

## Patrones de crecimiento y proporción de sexos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae)

### Growth patterns and sex ratio of the crab *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae)

Ruth Escamilla-Montes<sup>1</sup>✉, Genaro Diarte-Plata<sup>1\*</sup>✉, César Arturo Ruíz-Verdugo<sup>2</sup>, Salvador Granados-Alcantar<sup>3</sup>, Antonio Luna-González<sup>1</sup>✉, Horacio Vázquez-López<sup>4</sup>✉, Jesús Arturo Fierro-Coronado<sup>1</sup>✉, Gustavo De la Cruz-Agüero<sup>5</sup>✉ y Marcial Trinidad Villalejo-Fuerte<sup>5</sup>✉

**Recibido:** 08 de noviembre de 2016.

**Aceptado:** 28 de noviembre de 2018.

**Publicado:** 15 de diciembre de 2018.

#### RESUMEN

**Antecedentes:** El conocimiento del crecimiento en cualquier especie es relevante debido a que proporciona información de la dinámica local de la población. **Objetivos:** Evaluar el crecimiento, la estructura de tallas, la morfometría y la proporción de sexos de las jaibas *C. bellicosus* capturadas en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México. **Métodos:** Durante el periodo de marzo de 2012 a marzo de 2013 se evaluaron las distribuciones de frecuencias de tallas y se aplicó el método de progresión modal mediante el programa FISAT II. Asimismo, se determinaron los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy y el desempeño del crecimiento o índice de Munro ( $\emptyset$ ). **Resultados:** Se capturaron 3,242 organismos de *C. bellicosus*, de los cuales 1,770 fueron machos y 1,472, hembras. La población de *C. bellicosus* en la laguna presentó un intervalo de tallas de 40 mm a 190 mm (AC), mostrando dos modas similares para machos y hembras (100 mm y 110 mm, respectivamente). Las relaciones entre el LC-AC para ambos sexos se ajustaron a un modelo de tipo lineal (machos, LC = 0.5265AC-0.0539,  $R^2 = 0.8058$ ,  $p < 0.05$ ; hembras, LC = 0.581AC-0.6335,  $R^2 = 0.7643$ ,  $p < 0.05$ ). La relación AC-PT fue de tipo potencial (machos, PT = 0.561AC<sup>3.0751</sup>,  $R^2 = 0.7968$ ,  $p < 0.05$ ; hembras, PT = 0.0834AC<sup>2.9077</sup>,  $R^2 = 0.7589$ ,  $p < 0.05$ ). En hembras se estimó una K = 0.90 años<sup>-1</sup> y L<sub>∞</sub> = 169 mm, en los machos fue K = 1.20 años<sup>-1</sup> y L<sub>∞</sub> = 178.5 mm. **Conclusiones:** Las curvas de crecimiento sugirieron que *C. bellicosus* alcanzó su longitud máxima de 2.5 a 3 años. La proporción de sexos de 0.81 H : 1 M fue significativa ( $X^2_{(0.05, 11)} = 19.675$ ,  $X^2_{observada} = 58.481$ ,  $p < 0.05$ )

**Palabras clave:** biología, *Callinectes bellicosus*, ecología, eficiencia, Portunidae

#### ABSTRACT

**Background:** Knowledge of growth is relevant because it provides information on the local dynamics of the population. **Goals:** This study evaluated the growth, size structure, morphometry, and sex ratio of *C. bellicosus* crab caught in the El Colorado lagoon, Ahome, Sinaloa, Mexico. **Methods:** Through size distributions and by the modal-progression method using the FISAT II program. Similarly, the growth parameters of the von Bertalanffy stationalized equation and the growth performance or Munro index ( $\emptyset$ ) were determined from March 2012 to March 2013. **Results:** 3,242 organisms of *C. bellicosus* were captured of which 1,770 were males and 1,472 were females. The population of *C. bellicosus* in the lagoon ranged in size from 40 mm to 190 mm (CW), showing two similar modes for males and females (100 mm and 110 mm, respectively). The relationships between CL-CW for both sexes were adjusted to a linear type model (males, CL = 0.5265CW-0.0539,  $R^2 = 0.8058$ ,  $p < 0.05$ , females, CL = 0.581CW-0.6335,  $R^2 = 0.7643$ ,  $p < 0.05$ ). The CW-TW relationship was of potential type (males, TW = 0.561AC<sup>3.0751</sup>,  $R^2 = 0.7968$ ,  $p < 0.05$ ; females, TW = 0.0834C<sup>2.9077</sup>,  $R^2 = 0.7589$ ,  $p < 0.05$ ). In females, K = 0.90 years<sup>-1</sup> and L<sub>∞</sub> = 169 mm, K = 1.20 years<sup>-1</sup> and L<sub>∞</sub> = 178.5 mm. **Conclusions:** The growth curves suggest that *C. bellicosus* reaches its maximum length at 2.5 to 3 years. The sex ratio of 0.81 F : 1 M was significant ( $X^2_{(0.05, 11)} = 19.675$ ,  $X^2_{observada} = 58.481$ ,  $p < 0.05$ ).

**Keywords:** biology, *Callinectes bellicosus*, ecology, efficiency, Portunidae

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Juan de Dios Bátiz Paredes 250. Guasave, Sinaloa, 81101. México

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Pesquera, Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur km 5.5, col. El Mezquitito. La Paz, Baja California Sur, 23080. México

<sup>3</sup> Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Los Mochis. Boulevard. Macario Gaxiola y Carretera Internacional México 15. Los Mochis, Sinaloa, 81223. México

<sup>4</sup> Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida de los Barrios 154090, Los Reyes Iztacala. Tlalhepantla, Estado de México, 54090. México

<sup>5</sup> Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, 23096. México

\*Author for correspondence:

gdiarte@ipn.mx

To cite as:

Escamilla-Montes R., G. Diarte-Plata, C. A. Ruíz-Verdugo, S. Granados-Alcantar, A. Luna-González, H. Vázquez-López, J. A. Fierro-Coronado, G. De la Cruz-Agüero y M. T. Villalejo-Fuerte. 2018. Patrones de crecimiento y proporción de sexos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae). *Hidrobiológica* 28 (3): 301-311.

DOI:10.24275/uam/izt/dcbis/hidro/2018v28n3/Escamilla

## INTRODUCCIÓN

El ciclo de vida de los portúnidos es complejo, debido a que son organismos dependientes de los sistemas lagunares, y además comprenden estadios planctónicos, nectónicos y bentónicos que se llevan a cabo entre lagunas costeras, estuarios y cerca de la zona marina, en una gran variedad de hábitats. Ecológicamente, ocupan un lugar importante en la cadena trófica, ya que son presa de muchas especies y a la vez son voraces depredadores de otras (William, 1974; Ramírez-Félix *et al.*, 2003). *Calientes bellicosus* (Stimpson, 1859) es un recurso pesquero marino que se explota en casi todas las costas del Pacífico mexicano. Es una especie estenohalina que tolera un intervalo de salinidad de 31-38 ups; se encuentra en un intervalo de temperatura de 4 a 18 °C y habita en profundidades de 0-30 m (Paul, 1982a). Sus capturas son tradicionalmente de tipo artesanal, mediante el empleo de artes de pesca muy sencillos, de bajo costo y de fácil elaboración. Además, se considera que estos organismos también son susceptibles de cultivo, ya que tienen un amplio mercado internacional (INP, 1984). En las poblaciones sometidas a explotación, el conocimiento de la eficiencia y caracterización del crecimiento individual es de suma importancia, puesto que con ello se determina la magnitud de la disponibilidad del recurso en el sistema (Munro & Pauly, 1983; Sparre & Venema, 1997). En este sentido, es evidente que al obtener una comprensión detallada del patrón de crecimiento de una especie se logran estimaciones más precisas, o por lo menos con márgenes de variabilidad conocidos, sobre el tamaño de la población y su disponibilidad para la explotación (Arreguín-Sánchez & Defeo, 1991). De tal manera, el conocimiento del crecimiento y proporción de sexos en esta especie es relevante porque proporciona información de la dinámica local de la población estudiada, y así es posible establecer tallas de captura que garanticen que la pesca está incidiendo sobre adultos postreproductivos y, a su vez, permitiendo que los organismos jóvenes puedan llegar a la edad reproductiva para después integrarse al *stock* a explotar (Arreola-Lizárraga & Hernández-Moreno, 2007; Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013).

