

## Estructura de tallas de la almeja *Psoroniaias crocodilorum* (Unionidae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, México

### Size structure of freshwater mussel Unionidae *Psoroniaias crocodilorum* on Wetlands Biosphere Reserve of Centla, Mexico

Juan Armando Arévalo de la Cruz, Luis José Rangel Ruiz, Jaquelina Gamboa Aguilar, Joel Montiel Moreno, Silvia Arias García, Miguelina García Morales, Stefan Louis Arriaga Weiss y Juan de Dios Valdez Leal.

Laboratorio de Malacología, División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT. km 0.5. Carretera Villahermosa - Cárdenas, Villahermosa Tabasco, 86000. México  
Autor designado para la correspondencia: Luis José Rangel Ruiz ljrangel@msn.com

---

Arévalo de la Cruz J.A., L.J. Rangel Ruíz, J. Gamboa Aguilar, J. Montiel Moreno, S. Arias García, M. García Morales, S.L. Arriaga Weiss y J.D. Valdez Leal. 2015. Estructura de tallas de la almeja *Psoroniaias crocodilorum* (Unionidae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, México. *Hidrobiológica* 25 (1): 86-94.

#### RESUMEN

En dos poblaciones del bivalvo *Psoroniaias crocodilorum* localizados en los ríos San Pedrito y Los Naranjos, en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla México (RBPC), se evaluaron algunos parámetros poblacionales. Las muestras se recolectaron en mayo del 2008, determinándose la densidad, y la estructura de talla, además de la profundidad, la temperatura, salinidad, pH, materia orgánica y porcentaje de arena, limo y arcilla. El área del banco en San Pedrito fue de 1200.13 m<sup>2</sup> y de 562.00 m<sup>2</sup> para Los Naranjos. La longitud de la concha para San Pedrito fue de 21.26 a 76.16 mm y de 22.20 a 83.30 mm para Los Naranjos, con una mayor frecuencia de talla entre 58.74 y 60.10 mm para los dos sitios. El peso de la concha representó el 87.43% en promedio del peso total de la almeja. La masa visceral (MV) en el banco de San Pedrito fue de 219.41 g/m<sup>2</sup> y de 81.75 g/m<sup>2</sup> para Los Naranjos. La densidad en San Pedrito fue de 22.90 org/m<sup>2</sup> y de 10.50 org/m<sup>2</sup> en Los Naranjos. La textura del sedimento fue migajón-arenoso con 30.17 % de materia orgánica para San Pedrito y de 27.43% para Los Naranjos. Los parámetros fisicoquímicos y la proporción de arena, limo y arcilla fueron similares en ambos sitios.

**Palabra clave:** Estructura de tallas, Pantanos de Centla, *Psoroniaias crocodilorum*.

#### ABSTRACT

We assessed population parameters in two populations of mussels, *Psoroniaias crocodilorum*, in the San Pedrito River and the Naranjos River in the Centla Wetlands Biosphere Reserve (CWBR), Mexico. Samples were collected in May 2008, and we determined their density and conducted a morphometric study. For each sample, we measured water depth, temperature, salinity, pH, organic matter and sand, silt and clay percentage. The San Pedrito river bank had a surface of 1200.12 m<sup>2</sup> vs. 562.00 m<sup>2</sup> in Los Naranjos. Shell length in San Pedrito was 21.26 – 76.16 mm vs. 22.20 – 83.30 in Los Naranjos; the most frequent length in both sites was 58.74 – 60.11 mm. Shell weight averaged 87.43% of the mussels' total weight. MV in San Pedrito was 219.41 g/m<sup>2</sup> and 81.75 g/m<sup>2</sup> in Los Naranjos. Density in San Pedrito was 22.90 org/m<sup>2</sup> and 10.50 org/m<sup>2</sup> in Los Naranjos. Texture in sediment was loamy sand with 30.17% organic matter in San Pedrito, and 27.43% in Los Naranjos. Physicochemical parameters and the proportion of sand, silt and clay were similar in both sites. None of the mussel banks had biological, ecological or economic features for a fishery, especially due to their low abundance.

**Key words:** Centla Swamp, population structure, *Psoroniaias crocodilorum*.

## INTRODUCCIÓN

Los bivalvos dulceacuícolas pertenecientes a la Superfamilia Unionoidea presentan una distribución cosmopolita con una gran diversidad, principalmente en Norteamérica y en particular en el sureste de los Estados Unidos de América (Lydeard & Mayden, 1995). Presentan un ciclo de vida en el cual está involucrado un estadio parásito denominado gloquidio, el cual infecta las branquias, aletas o la superficie del cuerpo de varias especies de peces (Lydeard *et al.*, 2004).

Las poblaciones de bivalvos de la familia Unionidae en muchas áreas del mundo están disminuyendo y en casos extremos están en peligro de extinción o han desaparecido, principalmente por causas imputables al ser humano como son: la destrucción del hábitat, la disminución de las poblaciones de hospederos de la larva gloquidio, la explotación comercial y la introducción de especies exóticas, entre otras (Bogan, 1993; 2008)

La almeja *Psoroniaias crocodilorum* (Morelet, 1849) (erróneamente identificada como *Lampsilis tampicoensis* por Ortiz *et al.*, 2004) es una de las especies más comunes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), se encuentra distribuida en 11 lagunas (Ortiz *et al.*, 2004). Para el género *Psoroniaias*, Graf & Cummings (2013) reconocen ocho especies y Bogan (2013) diez, entre estas *P. crocodilorum*. Las especies de este género al igual que las demás especies de unionidos mesoamericanos, son pobremente conocidas y no han sido estudiados con la misma intensidad que las de otras áreas geográficas, careciendo de revisiones taxonómicas recientes (Graf & Cummings, 2006; Graf & Cummings, 2007).

*P. crocodilorum* se caracteriza por poseer una concha gruesa y pesada, de forma elíptica, con el margen ventral recto en su parte media y bordes posterior y anterior redondeados. El color externo es marrón oscuro (café oscuro) y la gran mayoría presenta desgaste del periostraco, el color interno es marrón nacarado a marrón rojizo. En la parte exterior presenta un gran número de postulaciones desde el umbo hasta su parte media y las líneas de crecimiento son evidentes en toda la concha. En la parte interior se encuentran dos dientes laterales alargados con pequeñas estrías en forma de sierra y dos dientes anteriores cortos

resaltados en forma de sierra; las cicatrices del músculo retractor posterior, del músculo aductor anterior, la línea del seno paleal y el margen ventral está bien definidos (Fig. 1).

