

Estimación de parámetros de crecimiento individual y de primera captura de la jaiba azul *Callinectes arcuatus*, en Nayarit, México

Pablo Alejandro Pérez-Velázquez*, Francisco Javier de la Cruz-González*, Manuel Garduño-Dionate** y Ma. Concepción Luna-Raya*

La jaiba azul *Callinectes arcuatus* es de importancia pesquera en el estado de Nayarit, aunque se tiene escaso conocimiento para la especie. Se estimaron parámetros de crecimiento individual, así como las tallas de 50% de reproducción y captura de *C. arcuatus* a partir de muestreos mensuales durante 2014 en las localidades de Palapares, Mexcaltitán, Pajaritos y San Miguelito. Las muestras (30 a 40 individuos) fueron obtenidas utilizando red de cuchara artesanal “huitol”, aros jaiberos y trampas tipo Chesapeake. Los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy estimados por progresión modal fueron: $L_{\infty} = 119.0$ mm de ancho del caparazón (AC), $K = 0.76/\text{año}$ y $t_0 = -0.393$ años. Los estimados por el método de Cassie (1954) fueron $L_{\infty} = 129.0$ mm AC, $K = 0.71/\text{año}$ y $t_0 = -0.402$ años. El valor del exponente $b = 2.882$ de la relación peso-longitud indica un crecimiento alométrico negativo (prueba *t-Student*, $p < 0.05$, $t = 0.0023$). La talla de 50% de madurez fue de 100 mm AC y la talla de 50% de captura fue de 85.3 mm AC. La proporción de hembras:machos fue de 0.23:1.00 y presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$, $\chi^2 = 48.1$). Estos resultados apoyarán las disposiciones de regulación y manejo pesquero del recurso jaiba en Nayarit. Es una especie con una tasa de crecimiento moderada y que se reproduce de manera continua durante el año.

Palabras clave: Portunidae, *Callinectes arcuatus*, crecimiento, talla de captura, talla de madurez.

Estimates of growth parameters and first capture for the blue swimming crab *Callinectes arcuatus*, in Nayarit, Mexico

The blue swimming crab *Callinectes arcuatus* has commercial importance in the state of Nayarit, yet there is little knowledge on its basic biological parameters. Individual growth parameters as well as length at 50% reproduction and catch for *C. arcuatus* were estimated based on monthly samplings (30 to 40 crabs per sample) during 2014 in Palapares, Mexcaltitán, Pajaritos and San Miguelito, using several artisanal fishing gear: craft spoon or “huitol”, rings and Chesapeake-type traps. The von Bertalanffy growth parameters estimated by modal progression were: $L_{\infty} = 119.0$ mm carapace width (AC), $K = 0.76/\text{year}$ and $t_0 = -0.393$ years. Parameter values estimated by the method of Cassie (1954) were $L_{\infty} = 129.0$ mm AC, $K = 0.71/\text{year}$ and $t_0 = -0.402$ years. The value of the exponent $b = 2.882$ of the weight-length relationship indicates a negative allometric growth (*Student's-t test* $P < 0.05$, $t = 0.0023$). The 50% size at maturity was 100 mm AC and 50% size of capture was 85.3 mm AC. The female:male ratio of 0.23:1.00 was statistically significant different ($p < 0.05$, $\chi^2 = 48.1$). These results will aid in the regulation of the crab fishery management in Nayarit. This species has a moderate growth rate, and reproduces continuously throughout the year.

Key words: Portunidae, *Callinectes arcuatus*, growth, first capture size, size at maturity.

Introducción

En el Pacífico mexicano, las jaibas del género *Callinectes* están representadas por tres especies: *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, *Callinectes*

bellicosus (Stimpson 1859) y *Callinectes toxotes* Ordway 1863 y constituyen un recurso pesquero económico importante para los pescadores ribereños (Ramírez-Félix *et al.* 2003). La jaiba tiene amplia aceptación en el mercado nacional para consumo directo; la textura y el sabor de su carne hacen de este recurso un producto de exportación, ya sea como jaiba blanda o como “pulpa” de jaiba (Escamilla-Montes 1998).

La pesquería de jaiba de México ha variado a lo largo de su historia, pero en los últimos

* Centro Regional de Investigación Pesquera - Bahía de Bandejas. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. Calle Tortuga No. 1, La Cruz de Huanacastle, Nayarit. México.
aleperezvelazquez@yahoo.com.mx

** Instituto Nacional de Pesca. Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, C.P. 03310. Distrito Federal, México.

lustros, más de la mitad de la producción nacional se obtiene en el litoral del Pacífico, donde destaca la producción pesquera del Golfo de California aportada por los estados de Sonora y Sinaloa (Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga 2007). La distribución geográfica de *C. arcuatus* es desde Los Ángeles, California, EU, hasta Mollenda, Perú e Isla Galápagos (Hendrickx 1984); *C. bellicosus* habita del sur de California, EU, al Golfo de Tehuantepec, México, incluido el Golfo de California; *C. toxotes* habita desde el sur del Golfo de California hasta Colombia (Hendrickx 1995).