Por otro lado, las lagunas costeras y estuarios presentan diferencias en sus características hidrológicas y geomorfológicas. A lo cual también se suma la escasa información sobre la influencia de variables fisicoquímicas en condiciones naturales (temperatura y salinidad) sobre el crecimiento (estructura de tallas, relaciones morfométricas, eficiencia del crecimiento) y la proporción de sexos en la jaiba *C. bellicosus* (INP, 1984; Arreola-Lizárraga *et al.*, 2003; Ramírez-Félix *et al.*, 2003; Arreola-Lizárraga & Hernández-Moreno, 2007). En consecuencia, el presente estudio analizó los patrones de crecimiento y la proporción de sexos de la jaiba *C. bellicosus* en la laguna El Colorado, en Sinaloa, México, con la finalidad de aportar más información sobre aspectos de dinámica poblacional (crecimiento y proporción de sexos) para una mejor administración del recurso en la zona de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de muestreo.** La laguna El Colorado es un cuerpo de agua somero de aproximadamente 146 km<sup>2</sup>, con aportes del río Fuerte y los drenes agrícolas Colorado y Pascola. Se localiza en el municipio de Ahome, al norte del estado de Sinaloa, México, en las coordenadas 25° 39' y 25° 47' N, y los 109° 16' y 109° 24' O. Al oeste se encuentra semi-cerrada por la isla Lechuguilla y al suroeste presenta una conexión al mar circundada por una gran cantidad de esteros y manglares (Fig. 1). La temperatura del agua fluctúa entre 21.5 y 32.7 °C (con promedio durante el verano de 32.1 °C y en el invierno de 22.0 °C). La salinidad tiene variaciones de 37 a 48 ups, con un pH de 7.71 a 8.13, y el oxígeno

disuelto se reporta entre 5.43 a 8.53 mg/l (Diez-Pérez & Ramírez, 1976; Cárdenas-Gámez, 2007; Diarte-Plata, 2007).

**Variables ambientales.** Los parámetros ambientales, como la temperatura (YSI 55<sup>MR</sup>) y la salinidad (refractómetro Atago<sup>MR</sup>), se registraron mensualmente en cada estación de muestreo (Diarte-Plata, 2007).

**Diseño de muestreo.** Se realizó un muestreo con diseño tipo grilla entre marzo de 2012 y marzo de 2013. Los organismos fueron capturados mensualmente en cinco estaciones de muestreo entre las 6:00 y 12:00 h. Dichas estaciones fueron ubicadas con un geoposicionador (Garmin-45<sup>MR</sup>), considerando el comportamiento biológico, según lo reportado por Palacios-Fest (2002), y cubrieron las zonas este (E1 y E2, zona de esteros y manglar), sur (E3, manglar), oeste (E4, bocabarra, dunas-zona central) y norte (E5, manglar) (Fig. 1). Para la captura de los organismos se consideró el calado de tres líneas de trampas por estación de muestreo. Cada línea, con una longitud (Nm-milla náutica) de 0.2160 Nm (400 m) y una separación de 0.1620 Nm (300 m) entre líneas, se formó con 40 trampas (aros jaiberos con un diámetro (Ø) de 0.50 m y 1" de luz de malla). En el caso de los aros jaiberos, la distancia entre ellos fue de 0.0054 Nm (10 m). Se realizaron 600 lances de trampas mensualmente y se utilizó pescado (*Mugil* sp.) como carnada. El tiempo de acción de la carnada en cada línea de trampas fue de 15 min antes de extraer a los organismos. Las jaibas capturadas se conservaron en hielo hasta su traslado al laboratorio, en donde se realizó la identificación de la especie (Hendrickx, 1984).

**Biometría y determinación del sexo.** Para cada organismo se registró el ancho (AC) y largo (LC) del caparazón con un vernier digital de 0.05 mm de precisión (Mitutoyo<sup>MR</sup> 500-197). Para obtener el peso total (PT) se utilizó una balanza digital (Ohaus<sup>MR</sup>, Scout Pro SP 200). Se determinó el sexo con base en la forma del abdomen y telson (Hendrickx, 1984; Escamilla-Montes, 1998).

**Estructura de tallas.** El ancho de caparazón (AC) se tomó como medida de referencia para realizar histogramas de frecuencias de tallas por cada sexo por mes, los cuales se tomaron como base para el cálculo de los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy mediante el programa FiSAT II (Pauly & Munro, 1984).

**Morfometría.** Con el propósito de obtener los parámetros morfométricos y estimar el crecimiento relativo de la jaiba *C. bellicosus*, se procesaron los datos para determinar el tipo de modelo de mejor ajuste para las relaciones LC - AC y AC - PT. Los valores se ajustaron a regresiones de tipo lineal ( $Y = a + bX$ ) y de tipo potencial ( $Y = aX^b$ ), donde  $a$  es la ordenada al origen y  $b$  es la pendiente. El valor estimado de la variable  $b$  nos indica el tipo de crecimiento, cálculo que se obtuvo con una prueba  $t$ , con la cual se determinó si el crecimiento que mostró la especie fue isométrico ( $b = 3$ ) o alométrico ( $b \neq 3$ ). La ecuación que se utilizó para lo anterior fue la siguiente (Ricker, 1975; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005; Zar, 2010):

$$t = \frac{e.sx}{e.su} * \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} * \sqrt{n-2}$$

Donde:

$e.s(x)$  = desviación estándar del logaritmo del ancho del caparazón,

$e.s(y)$  = desviación estándar del logaritmo del PT,

$n$  = número de organismos utilizados en el análisis,

$r^2$  = coeficiente de correlación de la relación PT-AC.

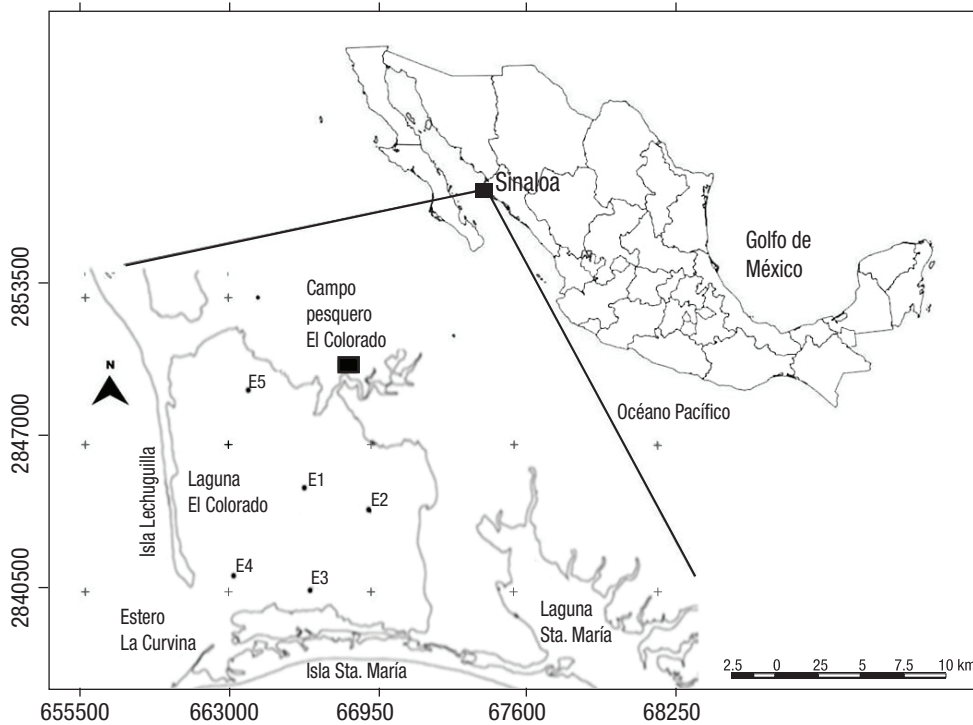


Figura 1. Área de estudio en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México, mostrando las cinco estaciones donde se realizó el muestreo.