Debido a la escasa información que se tiene sobre esta especie y vista su importancia biológica, ecológica, biogeográfica, por sus servicios ambientales como el filtrado de densas poblaciones de algas verde-azules, diatomeas, bacterias, partículas finas, y absorción de metales pesados tóxicos en el ambiente acuático, además de pertenecer a una familia (Unionidae) con grandes problemas de conservación (Bogan, 2008), se evaluó la estructura de tallas en dos poblaciones de *P. crocodilorum* en las localidades de los ríos San Pedrito y Los Naranjos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La RBPC tiene una superficie de 302,707 ha, se ubica en los municipios de Centla, Jonuta y Macuspana. Corresponde a la llanura aluvial del reciente, en el delta de los ríos Grijalva-Usumacinta en el estado de Tabasco. Limita al norte con el Golfo de México, al este con el municipio de Jonuta y Macuspana y el estado de Campeche, al sur con el municipio del Centro y al oeste con los municipios de Paraíso y Nacajuca. El área se encuentra dividida en tres zonas: dos zonas núcleo, la primera ubicada al sur con una superficie de 57,738 ha, la segunda al norte con 75,857 ha; y la de amortiguamiento, que envuelve a las zonas núcleo con una extensión de 169,111 ha. En la RBPC se localizan 110 cuerpos de agua dulce con una superficie de 13,665 ha. El río Los Naranjos se ubica en la zona núcleo II (sur de la RBPC) a partir del río Paquiall y el río Maluco, tiene aproximadamente 10 km de largo, localizándose en las coordenadas 18° 07' 36.4" de Latitud N y 92° 19' 27.5" de Longitud O, y el río San Pedrito se ubica en la zona núcleo I (norte de la RBPC), entre los ríos Grijalva y Tres brazos, tiene aproximadamente 15 km de largo y se localiza en las coordenadas 18° 24' 2.3" de Latitud N y 92° 38' 53.8" de Longitud O (INEGI 2000; SEMARNAP 2000) (Fig. 2).

El estudio se realizó en la época de estiaje de 2008 (mayo), en dos bancos de almejas, uno en San Pedrito y el otro en Los Naranjos (Fig. 2), utilizando un diseño al azar. Para la captura de los organismos la unidad de muestra fue de 1 m<sup>2</sup> de sedimento, tomado por medio de una cuchara



Figura 1. Morfología de la concha de *Psoroniaias crocodilorum* de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) (izquierda: vista interna, Derecha: vista externa).

de arrastre de 60 cm de largo por 30 de ancho y 20 de fondo y con una abertura de maya de 0.5 cm (Wakida-Kusunoki & MacKenzie, 2004). El número de muestra por localidad fue de 10, las cuales se tamizaron *in situ*.

Las almejas recolectadas fueron lavadas, cuantificadas y medidas. A las almejas se les determinó el largo (LC), utilizando un vernier digital ( $\pm 0.01$  mm), El peso de los organismos se obtuvo con una balanza electrónica ( $\pm 0.1$  g) y se registró el peso total (concha y masa visceral) (PT) y peso de la masa visceral (MV).

Con los datos obtenidos de la morfometría y el peso de los organismos, se procedió a realizar las siguientes correlaciones: PT vs LC, MV vs LC. Se observan los valores (mínimo y máximo) y los promedios ( $\bar{X}$ )  $\pm$  una desviación estándar (DE). La estructura de tallas de las almejas se estableció con base en la LC y los rangos (intervalo de talla) fueron establecidos de acuerdo a la fórmula propuesta por Sturges (1926) que se expresa como:  $K=1 + 3.322\log_{10}n$

Para establecer las diferencias significativas entre el peso y talla (LC vs MV) de las almejas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y para determinar las diferencias entre las densidades una Chi cuadrado ( $\chi^2$ ); para tales análisis se utilizó el programa estadístico Statgraphics © versión 5.

La densidad consistió en el número de organismos por metro cuadrado ( $m^2$ ). La profundidad se obtuvo con un disco Secchi, la temperatura ( $^{\circ}C$ ) fue determinada con un termómetro de mercurio ( $\pm 0.01$   $^{\circ}C$ )

y la salinidad con un refractómetro con  $0.1^{\circ}/\infty$  de precisión. Para la determinación de la materia orgánica se utilizó el método de Walkley y Black (Sosa & Vásquez, 1986).

## RESULTADOS

Dentro del marco de investigación desarrollado en la zona de la RBPC fue evaluada la estructura de tallas de dos bancos de *P. crocodilorum*. El área del banco localizado en San Pedrito fue de  $1200.13 m^2$  y para el banco de Los Naranjos de  $562.00 m^2$ .

La distribución de frecuencias de tallas se obtuvo de 230 organismos para San Pedrito, presentándose tallas de 21.26 a 76.16 mm de longitud total de la concha (LC), capturando un 80 % de los organismos entre las tallas de 43.02 a 76.16 mm y un 20 % entre la tallas de 21.26 a 42.86 mm (Fig. 3a). Con un reclutamiento de organismos menores de 40 mm del 19.56 % para San Pedrito y del 15.24% para Los Naranjos.

En Los Naranjos se capturaron 105 organismos y las tallas oscilaron de 22.20 a 83.30 mm de LC, el 83 % de los organismos presentó tallas entre 45.47 a 83.30 mm y el 17 % entre las tallas de 21.26 a 44.13 mm. La distribución de tallas para los dos bancos fue bimodal (Fig. 3b).

