay gran desgaste de energía (Day y Taylor 1997). El número de huevos en los crustáceos es regulado por diversos factores, pero el tamaño de las hembras es uno de los más importantes (Shakuntala 1977). Acorde con Parson y Tucker (1986), la fecundidad puede variar estacionalmente, anualmente y entre áreas. En muchos crustáceos hay una relación lineal entre el número de huevos y el tamaño de las hembras (Dinakaran 2013), como se constata en el presente estudio.

La relación del desarrollo embrionario (subestadios) con el volumen de los huevos de *M. acanthurus* mostró un incremento del tamaño de los huevos conforme avanza el desarrollo del embrión; esto difiere de lo reportado por Tamburus *et al.* (2012) en São Paulo, Brasil, quienes no encontraron una relación con las variables mencionadas, pero sí registraron una relación significativa entre el volumen de los huevos y la longitud cefálica durante la embriogénesis de la especie, que evidencia similitudes en cuanto a patrones y estructuras de reproducción, de lo que concluyen una posible variabilidad de pobla-

ciones en función a los diferentes *stocks* genéticos que existen en cada región. Se sabe que *M. acanthurus* es una especie con gran potencial en el uso de la producción alimentaria en la región de Campeche; ante esto, la información sobre la biología reproductiva de la especie es insuficiente si se tiene en cuenta la amplia distribución geográfica a lo largo del Atlántico (Tamburus *et al.* 2012). Por ello es necesario realizar estudios genéticos sobre el género, que permitan el mejor conocimiento de sus poblaciones a escalas regional y local, para poder definir medidas de manejo y buenas prácticas pesqueras que sustenten un futuro y un aprovechamiento sustentable.

Literatura citada

- Anger K, GS Moreira. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology* 18: 823-838. doi: 10.2307/1549156
- Bertini G, JA Baeza. 2014. Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate Reproduction & Development* 58(3): 207-217. doi: 10.1080/07924259.2014.894948
- Chan-Pérez II. 2012. Fecundidad y desarrollo embrionario de la pigua *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura, Ingeniero en Acuicultura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 44p.
- Da Silva RR, CMS Sampaio, JA Santos. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacean, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology* 64(3): 489-500. doi.org/10.1590/S1519-69842004000300012
- Daniel WW. 2006. *Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud*. Limusa Wiley. 4ª edición. México. 924p.
- Day T, PD Taylor. 1997. Von Bertalanffy's growth equation should not be used to model age and size at maturity. *American Naturalist* 149: 381-393.
- Dinakaran GK, P Soundarapandian, D Varadharajan. 2013. Embryonic development of the palaemonid prawn *Macrobrachium idella idella* (Hilgendorf, 1898). *Cell and Developmental Biology* 2(1): 111. doi:10.4172/2168-9296.1000111
- Faria-Albertoni E, C Palma-Silva, AF Esteves. 2002. Fecundity of *Macrobrachium acanthurus* Weigmann in a costal lagoon sujected to human impact (Macaé) Brazil. *Acta Limnologica Brasileña* 14: 71-80.
- Granados-Berber AA. 1984. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la cuenca del Río González, Tabasco, México (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 11(1): 1-22.
- Lorán-Núñez RM. 2013. Aspectos poblacionales del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en algunos lugares de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 71p.
- Mejía-Ortiz LM, F Alvarez, R Román, JA Viccon-Pale. 2001. Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan River, Veracruz, Mexico. *Crustaceana* 74(1): 69-77. doi: 10.1163/156854001505442
- Odinetz O, H Rabelo. 1996. Variation in egg size of the fresh-water prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology* 16: 684-688. doi: 10.2307/1549189
- Parson DG, GE Tucker. 1986. Fecundity of Northern Shrimp *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda) in areas of North West Atlantic. *Fishery Bulletin* 84: 549-558.
- Pileggi LG, FL Mantelatto. 2010. Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) with emphasis on the relationships among American species. *Invertebrate Systematics* 24: 194-208. doi: 10.1071/IS09043
- Román-Contreras R, L Campos-Lince. 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el río Palizada, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 20(1): 55-65.
- Shakuntala K. 1977. The relation between body size and number of eggs in the freshwater prawn *Macrobrachium lamarrei*. *Crustaceana* 33: 17-22.
- Tamburus AF, EC Mossolin, FL Mantelatto. 2012. Populational and reproductive aspects of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea: Palaemonidae) from north coast of São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal Aquatic Science Technology* 16(1): 9-18.

Valenti CW, LC Lobao, CTJ Mello. 1989. Crecimiento relativo de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoología* 6(1): 1-8.

Williams AB. 1984. *Shrimps, lobsters, and crabs from the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 550p.

Recibido: 15 de diciembre de 2017.

Aceptado: 9 de marzo de 2018.