El valor de *b* es diferente de 3 si *t* es más grande que el valor de tablas de *t* para *n*-2 grados de libertad ( $\alpha = 0.05$ ) (Pauly & Munro, 1984).

**Crecimiento.** Para el modelo estacionalizado de crecimiento de von Bertalanffy se utilizaron los datos de AC, los cuales se agruparon en histogramas de frecuencia con intervalos de 10 mm, y se calcularon los parámetros  $L_{\infty}$  y *k* mediante el método de progresión modal utilizando el programa FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II, Roma, Italia; Pauly, 1993; Sparre & Venema, 1997). Los valores se proyectaron en el tiempo al obtener los cálculos para cada parámetro de la ecuación de crecimiento con los organismos de menores tallas como valor de origen al inicio.

Para  $t_0$  se tomó el valor propuesto por otros autores, lo cual permitió estimar la edad absoluta de la especie en estudio (Arreola-Lizárraga & Hernández-Moreno, 2007; Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013). Como el crecimiento es oscilatorio, el modelo está dado por la ecuación de crecimiento estacionalizada de von Bertalanffy (Pauly & Munro, 1984).

$$Lt = L_{\infty} \left[ 1 - e^{-k(t-t_0) + (C \cdot K / 2 \cdot \pi)(t-ts)} \right]$$

Donde:

*Lt* = Longitud calculada del organismo a la edad *t*.

$L_{\infty}$  (Longitud infinita) = Longitud media que los organismos podrían alcanzar en caso de crecer hasta una edad muy avanzada.

*k* = Coeficiente de crecimiento.

$t_0$  = Edad hipotética del organismo más pequeño (al momento de nacer el organismo ya tiene cierta longitud, por lo que generalmente el  $t_0$  tiene un valor negativo).

*C* = Constante de amplitud en la oscilación del crecimiento, varía entre 0 y 1.

*ts* = Punto de partida de la oscilación del crecimiento. Está dado por la ecuación  $t_{\infty} = ts + 0.5$ .

Wp (Winter point) = Fracción del año donde el crecimiento es menor.

Para la comparación de las curvas de crecimiento por sexos se utilizó el método de análisis de la suma de cuadrados residuales (Pauly & Munro, 1984; Chen *et al.*, 1992; Escamilla-Montes, 1998).

**Eficiencia del crecimiento.** Se determinó la variación de la eficiencia del crecimiento (AC) mediante la ecuación Phi prima de Munro ( $\emptyset'$ ) (Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013).

$$\emptyset' = \text{Log } k + 2 \cdot \text{Log } AC_{\infty}$$

Para calcular la significancia de la eficiencia del crecimiento se utilizó el coeficiente de variación ( $CV\emptyset'$ ), el cuál es el equivalente a la razón entre la media aritmética (ACProm.) y la desviación estándar de las Phi primas a comparar ( $\emptyset'$ ) (Munro & Pauly, 1983; Pauly & Munro, 1984; Pauly, 1993; Sparre & Venema, 1997; Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013).

$$CV\emptyset' = \frac{\sigma\emptyset'}{ACProm.} * 100$$

**Proporción de sexos.** Se expresó en términos del número total de hembras (H) con relación al número total de machos (M). Se aplicó la prueba de Chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) para determinar una significancia entre la relación teórica-esperada (1H: 1M) y la relación calculada (Hendrickx, 1984; Escamilla-Montes, 1998). La  $\chi^2$  se expresó como:

$$\chi^2 = \sum i \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

$\sum i$  = suma,

$O_i$  = Relación observada,

$E_i$  = Relación esperada.

Los valores calculados y tabulados de  $\chi^2$  se compararon con una  $\alpha = 0.05$  para determinar el nivel de significancia (Zar, 2010).

### RESULTADOS

**Variables ambientales.** En la laguna El Colorado la temperatura del agua presentó un intervalo anual que osciló de 18.4 (enero y marzo 2013) a 31.8 °C (agosto de 2012) (Fig. 2). Por estación de muestreo, la temperatura mínima fue de 24.48 °C en la E1 y la máxima de 25.52 °C en la E5. Se observaron diferencias significativas en la temperatura registrada entre las estaciones de muestreo durante el ciclo anual (meses) ( $F_{11, 0.05} = 5.955, p = 0.000008$ ). La salinidad tuvo una leve variación en el intervalo anual, con valores mínimos de 32 ups en agosto y septiembre de 2012, y un valor máximo de 38 ups en enero de 2013 (promedio de 35 ups); en cambio, se registraron diferencias significativas entre los meses de muestreo ( $F_{11, 0.05} = 3.363, p = 0.002116$ ) pero no entre las estaciones por mes ( $F_{4, 0.05} = 1.342, p = 0.2661$ ) (Fig. 2).

**Estructura de tallas.** Se capturaron un total de 3,242 jaibas, de las cuales fueron 1,770 machos y 1,472, hembras. La población de *C. bellicosus* en la laguna presentó un intervalo de tallas de 40 mm a 190 mm (AC) (Figs. 3 a-l), de las cuales se obtuvieron dos modas similares, 100 mm para machos y 110 mm para hembras. En los machos la frecuencia

de talla registrada osciló de 50 mm a 190 mm (AC), mientras que en las hembras fue de 50 mm a 150 mm AC.

**Morfometría.** Las relaciones entre el LC-AC para machos y hembras se ajustaron a un modelo de tipo lineal (machos,  $LC = 0.5265AC - 0.0539, R^2 = 0.8058, p < 0.05$ ; hembras,  $LC = 0.581AC - 0.6335, R^2 = 0.7643, p < 0.05$ ). La relación AC-PT fue de tipo potencial en ambos sexos (machos,  $PT = 0.561AC^{3.0751}, R^2 = 0.7968, p < 0.05$ ; hembras,  $PT = 0.0834AC^{2.9077}, R^2 = 0.7589, p < 0.05$ ) (Figs. 4 a-b). Se observaron diferencias significativas en los valores de la prueba de significancia *t* de la pendiente (*b*) entre machos ( $b = 3.07$ , isométrico,  $t = 5.60$ ) y hembras ( $b = 2.90$ , alométrico negativo,  $t = 1.36$ ). La relación AC-PT mostró que los machos son más grandes que las hembras, y también se observó una tendencia de crecimiento tanto alométrico como isométrico.

**Crecimiento.** Los parámetros de crecimiento del modelo estacionalizado de von Bertalanffy estimados en hembras fue de  $L_{\infty} = 169$  mm y  $k = 0.90$  año<sup>-1</sup>, y en machos fue de  $L_{\infty} = 178.5$  mm y  $k = 1.20$  año<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron que la edad relativa a la cual los organismos de *C. bellicosus* alcanzaron el crecimiento máximo fue entre los 3 y 4 años de edad para ambos sexos (Fig. 5, Tabla 1). Las tasas de crecimiento fueron de 23.67 mm mes<sup>-1</sup> en los machos y de 12.62 mm mes<sup>-1</sup> en las hembras.