La Carta Nacional Pesquera (DOF 2012) indica que la producción de jaiba en la región del Pacífico mexicano está al alza debido, entre otros factores, al establecimiento de la NOM-039-PESC-2003 (DOF 2006), que permite controlar la presión de la pesca, regular la temporalidad de las operaciones, las tallas mínimas de captura y los sistemas de pesca.

El conocimiento de la estructura de tallas y del ritmo de crecimiento de los individuos es relevante porque proporciona información de la dinámica local de la población estudiada. Los estudios de crecimiento de los organismos acuáticos determinan el tamaño corporal en función de la edad; los diversos métodos utilizan esencialmente datos de composición de edades (Sparre y Venema 1995). Los métodos se basan en la lectura de los anillos de crecimiento en estructuras duras; los indirectos en las distribuciones de frecuencia de tallas. En especies de crustáceos tropicales, como las jaibas, los métodos indirectos basados en distribuciones de frecuencias de tallas son los más utilizados.

Algunos estudios sobre la estructura de tallas y el crecimiento de *C. arcuatus* realizados en localidades pesqueras del Pacífico mexicano son los de Paul (1982), Dittel y Epifanio (1984), Fischer *et al.* (1995), Nevárez-Martínez *et al.* (2003), Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga (2007), entre otros. Un estudio relacionado con la reproducción y la talla de primera madurez de *C. arcuatus* fue realizado en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, por Fischer y Wolff (2006).

La jaiba azul *C. arcuatus*, en Nayarit, se aprovecha comercialmente en las localidades pesqueras de Puerta Palapares, Playa Pajaritos, Isla Mexcaltitán y San Miguelito, en donde se le considera un recurso temporal que se explota anual-

mente con sistemas de pesca no autorizados. En el presente estudio, por primera vez se describe la estructura de la población, el crecimiento, la reproducción y la talla de primera madurez de *C. arcuatus* en la costa de Nayarit, por dos métodos indirectos (Gayanillo *et al.* 1995 y Cassie 1954), con el objetivo de contribuir al conocimiento y al manejo pesquero de la especie.

Materiales y métodos

El área de estudio incluyó las localidades pesqueras de Puerta de Palapares e Isla Mexcaltitán, del municipio de Santiago Ixcuintla (22°06'52" N, 105°37'45" O y 21°54'13" N, 105°28'35" O), respectivamente. La tercera localidad de estudio fue Playa Pajaritos (22°29'10" N, 105°36'50" O), ubicada en el municipio de Tecuala (Fig. 1). Estas localidades presentan una red de considerable extensión de ambientes estuarinos interconectados por canales que forman parte del curso de los ríos San Pedro y Acajoneta. El clima es subtropical-tropical, con temperatura media anual de 28 °C, con lluvias de junio a octubre, acompañadas de tormentas tropicales y en ocasiones con huracanes. La época de secas es de noviembre a mayo. Las mareas son mixtas diurnas y semidiurnas con un intervalo medio anual de 2±0.70 m. Los vientos dominantes provienen del noroeste en los meses de invierno y primavera, mientras que en verano y otoño dominan los vientos del oeste (Olivares 1993).

Los muestreos de jaiba se realizaron mensualmente de enero a diciembre de 2014 en los sitios de captura distribuidos en canales y esteros distintos en días con efecto lunar y de marea baja, pues son condiciones que favorecen la migración de estos organismos hacia el mar. Para obtener las muestras se utilizaron: una red de cuchara artesanal "huitol", 10 aros jaiberos de metal de 55 cm de diámetro y 10 trampas artesanales de 20 x 40 cm tipo Chesapeake hechas de metal. Las recolectas de 30 a 40 individuos se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas y fueron conservadas en hielo molido para su posterior revisión en laboratorio. La determinación de las especies se realizó con apoyo de la literatura especializada (Williams 1974, Fischer *et al.* 1995, Hendrickx 1995, Ramírez-Félix *et al.*