La relación LC vs PT en San Pedrito (Fig. 4a) presentó una pendiente de  $b= 3.2160$  que superó la condición de isometría ( $b= 3.0$ ) y en Los

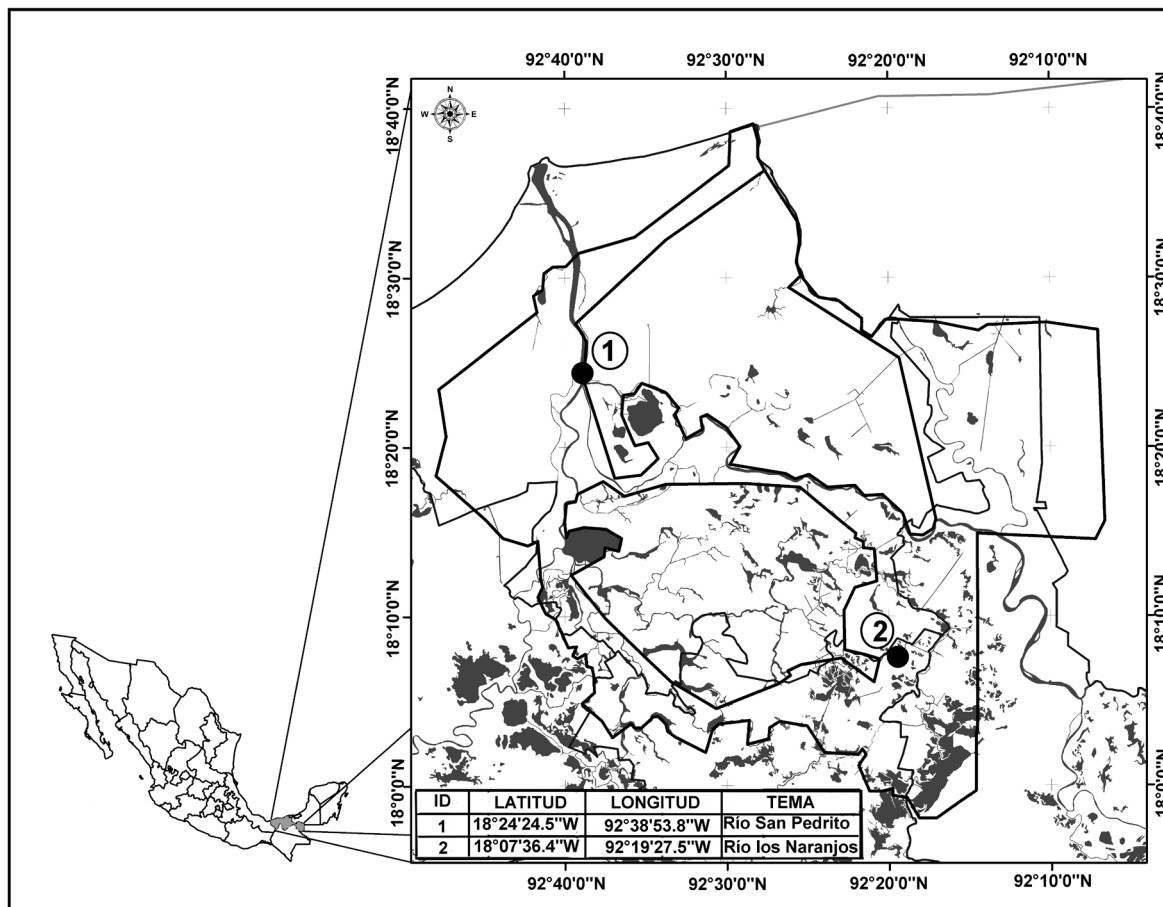


Figura 2. Área de estudio Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco.

Naranjos (Fig. 4b) de  $b=2.1970$ . Las variables se encontraron con altos coeficientes de correlación, con el mayor valor en el banco de San Pedrito ( $r=0.9769$ ;  $n=230$ ), seguido de Los Naranjos ( $r=0.7145$ ;  $n=105$ ); encontrando para el banco de San Pedrito un crecimiento alométrico mayorante mientras que para Los Naranjos un crecimiento alométrico minorante.

En la relación LC vs MV del banco de San Pedrito (Fig. 5a) se obtuvo una pendiente de  $b=3.1840$ , y para Los Naranjos de  $b=1.5566$  (Fig. 5b), el mayor coeficiente de correlación fue para San Pedrito ( $r=0.9070$ ) y el menor en Los Naranjos ( $r=0.7957$ ).

El peso total de la MV de *P. crocodilorum* en San Pedrito fue de  $219.41 \text{ g/m}^2$  para una densidad de  $22.90 \text{ org/m}^2$  y para Los Naranjos de  $81.75 \text{ g/m}^2$  para una densidad de  $10.50 \text{ org/m}^2$ , encontrándose diferencias significativa entre los dos sitios ( $P=0.0107$ ) (Tabla 1). En general el peso MV representó el 12.57% en promedio del peso total de la almeja.

Los factores fisicoquímicos en las dos localidades fueron similares: la salinidad para las dos localidades fue de 0 ups; el pH fue de 7.41 para San Pedrito y de 6.82 para Los Naranjos; la profundidad para ambas localidades fue de 2.6 m; la textura del sedimento fue de migajón-arenoso, con un contenido de materia orgánica del 30.17% para San Pedrito y de 27.43% para Los Naranjos. El sedimento de las dos localidades fue arenoso-arcilloso, el porcentaje de arena, limo y arcilla se muestra en la Tabla 2.

## DISCUSIÓN

Los estudios sobre la estructura de tallas de las macroalmejas de agua dulce en México es casi nula, a diferencia de las especies que habitan en agua salobre y que representan en muchos estados de la República Mexicana un recurso de explotación comercial (Granados-Berber *et al.*, 1987, Flores *et al.*, 1988, León *et al.*, 1991, Reguero *et al.*, 1991, Téllez *et al.*, 1999).