**Eficiencia del crecimiento.** El desempeño de los parámetros de crecimiento, esto es, el índice de Munro ( $\emptyset$ ), fue de 4.58 para los machos y 4.41 para las hembras. El coeficiente de variación (CV) para los machos fue de 5.96% y para las hembras de 5.30% (Tabla 2).

**Proporción de sexos:** La proporción sexual presentó una dominancia por organismos machos (0.81 H: 1 M;  $\chi^2_{(0.05, 11)} = 19.675, \chi^2 = 58.481, p < 0.05$ ), mientras que la mayor proporción de hembras se observó sólo en marzo de 2013 con un 70% (1.32 H: 1 M,  $\chi^2 = 2.920, p < 0.05$ ) (Fig. 6, Tabla 3).

### DISCUSIÓN

En la laguna El Colorado la temperatura superficial del agua (18.4 - 31.8 °C) mantuvo un patrón estacional distintivo de la región, similar a lo reportado por Diarte-Plata (2007) en la misma laguna, donde el intervalo de temperatura osciló entre 19.3 y 31.2 °C. En cuanto a las fluctuaciones leves en la salinidad durante los meses de muestreo, posiblemente se deban a la influencia de la temporada de lluvias, las cuales se presentaron principalmente en el periodo verano-otoño (julio-octubre), y al tiempo de residencia que teóricamente tarda 1.25 días para que ocurra un 100% del agua en la laguna El Colorado, propiciando condiciones similares a características oceánicas (Cárdenas-Gámez, 2007; Diarte-Plata, 2007). Las condiciones de temperatura y salinidad son factores claves en la presencia de las jaibas de *C. bellicosus*, pues dieron lugar a la agregación en la laguna (Severino-Rodríguez et al., 2013). En este sentido, Paul (1982 a-b) mencionó que los adultos del género *Callinectes* son estenohalinos, en particular *C. bellicosus*, por ello sus larvas requieren salinidades del ambiente marino, y las hembras grávidas liberan los huevecillos en las bocas de las lagunas costeras y esteros. Arreola-Lizárraga et al. (2003) observaron que las poblaciones de esta especie parecen tener una distribución heterogénea por tamaños y sexos en aguas con temperaturas entre los 20 y 32 °C; valores térmicos que coinciden con los registrados para este trabajo en la laguna El Colorado.

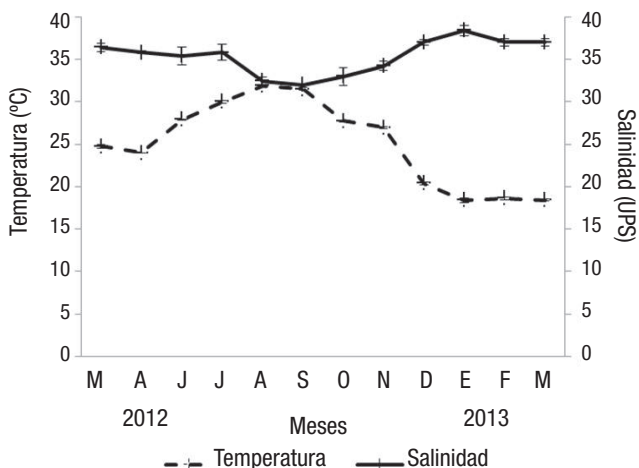
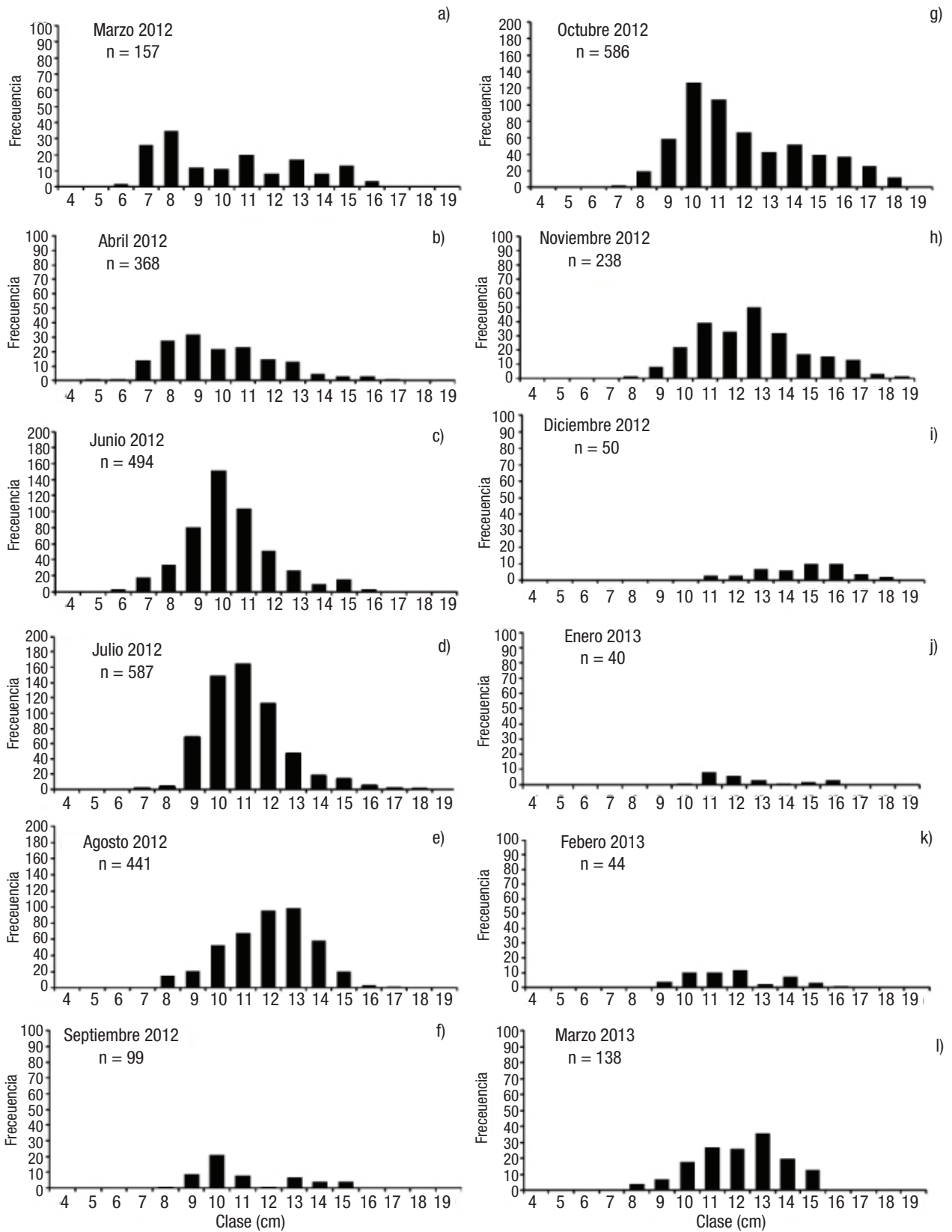


Figura 2. Variación de la temperatura y salinidad en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México.





Figuras 3a-l. Estructura de tallas mensual de las jaibas de *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) en laguna El Colorado, Sinaloa, México.

Tabla 1. Parámetros y ecuaciones de crecimiento calculados para la ecuación de von Bertalanffy para *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) en la Laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México.

Sexo	Parámetros de crecimiento	Ecuación	Índice de Munro (Ø)
Machos	$L_{\infty} = 178.5 \text{ mm}$ $K = -1.20$ $t_0 = 0.07$	$Lt = 178.5 [1 - e^{-1.20(t-0.07)} + 0.5(1.20/6.28) \text{sen } 6.28(t-0.07)]$	4.58
Hembras	$L_{\infty} = 169 \text{ mm}$ $K = -0.90$ $t_0 = 0.16$	$Lt = 169 [1 - e^{-0.90(t-0.16)} + 0.5(0.55/6.28) \text{sen } 6.28(t-0.09)]$	4.41

La distribución de la frecuencia de tallas brinda información sobre los procesos de la dinámica poblacional, tales como crecimiento, mortalidad y reclutamiento, así como también acerca de los movimientos de la población (Rodríguez-Félix, 2017). En el presente trabajo las frecuencias de tallas registradas de los machos fluctuaron entre los 50 y 190 mm (AC), mientras que en las hembras oscilaron entre 50 y 150 mm (AC). Estos resultados difieren con lo reportado por Hernández-Moreno & Arreola-Lizárraga (2007), quienes capturaron organismos con tallas entre 90 y 122 mm. No obstante, son similares a lo observado por Salazar-Navarro *et al.* (2002), quienes capturaron organismos con tallas en el intervalo de 40 a 120 mm. En contraste, Molina-Ocampo (2001) y Nevárez-Martínez *et al.* (2003) reportaron una estructura de tallas

de 20 a 98 mm (AC). Las relaciones AC-PT registradas en los machos sugieren que tuvieron mayor talla y peso total que las hembras; estos resultados coinciden con estudios llevados a cabo en otras localidades del Pacífico mexicano en donde los organismos colectados mostraron la misma tendencia de crecimiento (Paul, 1982b; Escamilla-Montes, 1998; Molina-Ocampo, 2001; Hernández-Moreno & Arreola-Lizárraga, 2007; López-Martínez *et al.*, 2014). Los valores de  $b$  para las hembras fueron cercanos a 3 ( $b \neq 3$ ), lo cual indica que su crecimiento es alométrico; su tendencia fue crecer más en peso que en talla, mientras que los machos presentaron un crecimiento isométrico ( $b = 3$ ), crecieron de igual manera en talla y peso total. Resultados similares a los observados en este estudio fueron obtenidos por Molina-Ocampo (2001) en *C. bellicosus*, puesto que tanto los organismos machos como hembras presentaron la misma tendencia de crecimiento, lo que puede atribuirse a un desfase en la condición biológica óptima de las hembras, debido a bajas tasas de alimentación y a un mayor gasto energético en la temporada reproductiva (Molina-Ocampo, 2001). Por su parte, en Oaxaca, Gil-López y Sarmiento-Náfate (2001) realizaron un estudio similar con machos y hembras de *C. arcuatus* (Ordway, 1863) y *C. bellicosus* (Stimpson, 1859), y encontraron que el crecimiento fue alométrico en los adultos. Nevárez-Martínez *et al.* (2003) obtuvieron valores de  $b = 2.816$  y  $b = 2.802$  en la jaiba *C. arcuatus* en las bahías de Guásimas y Lobos (Sonora, México) respectivamente, lo que demuestra un crecimiento isométrico en ambos sexos. Esto sugiere que las especies de jaibas tienden a mostrar un crecimiento isométrico inicial, que eventualmente puede mudar hacia un crecimiento alométrico, debido a la presencia de hembras en la temporada reproductiva. En los braquiuros esta interrupción en el crecimiento parece ser general para las hembras, ya que se ha asociado que detienen su desarrollo para destinar gran parte de su energía al proceso reproductivo, en tanto que los machos continúan creciendo aun después de alcanzar la madurez sexual; además, la cópula se realiza cuando la hembra está mudada y mientras regenera el exoesqueleto, por lo que el macho que la fecunda debe tener mayor talla para protegerla de depredadores (Sastry, 1983). Los parámetros de crecimiento se pueden aplicar para estimar el tamaño que alcanzarán los organismos hasta una talla máxima asíntótica en un tiempo dado (Hernández-Moreno & Arreola-Lizárraga, 2007). Los parámetros de crecimiento estimados en este estudio mostraron que la edad relativa a la cual las jaibas *C. bellicosus* alcanzaron su longitud máxima fue de 2.5 a 3 años. Hay que mencionar que para que los crustáceos puedan alcanzar su tamaño asíntótico suelen presentar una serie de factores, como una vida corta o una alta tasa de crecimiento, y que cuando son sometidos a una intensa tasa de explotación tienen menos oportunidades para alcanzar su tamaño máximo (Gil-López & Sarmiento-Náfate, 2001; Nevárez-Martínez *et al.*, 2003). Los parámetros de  $k$  y  $L_{\infty}$  estimados para *C. bellicosus* mostraron una disminución

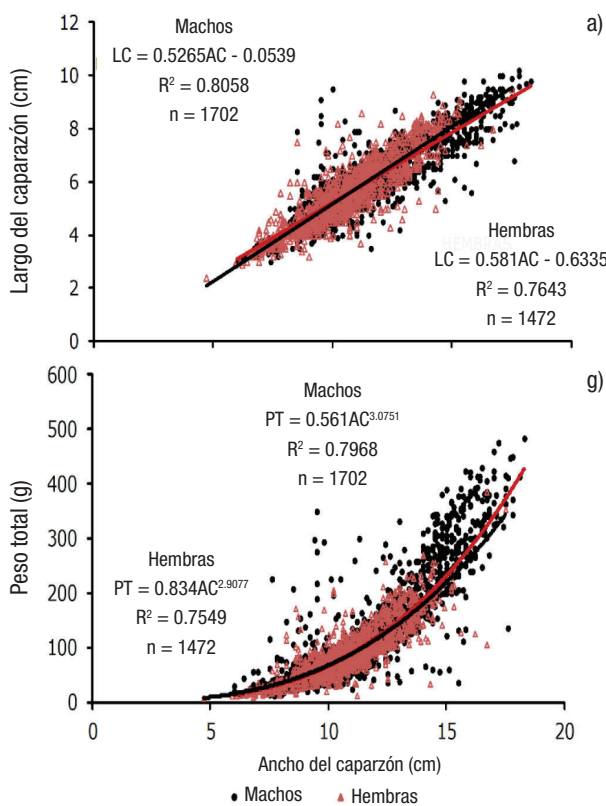


Figura 4a-b. Relaciones morfométricas LC-AC y AC-PT de hembras y machos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859). a) Relación largo del caparazón versus ancho del caparazón; b) Relación peso total versus ancho del caparazón.

Tabla 2. Comparación de la eficiencia del crecimiento ( $\phi'$ ) para machos y hembras de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859), en distintas lagunas costeras de México.

Sexo	$L_{\infty}$ (mm)	K (año)	$\phi'$	Fuente	Localidad
Machos	178.5	1.20	4.58	Este estudio	El Colorado, Ahome, Sinaloa
	169	0.90	4.41	Hernández y Arreola-Lizarraga (2003)	Las Guásimas, Sonora
	177	2.7	4.93	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Topolobampo, Sinaloa
	174	2.8	4.93	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Navachiste, Sinaloa
	169	3.1	4.95	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Santa María La Reforma, Sinaloa
	174	2.8	4.93	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Ensenada del Pabellón-Altata, Sinaloa
	179	2.6	4.92	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Ceuta, Sinaloa
	180	0.68	4.34	Gil y Sarmiento (2001)	Mar Muerto Oaxaca- Chiapas
	181	0.8	4.42	Escamilla-Montes (1998)	El Conchalito, B.C.S
Media	4.7268				
Desv. Est	0.2817				
C.V.	5.96				
Hembras	178.5	1.20	4.58	Este estudio	El Colorado, Ahome, Sinaloa
	169	0.90	4.41	Hernández y Arreola-Lizarraga (2003)	Las Guásimas, Sonora
	152	3.5	4.91	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Topolobampo, Sinaloa
	149	3.7	4.92	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Navachiste, Sinaloa
	150	3.6	4.91	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Santa María, La Reforma, Sinaloa
					Ensenada del Pabellón-Altata, Sinaloa
	148	3.9	4.93	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Altata, Sinaloa
	149	3.6	4.91	Salazar <i>et al.</i> (2003)	Ceuta, Sinaloa
	180	0.68	4.34	Gil y Sarmiento (2001)	Mar Muerto Oaxaca- Chiapas
	231	0.5	4.43	Escamilla-Montes (1998)	El Conchalito, B.C.S
Media	4.7376				
Desv. Est	0.2511				
C.V.	5.30				