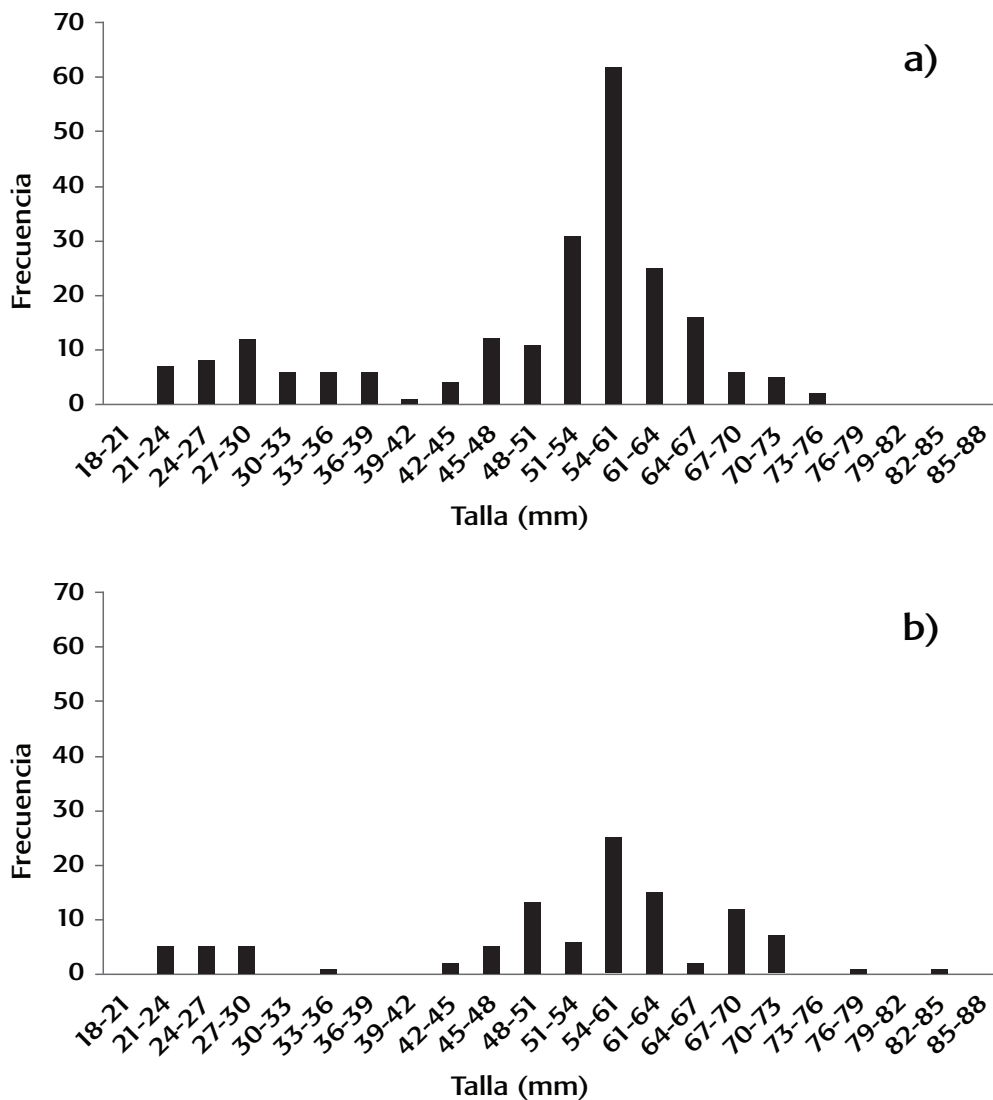


Figura 3a-b. Histogramas de frecuencia de tallas de *P. crocodilorum* en los bancos de los ríos San Pedrito (a) y Los Naranjos (b) en la RBPC.

Las tallas máximas registradas para *P. crocodilorum* en los ríos San Pedrito y Los Naranjos fueron similares a las registradas anteriormente para *P. crocodilorum* (80.00 mm) en la laguna San Isidro en la RBPC (Isidro, 2009).

El análisis de la distribución de la longitud de la concha mediante los histogramas de frecuencias permitió evaluar la viabilidad de la especie (presencia de una amplia gama de clases de tamaño) y el reclutamiento individual de la población en las dos localidades. Los individuos <40 mm de longitud fueron considerados reclutas recientes (Obermeyer, 1998; Ahlstedt et al, 2005; Mohler et al, 2006; Chapman and Smith, 2008; Randklev et al., 2013). En San Pedrito *P. crocodilorum* presentó el mayor porcentaje de reclutamiento (19.56 %) seguido por Los Na-

ranjos (15.24 %), estos porcentajes fueron inferiores a los registrados para *Quadrula houstonensis* (Lea, 1859) (27 %) y superiores a los de *Pyganodon grandis* (Say, 1829) (10 %) y *Leptodea fragilis* (Rafinesque, 1820) (9 %), unionidos habitantes del río León en Texas, Estados Unidos (Randklev et al., 2013).

La distribución de tallas en el banco de San Pedrito fue bimodal, el pico de organismos con LC de entre 21.26 a 39.08 mm representa el reclutamiento reciente (Haag y Rypel, 2011), igual al presentado por *Lampsilis teres* (Rafinesque, 1820) en el río León en Texas (Randklev et al., 2013).

La ausencia de organismos pequeños, menores de 21.26 mm de LC en San Pedrito y de 22.20 mm para Los Naranjos, es un fenóme-

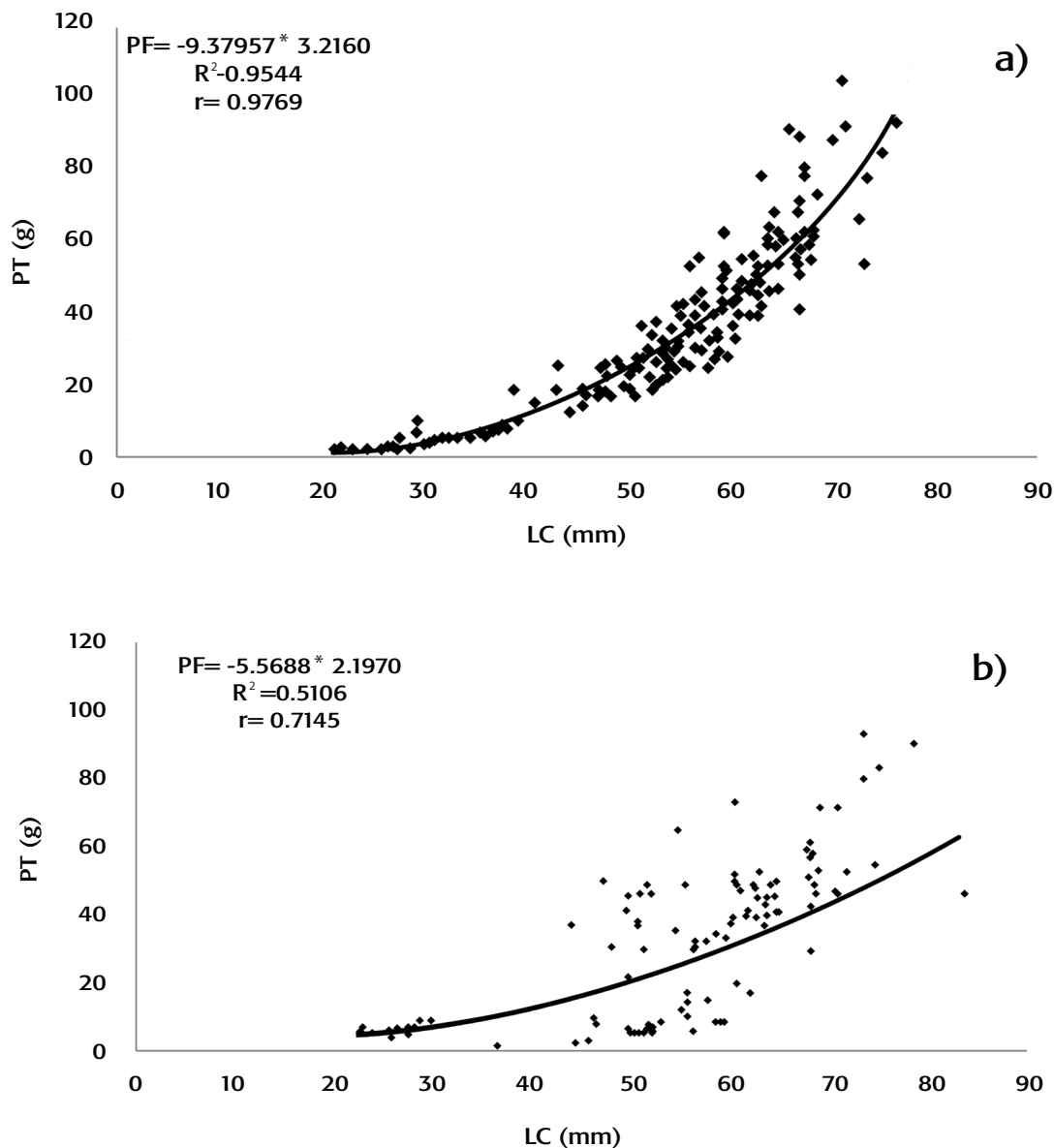


Figura 4a-b. Análisis de relación del peso total (PT) y longitud de la concha (LC) en *P. crocodilorum* de los dos bancos de muestreo en los ríos: San Pedrito (4a) y Los Naranjos (4b)

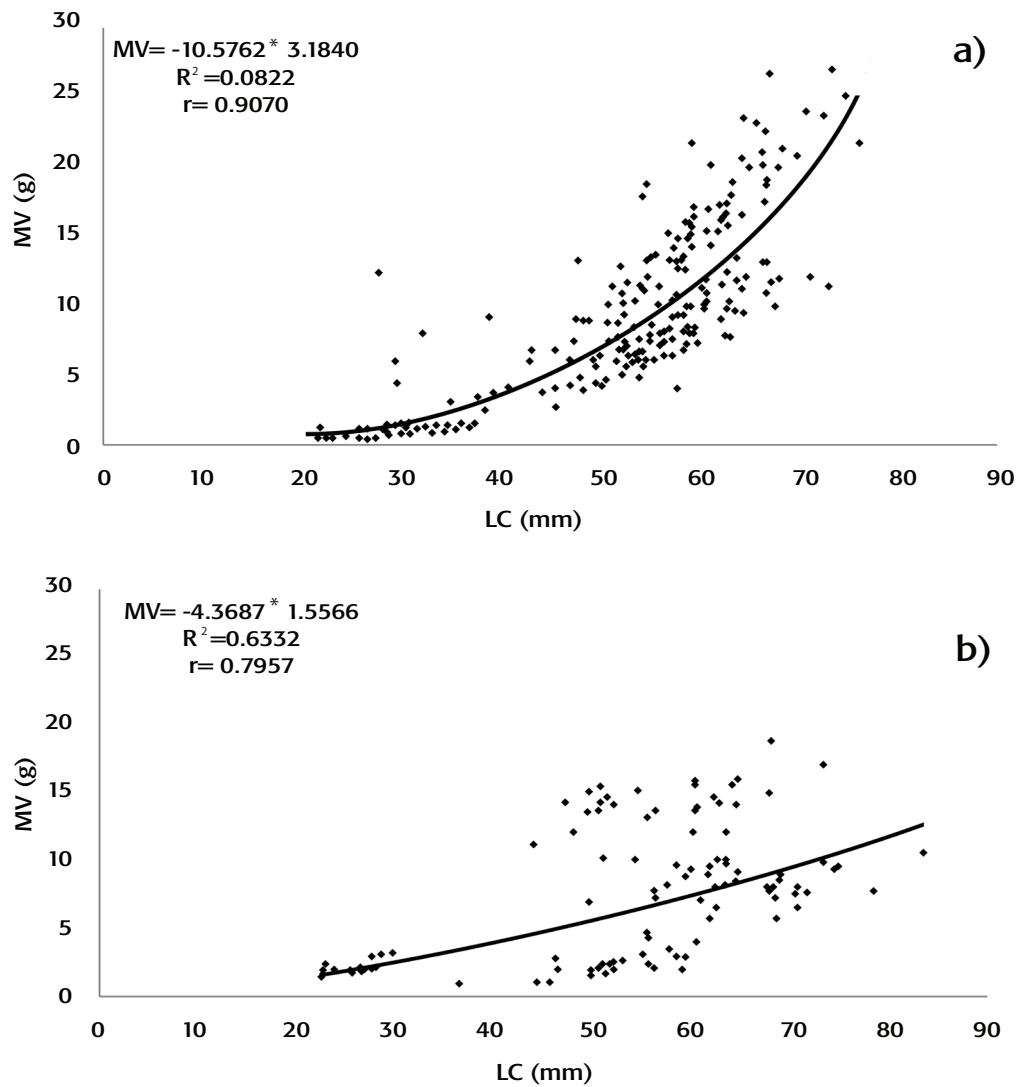


Figura 5a-b. Análisis de regresión potencial de la Masa visceral (MV) y longitud de la concha (LC) en *P. crocodilorum* de los bancos de muestreo en los ríos, San Pedrito (5a) y Los Naranjos (5b)

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la biometría de *P. crocodilorum* en los bancos de los ríos San Pedrito y Los Naranjos.