en las tasas de crecimiento de ambos sexos durante el periodo de estudio. Esto puede atribuirse a que los muestreos para esta evaluación se dirigieron a capturar organismos de todas las tallas de la población, donde la captura se basó tanto en juveniles como adultos; información a partir de la cual se construyeron las curvas de crecimiento, cuyos valores de edad posiblemente difieren de los calculados en los trabajos

realizados en el Pacífico mexicano. Cabe mencionar que investigaciones previas realizadas sobre crecimiento en *C. bellicosus*, *C. arcuatus* y *C. toxotes* (Ordway, 1863) se basan en datos provenientes de capturas comerciales donde los organismos dominantes fueron adultos (Paul, 1982a; Estrada-Valencia, 1999; Molina-Ocampo, 2001; Gil-López & Sarmiento-Náfate, 2001; Nevárez-Martínez *et al.*, 2003).

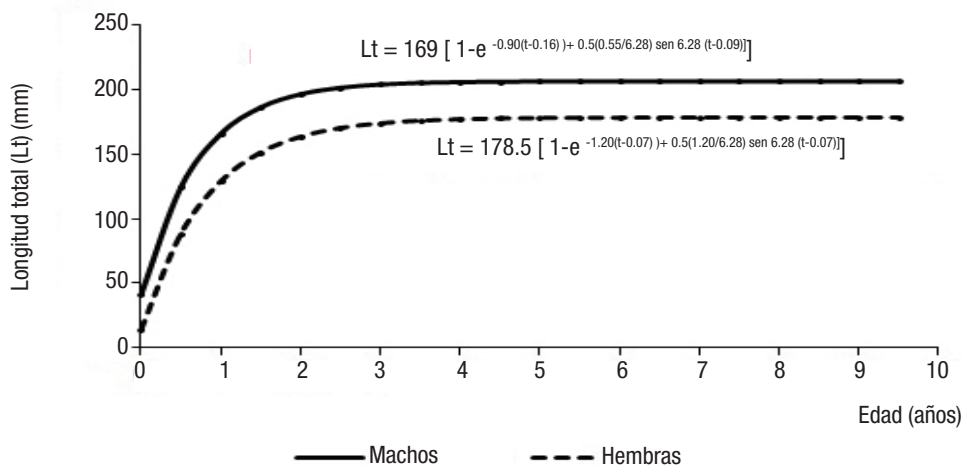


Figura 5. Curvas de crecimiento de hembras y machos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859).

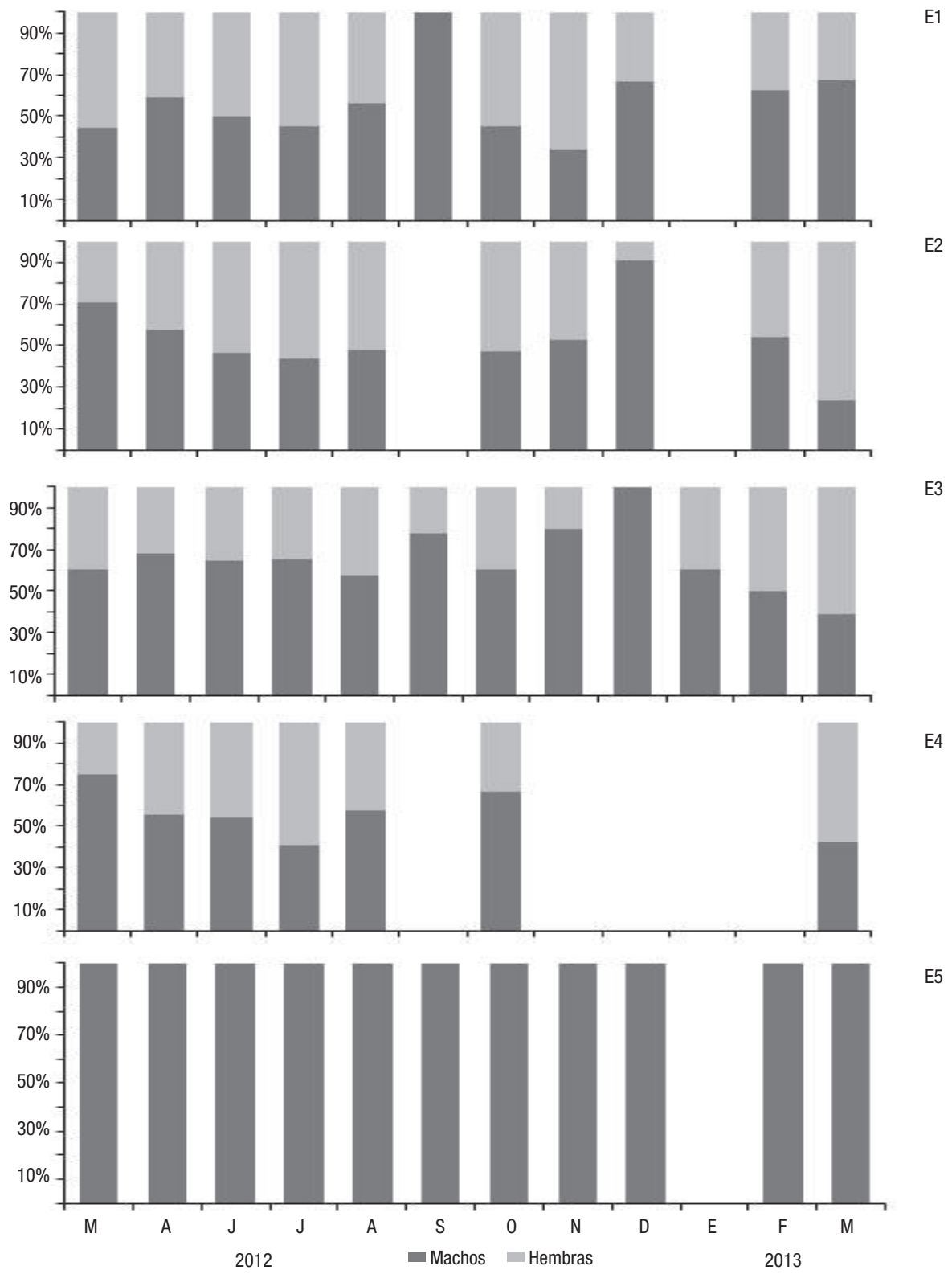


Figura 6. Proporción de sexos mensual y por estaciones de muestreo de *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859), en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México. (Relación Hembra: Macho,  $\chi^2_{(0.05, 11)} = 19.675$ ,  $\chi^2_{\text{observada}} = 58.481$ ,  $p < 0.05$ ).