	Máxima	Mínima	$\bar{X}$	DE
Río San Pedrito				
LC.(mm)	76.16	21.26	52.30	12.85
PF(g)	106	1.2	34.72	21.77
MV (g)	27	0.3	9.54	6.16
Río Los Naranjos				
LC.(mm)	83.3	22.2	54.40	14.33
PF(g)	94	1.4	32.80	22.88
MV (g)	19.09	1	7.79	4.95



Tabla 2. Factores fisicoquímicos en dos bancos de *P. crocodilorum* en los ríos San Pedrito y Los Naranjos en la RBPC.

Variables	Río San Pedrito	Río Los Naranjos
Temperatura (°C)	28.9	28.8
pH	7.41	6.82
Salinidad ups	0.00	0.00
Profundidad (cm)	2.60	2.60
Materia orgánica (%)	27.43	30.17
Arena (%)	58.18	60.00
Limo (%)	1.81	3.63
Arcilla (%)	40.00	36.36

no frecuente en poblaciones de unionidos y otras especies de almejas sobre todo en sistemas lóticos, se considera que las condiciones favorables para estados juveniles difieren de las condiciones para los adultos (Neves y Widlak, 1987) y se debe a los siguientes factores a) el comportamiento de los juveniles (Walker, 1981); b) que los organismos juveniles se encuentren enterrados profundamente en los sedimentos de los ríos como el caso de *Margaritifera margaritifera* (Bauer, 1988); c) a que los juveniles pueden ocupar microhábitats espacialmente distintos a la de los adultos, como los márgenes, por tener otro tipo de sustrato que le brinda protección y porque esta zona presenta mayor estabilidad (Ziuganov *et al.*, 2000; Beasley, 1996; De la Hoz, 2009); d) a que los juveniles como los de *M. margaritifera* crecen muy rápidamente en comparación con los adultos (Hastie *et al.*, 2000).

Randklev *et al.*, (2013) señalan que la existencia de múltiples clases de tamaño, como el presentado en las dos poblaciones de *P. crocodilorum* estudiadas, indican que estas localidades son capaces de soportar poblaciones sanas, en donde las condiciones ambientales como bióticas (presencia de peces hospederos) son todavía adecuadas para el desarrollo de estos unionidos, ya que la reproducción no ha cesado, lo cual se evidencia por el reciente reclutamiento. Si bien es buena la presencia de almejas con longitudes < 40 mm, en Los Naranjos su baja abundancia en la población y en particular por el número de reclutas es preocupante, y por lo tanto se propone realizar un monitoreo continuo y discernir si esta población está siendo afectada por la acción de actividades humanas que se desarrollan en la zona como son la agricultura y la ganadería.

En relación con el crecimiento (relación talla vs peso) para *P. crocodilorum*, se registró tanto un crecimiento alométrico positivo ( $b > 3$ ) en la población de San Pedrito como un crecimiento alométrico negativo ( $b < 3$ ) para Los Naranjos. Bald & Borja (2005) señalan que el crecimiento alométrico negativo ha sido asociado con reacciones de defensa ante impactos mecánicos, que conducen a un mayor gasto energético en la producción de concha que de cuerpo sin embargo Aponte *et al.* (2008) mencionan que este crecimiento está asociado con un desfase de los ciclos estacionales de crecimiento con la producción de tejidos de reserva y reproducción.

La temperatura, pH, salinidad, profundidad y materia orgánica no presentaron diferencias significativas entre las dos localidades, con excepción del porcentaje de arena, limo y arcilla, en donde se observó una pequeña diferencia en el limo y la arcilla. La temperatura del agua registrada en las dos localidades fue característica de ambientes tropicales; el pH varió de ligeramente ácido (6.82) para Los Naranjos a lige-

ramente básico (7.41) en San Pedrito; estos resultados se encuentran dentro de los valores permisibles en los lineamientos para la protección de la vida acuática tropical (De la Lanza, 1998, Comisión Nacional del Agua, 2009); la salinidad (0.00 UPS) se caracterizó como aguas limnéticas propias del hábitat de los Unionidos; y por la profundidad, los dos ríos se consideraron como someros. Los valores de los parámetros anteriormente descritos presentan valores favorables al crecimiento, sobrevivencia y reproducción de las almejas dulceacuícolas tropicales, en particular para *P. crocodilorum* (Dillon, 2004; Dodds, 2002).

El fondo arenoso-arcilloso registrado en las dos localidades, es un sustrato adecuado para *P. crocodilorum*, ya que proporciona un fondo firme pero lo suficientemente blando para poder excavar y enterrarse.

La mayoría de las poblaciones de Unionidos prefieren vivir en cuerpos de agua con bajas profundidades (< 4 m) como las registradas en este trabajo, ya que a estas profundidades se presenta una buena penetración de luz que favorecen a la comunidad planctónica de la cual se alimentan. Estas condiciones se correlacionan con poblaciones estables y con las mayores abundancias (Boycott, 1936; Haukioja & Hakala, 1974; Dillon, 2004).

A pesar de que los resultados obtenidos en este trabajo muestran indicadores favorables para la conservación, como la existencia de múltiples clases de tamaño (LC) y el reclutamiento reciente de *P. crocodilorum*, en estas dos localidades y en especial para San Pedrito, en el estado de Tabasco y en particular en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, se presentan fenómenos naturales y otros producidos por el hombre que podrían poner en riesgo la viabilidad de las poblaciones de Unionidos y en general a los humedales de la cuenca como hábitat, entre los cuales se encuentran:

- 1) Fenómenos naturales como las grandes inundaciones presentadas durante los años 1999, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011 que han provocado eventos de inundación incrementando la turbidez y sedimentación, afectando a los diferentes estados de desarrollo de las poblaciones de Unionidos (Strayer, 1993; Di Maio y Corkum, 1995; Randklev *et al.*, 2013); además, estos fenómenos en Tabasco pueden verse potencialmente exacerbados por el Cambio Climático (Gama-Campillo *et al.*, 2008).
- 2) Fenómenos antropogénicos como el crecimiento poblacional e infraestructura urbana, el vertido de aguas residuales sin tratamiento adecuado en ríos y lagunas de la cuenca hidrológica; cambio de uso de suelo por el desarrollo de la agricultura y el incremento

de áreas de pastizales para la ganadería, que bajo condiciones de mal manejo, aportan contaminantes como fertilizantes e insecticidas que son arrastrados en las épocas de lluvias a los cuerpos de agua; la deforestación en particular del bosque de ribera, puede incrementar la entrada de contaminantes orgánicos e inorgánicos y desestabilizar las orillas de los ríos (Brim-Box & Mossa, 1999; Poole & Downing, 2004; Randklev *et al.*, 2013); el incremento de infraestructura urbana y carretera; las modificaciones del flujo de agua por la construcción de canales, drenes y redes de tubería (ductos) para transporte de gas e hidrocarburos realizados por la industria petrolera; el incremento de las pesquerías en la RBPC, disminuyendo con esto a los hospederos de las especies de Unionidos; y por último la introducción de especies invasoras (SEMARNAT, 2000; Lydeard *et al.*, 2004; Strayer *et al.*, 2004; Vega-Moro, 2005; Maimone- Celorio *et al.* 2006; Bogan, 2008; Guerra-Martínez, & Ochoa-Gaona, 2008).

Por lo anterior podemos afirmar que es necesario la realización de estudios poblacionales sobre todos los Unionidos, en la cuenca Grijalva-Usumacinta y generar la información necesaria para el desarrollo de programas de manejo y conservación para los gestores de recursos, y desarrollar estrategias efectivas para proteger a la fauna de Unionidos, tan importantes biológica y ecológicamente, y tan desconocidos en la Región Mesoamericana.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Gobierno del estado de Tabasco por haber financiado el proyecto "Potencial pesquero y biotecnológico de las almejas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla" Clave TAB-2007-C09-75151, del cual forma parte esta publicación.

## REFERENCIAS

- AHLSTEDT, S. A., M. T. FAGG, R. S. BUTLER & J. F. CONNELL. 2005. Long-term trend information for freshwater mussel populations at twelve fixed-station monitoring sites in the Clinch and Powell Rivers of eastern Tennessee and southwestern Virginia (1979-2004). Final Report: US Fish and Wildlife Service, Cookeville, Tennessee 38 p.
- APONTE A., A. PRIETO. & M. LEMUS. 2008. Relación longitud-peso seco de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833) procedente de la costa norte de la Península de Araya, Estado de Sucre, Venezuela., Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 47 (1): 59-65.
- BALD, J. & A. BORJA. 2005. Estudio del estado de los recursos de almeja y berberecho en los estuarios Mundaka, Plentzia y Txingudi. Informe Técnico No. 105. Departamento de Agricultura y pesca. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, País Vasco, España. 72 p.
- BAUER, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. Biological Conservation. 45 (4): 239-253.
- BEASLEY, C. R. 1996. The distribution and ecology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. 1758, in County Donegal, Ireland and implications for its conservation. Ph.D. thesis, The Queen's University of Belfast, UK.
- BOGAN, A. E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): A search for causes. American Zoologist 33: 599-609.
- BOGAN, A. E. 2008. Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. Hydrobiologia 595: 139-147.
- BOGAN, A. E. 2013. Mollusca - Bivalvia checklist. Available online at: <http://fada.biodiversity.be/group/show/14> (downloaded May 1, 2013).
- BOYCOTT, A. E. 1936. The habitats of freshwater mollusca in Britain. Journal Animal Ecology 5 (1): 116-186.
- BRIM, B. J. & J. MOSSA. 1999. Sediment, land use, and freshwater mussels: prospects and problems. Journal of the North American Benthological Society 18 (1): 99-117.
- CHAPMAN, E. J. & T. A. SMITH. 2008. Structural community changes in freshwater mussel populations of Little Mahoning Creek, Pennsylvania. American Malacological Bulletin 26 (1-2): 161-169.
- Comisión Nacional del Agua. 2009. Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 98 p.
- DE LA HOZ-ARISTÁBAL, M. V. 2009. Densidad, estructura de tallas y explotación pesquera del bivalvo *Polymesoda solida* en un sistema lagunar del Caribe Colombiano. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas 43 (1): 1-27.
- DE LA LANZA, E. 1998. Aspectos Físico-químicos que determinan la calidad del Agua. In: Martínez, C. L. R. (Compilador). Ecología de los Sistemas Acuícolas (1-26). AGT Editor, S. A. México, 227 p.
- DI MAIO, J. & L. D. CORKUM. 1995. Relationship between the spatial distribution of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) and the hydrological variability of rivers. Canadian Journal of Zoology 73 (4): 663-671.
- DILLON, R. T. 2004. The ecology of freshwater Molluscs. Cambridge University Press 509 p.
- DODDS, W. K. 2002. Freshwater ecology: concepts and environmental applications. Academic Press. 569 p.
- FLORES-ANDOLAIS, F., A. GARCÍA-CUBAS & A. TOLEDANO-GRANADOS. 1988. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Laguna de la Mancha, Veracruz, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 15 (2): 235-258.
- GAMA, C. L. M., G. C. VILLANUEVA, V. M. H. MACÍAS, O. E. J. MOGUEL & P. B. BENÍTEZ. 2008. Inundaciones y lluvias extremas en Tabasco. Semana de Divulgación y Videos Científico. 160-166.
- GRAF, D. L. & K. S. CUMMINGS. 2006. Palaeoheterodont diversity (Mollusca: Trigonioidea + Unionoida): what we know and what we wish we knew about freshwater mussel evolution. Zoological Journal of the Linnean Society 148: 343-394.
- GRAF, D. L. & K. S. CUMMINGS. 2007. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). Journal of Molluscan Studies 73: 291-314.
- GRAF, D. L. & K. S. CUMMINGS. 2013. The MUSSEL Project Web Site, available online at: <http://mussel-project.uwsp.edu/db/db.php?p=tax&l=spp&n=2974> (downloaded May 1, 2014).