La eficiencia en el crecimiento se evaluó mediante los parámetros de crecimiento estimados para la jaiba *C. bellicosus*, los cuales fueron comparados con estudios en diferentes regiones del Pacífico mexicano mediante el índice phi prima de Munro ( $\Phi'$ ). El criterio del coeficiente de variación (CV) que se estableció para poder asumir que los resultados eran estadísticamente similares fue el de no exceder en diferencia del 4% (Pauly, 1983; Pauly & Munro, 1984; Pauly, 1993; Arreola-Lizárraga & Hernández-Moreno, 2007; Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013). La eficiencia del crecimiento que se encontró en *C. bellicosus* para los machos fue de CV = 5.96, y en las hembras fue de CV = 5.30. Los coeficientes de variación (CV) tuvieron diferencias significativas en la misma especie al compararse en otras regiones del Pacífico mexicano. Los resultados en laguna El Colorado son similares con los reportados por Arciniega-Flores & Mariscal-Romero (2013), quienes mencionan que en sistemas lagunares con un régimen climático subtropical y templado, el crecimiento no es constante a lo largo del año. Además, refieren que en épocas cálidas en las que existe mayor disponibilidad de alimento, el crecimiento es más rápido que cuando las temperaturas son más bajas. Aunado a lo anterior, cabe señalar que los parámetros de crecimiento pueden variar de una población a otra, e incluso, en la misma especie puede haber valores diferentes durante su ciclo de vida. Asumiendo la diversidad de las variables citadas, se puede considerar que en la presente investigación la pesca constante que se ejerce en el sistema lagunar El Colorado, Ahome, Sinaloa (Arciniega-Flores & Mariscal-Romero, 2013) actúa como un suceso que influye en las estimaciones del crecimiento de la jaiba *C. bellicosus*.

La proporción de sexos 1:1 aumenta la probabilidad de éxito reproductivo (Fisher, 1930), y en crustáceos la proporción teórica esperada

es 1:1 (Warner, 1977). En las causas de segregación por sexos, incluyen la preferencia y la disponibilidad de alimento, reducción del riesgo de depredación intraespecífica, costo energético por apareamiento fuera de la época reproductiva, búsqueda de mejor hábitat o diferentes tasas de mortalidad y crecimiento, así como la influencia del ambiente sobre los organismos (Cobb & Wang, 1985; Cobb & Caddy, 1989; Heupel *et al.*, 2007). En este sentido, en el presente estudio los machos de *C. bellicosus* dominaron sobre las hembras en la laguna El Colorado, lo cual nos sugiere que para la población no ocurren problemas dentro del sistema lagunar en cuanto a asegurar el suministro de esperma que maximiza la producción de huevos en los desoves, lo que mantiene estable o en crecimiento a la población (Cisneros-Mata *et al.*, 2014). Nuestros resultados en la laguna El Colorado coinciden con lo reportado en Cuytlán, Colima, por Estrada-Valencia (1999), quien mencionó que la dominancia de machos en las capturas puede estar relacionada con su voracidad, así como con la conducta reproductiva de las hembras, las cuales tienden a agruparse en sitios con temperaturas y salinidades estables, y por lo tanto, a no ser detectables para desovar fuera de la laguna durante todo el año, lo que coincide con las características de la zona de muestreo, que presentó condiciones mayormente marinas que salobres, debido a que mantiene una conexión permanente con la boca barra del sistema lagunar y el golfo de California (Cárdenas-Gómez, 2007). En la bahía de La Paz, Baja California Sur, y el delta del río Colorado, Sonora, los machos representaron el 80% de la población capturada, aunque en algunas ocasiones se presentaron más hembras que machos (Escamilla-Montes, 1998; Villarreal-Chávez *et al.*, 2003). Lo observado en laguna El Colorado difiere con la bahía de Matanchén, Nayarit, México, donde las hembras fueron ligeramente

Tabla 3. Proporción de sexos mensual de *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859), en la Laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México.

Mes	Proporción				
	Hembras	Machos	Total	Hembras : Machos	X <sup>2</sup>
Marzo/2012	73	84	157	0.87 H : 1 M	0.770
Abril	131	237	368	0.55 H : 1 M	30.532
Junio	203	291	494	0.70 H : 1 M	15.676
Julio	310	277	587	1.12 H : 1 M	1.855
Agosto	189	252	441	0.75 H : 1 M	9.0
Septiembre	42	57	99	0.74 H : 1 M	2.272
Octubre	271	315	586	0.86 H : 1 M	3.303
Noviembre	116	122	238	0.95 H : 1 M	0.151
Diciembre	16	34	50	0.47 H : 1 M	6.48
Enero/2013	16	24	40	0.66 H : 1 M	1.6
Febrero	18	26	44	0.69 H : 1 M	1.454
Marzo	87	51	138	1.71 H : 1 M	9.391
TOTAL	1472	1770	3242	0.81 H : 1 M	82.488
Total de X <sup>2</sup> (pool de X <sup>2</sup> )					27.391
Heterogenidad de X <sup>2</sup>					55.096
X <sup>2</sup> (0.05, 11)					19.675

dominantes (53%) en un ciclo anual (Chávez-Dagostino, 1998). Asimismo, con el estudio realizado en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, en donde el 77.4% de las capturas correspondió a hembras (Ramos-Cruz, 2008). De igual modo, en esta investigación se presentó una dominancia del 70% (1.32 H : 1 M) de hembras sólo en marzo de 2013, en la laguna El Colorado, Esta variación puede deberse a que en el género *Callinectes* la proporción de sexos varía temporalmente cuando las hembras ovígeras migran a la boca de las lagunas costeras para liberar los huevecillos, aunque después regresen al interior (Branco & Masunari, 2000; Baptista *et al.*, 2005).

En conclusión, el presente estudio aporta información acerca de parámetros poblacionales de *C. bellicosus* en la laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, los cuales resultan importantes para tener un mejor manejo de su pesquería y para su óptima conservación en el sistema lagunar.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el CONACYT (CVU-237197), COTEBAL, COFFA, EDI y SIP (proyecto SIP20130595, SIP20150639) del Instituto Politécnico Nacional.