- GRANADOS, B. A., M. L. SALVADORES & B. C. PRIEGO. 1987. Estudio Bio-ecológico y del potencial pesquero del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, del Municipio de Cárdenas, Tabasco, México. Informe Técnico. UJAT-Pesca 196 p.
- GUERRA-MARTÍNEZ, V. & S. OCHOA-GAONA. 2008. Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24 (2): 135-146.
- HAAG, W. R. & A. L. RYPEL. 2011. Growth and longevity in freshwater mussels: evolutionary and conservation implications. *Biological Reviews* 86: 225-247.
- HASTIE, L. C., P. J. BOON & M. R. JOVEN. 2000. Physical microhabitat requirements of freshwater Pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia* 429: 59-71.
- HAUKIOJA, E. & T. HAKALA. 1974. Vertical distribution of freshwater mussels (Pelecypoda, Unionidae) in southwestern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 11: 127-130.
- INEGI. 2000. Síntesis cartográfica, Nomenclátor y anexos Cartográficos del Estado de Tabasco 116 p y mapas.
- ISIDRO, G. J. L. 2009. Distribución y abundancia de macroalmejas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tabasco. México 55 p.
- LEÓN, C. G., M. A. R. REINECKE & N. E. CESEÑA. 1991. Abundancia y estructura poblacional de los bancos de la almeja Catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) durante abril de 1988, en Bahía Concepción, B. C. S. Ciencia Pesquera, Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca, México 8: pp 35-40.
- LYDEARD, C. & R. L. MAYDEN. 1995. A diverse and endangered aquatic ecosystem of the southeast United States. *Conservation Biology* 9 (4): 800-805.
- LYDEARD, C., R. H. COWIE, A. E. BOGAN, P. BOUCHET, K. S. CUMMINGS, T. J. FREST, D. G. HERBERT, R. HERSHLER, O. GARGOMINY, K. PEREZ, W. F. PONDER, B. ROTH, M. SEDDON, E. E. STRONG & F. G. THOMPSON. 2004. The global decline of nonmarine mollusks. *BioScience* 54 (4): 321-330.
- MAIMONE-CELORIO, M. R., M. ALIPHAT, D. MARTÍNEZ-CARRERA, B. RAMÍREZ-VALVERDE, J. I. VALDÉZ-HERNÁNDEZ & A. MACÍAS-LAYLLE. 2006. Manejo tradicional de humedales tropicales y su análisis mediante sistemas de información geográfica (SIGs): El caso de la comunidad maya-chontal de Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 22 (1): 27-49.
- MOHLER, J. W., P. MORRISON & J. HAAS. 2006. The mussels of Muddy Creek on Erie National Wildlife Refuge. *Northeastern Naturalist* 13 (4): 569-582.
- NEVES, R. J. & J. C. WIDLAK. 1987. Habitat ecology of juvenile freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in a headwater stream in Virginia. *American Malacological Bulletin* 5 (1): 1-7.
- OSBERMEYER, B. K. 1998. A comparison of quadrats versus timed snorkel searches for assessing freshwater mussels. *The American Midland Naturalist* 139 (2): 331-339.
- ORTIZ, L. O. M., R. L. J. RANGEL & C. J. CARRILLO. 2004. Distribución y Abundancia de los bivalvos dulceacuícolas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla Tabasco. *Memorias del VI Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México "Dr. Eduardo Aguirre-Pequeño"* 29-36.
- POOLE, K. E. & J. A. DOWNING. 2004. Relationship of declining mussel biodiversity to stream-reach and watershed characteristics in an agricultural landscape. *Journal of the North American Benthological Society* 23 (1): 114-125.
- RANDKLEV, C. R., M. S. JOHNSON, E. T. TSAKIRIS, J. GROCE & N. WILKINS. 2013. Status of the freshwater mussel (Unionidae) communities of the mainstem of the Leon River, Texas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23 : 390-404.
- REGUERO, M., A. GARCÍA-CUBAS & G. ZUÑIGA. 1991. Moluscos de la Laguna Tampamachoco Veracruz: (Sistemática y Ecología). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. México 18 (2): 289-328.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Programa de Manejo de la Biosfera Pantanos de Centla. México. 220 p.
- SOSA, P. R. & T. A. M. VÁSQUEZ. 1986. Manual de Caracterización Física, Química y Microbiológica de Suelos. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México 295 p.
- STRAYER, D. L. 1993. Macrohabitats of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in streams of the northern Atlantic slope. *Journal of the North American Benthological Society* 12: 236-246.
- STRAYER, D. L., J. A. DOWNING, W. R. HAAG, T. L. KING, J. B. LAYZER, T. J. NEWTON & S. J. NICHOLS. 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *Bioscience* 54 (5): 429-439.
- STURGES, H. A. 1926. The Choice of Class Interval, *Journal of the American Statistical Association*. 21 (153): 65-66.
- TÉLLEZ, S. J., M. OLIVA, J. A. RAMÍREZ DE LEÓN & M. VÁSQUEZ. 1999. Evaluación de la calidad microbiológica del Ostión de "La Laguna Madre" de Tamaulipas (México). *Ciencias y Tecnología Alimentaria* 2 (3): 152-157.
- VEGA M. A. 2005. Plan de conservación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos. Pronatura, The Nature Conservancy, CONANP. México. 132 p.
- WALKER, K. F. 1981. Ecology of freshwater mussels in the River Murray. Technical Report No. 63, Australian Water Resources Council, Canberra.
- WAKIDA-KUSUNOKI, A. T. & C. L. MacKENZIE. 2004. *Rangia* and marsh clams, *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* and *Polymesoda caroliniana*, in Eastern México: Distribution, biology and ecology, and historical fisheries. *Marine Fisheries Review* 66 (3): 13-20.
- ZIUGANOV, V., E. SAN MIGUEL, R. J. NEVES, A. LONGA, C. FERNÁNDEZ, R. AMARO, V. BELETSKY, E. POPKOVITCH, S. KALIUZHIN & T. JOHNSON. 2000. Life span variation on the freshwater pearl shell: A model species for testing longevity mechanisms in animals. *AMBIO* 29 (2): 102-105.

Recibido: 11 noviembre 2013.

Aceptado: 17 julio 2014.