### REFERENCIAS

- ARCINIEGA-FLORES, J. & J. MARISCAL-ROMERO. 2013. Estructura poblacional y crecimiento individual de *Callinectes arcuatus* en la Laguna Barra de Navidad, Jalisco. *Ciencia Pesquera* 21 (1): 15-26.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. & O. DEFEQ. 1991. Análisis del crecimiento de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* de la costa uruguaya en base a datos de composición por longitudes. *Frente Marítimo* 9: 75-81.
- ARREOLA-LIZÁRRAGA, J. A., L. G. HERNÁNDEZ-MORENO, S. HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, J. FLORES-VERDUGO, C. LECHUGA-DEVEZÉ & A. A. ORTEGA-RUBIO. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (Decapoda; Portunidae) in a coastal lagoon of Northwest Mexico. *Crustaceana* 76 (6): 651-664. DOI: 10.1163/156854003322381487
- BAPTISTA, C., M. A. PINHEIRO, BLANKENSTEYN, A. & C. A. BORZONE. 2005. Biología poblacional e reproductiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Belneário Shangri-lá, Pontal de Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 446-453. DOI: 10.1590/S0101-81752005000200022
- BRANCO, J. O. & S. MASUNARI. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. *Revista Brasileira de Biología* 60: 17-27. DOI: 10.1590/S0034-7108200000100004
- CÁRDENAS-GÁMEZ, S. 2007. Modelación hidrodinámica de la laguna costera El Colorado, Ahome, Sinaloa. Tesis de Maestría, CIIDIR IPN Sinaloa, Guasave, Sinaloa, México. 94 p.
- CHÁVEZ-DAGOSTINO R. M. 1998. Contribución al estudio biológico de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, en el sur de Nayarit y norte de Jalisco, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 80 p.
- CHEN, Y., D. A. JACKSON & H. H. HERVEY. 1992. A comparison of Von Bertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Journal Fish Aquatic* 49: 1228-1235.
- CISNEROS-MATA, M. A., E. RAMÍREZ, J. A. GARCÍA, V. CASTAÑEDA, A. LABASTIDA, C. GÓMEZ & J. MADRID. 2014. Pesca de jaiba en el litoral del Pacífico mexicano. Instituto Nacional de Pesca, Sagarpa. Ciudad de México, México. 89 p.
- COBB, J. S. & D. WANG. 1985. Fisheries biology of lobsters and crayfishes. In: Bliss, D. E. (ed). *The Biology of Crustacea*. Academic Press, Orlando, Florida, pp. 167-247.
- COBB, J. S. & J. F. CADDY. 1989. The population biology of decapods. In: Caddy, J. F. (ed). *Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management*. John Wiley & Sons, New York, pp. 327-374.
- DIARTE-PLATA, G. 2007. Cultivo experimental de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) en la costa Norte de Sinaloa, México. Tesis de Maestría. CIIDIR IPN Sinaloa, Guasave, Sinaloa, México. 100 p.
- DÍEZ-PÉREZ, J. F. & G. RAMÍREZ. 1976. Estudio de las bahías de Ohuira y Topolobampo mediante Landsat. Congreso Nacional de Fotometría, Fotointerpretación y Geodesia. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
- ESCAMILLA-MONTES, R. 1998. Aspectos de la biología de las jaibas del género *Callinectes* en el Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B. C. S. Tesis de Maestría. CICIMAR IPN, La Paz, Baja California Sur, México. 100 p.
- ESTRADA-VALENCIA, A. 1999. Aspectos poblacionales de la jaiba *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Tesis de Maestría. Universidad de Colima, Colima, México. 77 p.
- FISHER, R. 1930. *The genetic theory of natural selection*. Clarendon Press. Oxford, 308 p.
- GIL-LÓPEZ, H. A. & S. SARMIENTO-NÁFATE. 2001. Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes* spp.) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Documento Técnico, Sagarpa, Inapesca, CRIP, Salina Cruz, Oaxaca, 41 p.
- HENDRICKX, E. M. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. III Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae. (Crustacea: Decapoda). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 2 (1): 49- 64.
- HERNÁNDEZ-MORENO, L. A. & J. A. ARREOLA-LIZÁRRAGA. 2007. Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, México. *Revista de Biología Tropical* 55 (1): 225-233. DOI: 10.15517/RBT.V55I1.6074
- HEUPEL, M. R., J. K. CARLSON & C. A. SIMPFENDORFER. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337: 287-297. DOI: 10.3354/meps337287
- INP (INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA). 1984. Proyecto de producción de jaiba mudada en el sistema abierto y cerrado. División de Investigaciones Acuaculturales. Programas de Maricultura. México. 100 p.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., L. LÓPEZ-HERRERA, J. E. VALDEZ-HOLGUÍN & C. H. RÁBAGO-QUIROZ. 2014. Population dynamics of the swimming crabs *Callinectes* (Portunidae) components of shrimp bycatch in the eastern coast of

- the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49 (1): 17-29. DOI: 10.4067/S0718-19572014000100003
- MOLINA-OCAMPO, R. E. 2001. Jaiba del estado de Sonora *Callinectes bellicosus*. In: *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. INP/Semarnap. Sonora, México, pp. 329-348.
- MUNRO, J. L. & D. PAULY. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1 (1): 5-6. Disponible en línea en: [http://www.worldfishcenter.org/Naga/FB\\_1976.pdf](http://www.worldfishcenter.org/Naga/FB_1976.pdf)
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M. O., J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, C. CERVANTES-VALLE, E. MIRANDA-MIER, R. MORALES-AZPEITIA & M. L. ANGUIANO-CARRASCO. 2003. Evaluación biológica y pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora, México. In: M. E. Hendrickx (ed). *Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. pp. 143-151.
- PALACIOS-FEST, M. R. 2002. *La jaiba: biología y manejo*. AGT Editor, S. A. México, D. F. México. 120 p.
- PAUL, R. K. G. 1982a. Observations on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura: Portunidae) in the Gulf of California. *Crustaceana* 42 (1): 96-100. DOI: 10.1163/156854082X00731
- PAUL, R. K. G. 1982b. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda: Brachyura: Portunidae) in a lagoon system on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine Coast Shelf Science* 14: 13-26. DOI: 10.1016/S0302-3524(82)80064-9
- PAULY, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Rome, Italia. *Documento Técnico de Pesca* 234: 49.
- PAULY, D. 1993. Fishbyte section editorial. *NAGA ICLARM Q* 16. 26 p.
- PAULY, D. & J. L. MUNRO. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2 (1): 1-21.
- RAMÍREZ-FÉLIX, E., J. SINGH-CABANILLAS, H. A. GIL-LÓPEZ, S. SARMIENTO-NÁFATE, I. SALAZAR-NAVARRO, G. MONTEMAYOR-LÓPEZ, J. A. GARCÍA-BORBÓN, G. RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ & N. CASTAÑEDA-LOMAS. 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes spp.*) en el Pacífico Mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. CONAPESCA/INAPESCA. Mazatlán, Sinaloa, México. 48 p.
- RAMOS-CRUZ, S. 2008. Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae), en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, México. Julio a diciembre de 2001. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3 (3): 259-268.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fishery Bulletin Research Board of Canada* 191: 401 p.
- RODRÍGUEZ, G., S. G. CASTILLO, R. PÉREZ & E. A. ARAGÓN. 2012. Estimation of the individual growth parameters of the brown crab *Callinectes bellicosus* (Brachyura, Portunidae) using a multi-model approach. *Crustaceana* 85: 55-69. DOI: 10.1163/156854012X623700
- RODRÍGUEZ-FÉLIX, D. 2017. Análisis de la estructura poblacional de la jaiba café *Callinectes bellicosus* en la costa de Sonora, y sus implicaciones para el manejo pesquero. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. 121 p.
- SALAZAR-NAVARRO, I., V. MACÍAS-SÁNCHEZ & A. RAMOS-GONZÁLEZ. 2002. Estudio biológico pesquero para el manejo sustentable de la pesquería de jaiba *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) y *C. arcuatus* (Ordway, 1863) en las bahías de: Topolobampo, Navachiste, Santa María la Reforma, ensenada del Pabellón-Altata y Ceuta en las costas de Sinaloa, México. Periodo: enero de 1999 a diciembre del 2001. In: *Memorias I Foro Científico de Pesca Ribereña*. 17-18 de Octubre de 2002. INP-CRIP, Guaymas, Son., México.
- SALGADO-UGARTE, I. H., J. L. GÓMEZ-MÁRQUEZ & B. PEÑA-MENDOZA. 2005. *Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Ciudad de México, México. 240 p.
- SASTRY, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: Bliss D. E. (ed). *The Biology of Crustacea*. Academic Press, Nueva York, EEUU, pp. 179-270.
- SEVERINO-RODRÍGUEZ, E., J. MUSIELLO-FERNANDES, A. A. S. MOURA, G. M. P. BRANCO & V. O. C. CANÉO. 2013. Fecundity, reproductive seasonality and maturation size of *Callinectes sapidus* females (Decapoda: Portunidae) in the Southeast coast of Brazil. *Revista Biología Tropical* 61 (2): 595-602. DOI: 10.15517/RBT.V61I2.11162
- SPARRE, P. & S. C. VENEMA. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1: Manual. FAO Documento Técnico de Pesca 306/1. Roma, Italia.
- VILLARREAL-CHÁVEZ, G., P. G. GONZÁLEZ RAMÍREZ, F. A. GARCÍA-DOMÍNGUEZ, E. F. FÉLIX-PICO & O. HOLGUÍN-QUIÑONES. 2003. Population biology of *Callinectes bellicosus* (Stimpson 1859) (Decapoda: Portunidae) in Bahía Magdalena lagoon system, México. In: Hendrickx, M.E. (ed). *Contributions to the study of east Pacific crustaceans*, vol 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 169-176.
- WARNER, G. F. 1977. *The biology of crabs*. New York: Van Nostrand Reinhold. 202 p.
- WILLIAMS, A. B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fishery Bulletin* 72 (3): 685-798.
- ZAR, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall. 663 p.