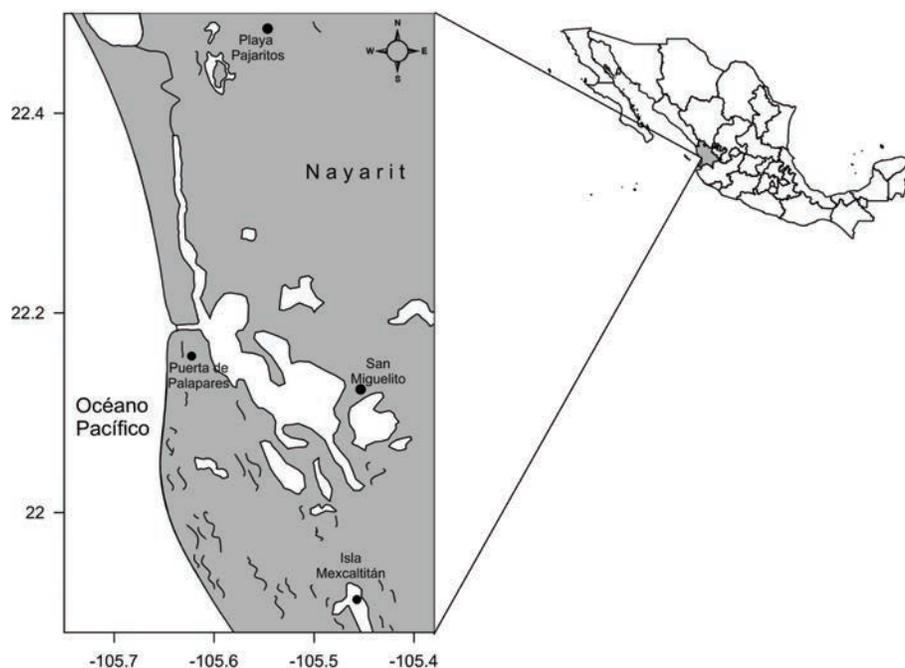


Fig. 1. Área de estudio de *Callinectes arcuatus* en Nayarit.

2003). Las variables biométricas analizadas fueron: ancho del caparazón (AC, mm) registrado con vernier con precisión de 0.1 mm y el peso total de los individuos (P), con balanza electrónica con precisión de 0.1 g. Se registraron el sexo y la condición reproductiva de las hembras (Rathbun 1930, Hendrickx 1995). Se analizaron las diferencias en proporción de sexos mediante la prueba de χ^2 (Zar 1999).

La estimación de los parámetros de crecimiento de *C. arcuatus* se basó en el análisis de las frecuencias de tallas por mes, a través de las rutinas del paquete FISAT II (Gayaniño *et al.* 1995). Además se utilizó el método de Harding, modificado por Cassie (1954), que se basa en el gráfico de frecuencia acumulada porcentual de las tallas en papel probabilidad, donde se obtiene una ojiva con los puntos de inflexión que delimitan los grupos de edad, que se ajustan a una regresión lineal para obtener la longitud promedio de cada grupo de edad presente en la población.

La evaluación del crecimiento se realizó con el modelo de von Bertalanffy (1938), donde el crecimiento de los individuos está en función del cálculo de tres parámetros (L_∞ , K y t_0). La longitud asintótica (L_∞) y la constante de crecimiento (K) se calcularon a través de la rutina de ELEFAN I, previa reestructuración de la frecuencia de lon-

gitudes y asumiendo un parámetro de oscilación igual a cero. El parámetro t_0 se obtuvo mediante la ecuación empírica de Pauly (1979):

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - [-0.2752 (\text{Log}_{10} L_\infty)] - [1.038 (\text{Log}_{10} K)] \quad \text{Ec. 1}$$

Para comparar el desempeño del crecimiento de la especie en estudio con estimaciones previas, se calculó el índice estándar de crecimiento (ϕ') mediante la ecuación (Pauly y Munro 1984):

$$\phi' = \text{Log}_{10}(K) + 2 \text{Log}_{10}(L_\infty) \quad \text{Ec. 2}$$

La longevidad fue estimada de acuerdo con Pauly (1980), según la ecuación $t_{max} = 3/K$.

Se establecieron las relaciones entre ancho del caparazón y peso total de la población por medio de la ecuación potencial:

$$P = a \cdot AC^b \quad \text{Ec. 3}$$

donde: a y b son los parámetros de la ecuación calculada mediante regresión lineal. Además se evaluó estadísticamente el valor del coeficiente de regresión (b) por medio de la prueba t -Student (Zar 1999), para determinar el tipo de crecimiento que exhibió la especie. Si $b = 3$, el

crecimiento es isométrico, y si $b \neq 3$, es alométrico (Ricker 1975), planteando las hipótesis H_0 : $b = 3$ y H_A : $b \neq 3$.

El conocimiento de la talla en la que los individuos alcanzan la primera madurez es importante para el manejo de la pesquería. La talla de primera madurez sexual se define como la edad en la que 50% de la población (L_{50}) alcanza el desarrollo de las gónadas u órganos sexuales secundarios y se pueden identificar por sus características, así como los cambios en las relaciones morfométricas (Ramírez-Félix *et al.* 2003). Para estimar la talla de primera madurez se utilizó el método de frecuencia acumulada porcentual de los individuos maduros de la población. Para determinar el impacto de la actividad pesquera, se estimó la talla de primera captura (L_C) de la población, ajustando la proporción de individuos de cada clase de tallas, a una función logística (Sokal y Rohlf 1995):

$$Y = 1/(1 + e^{(a-bX)}) \quad \text{Ec. 4}$$

donde: Y es la proporción de individuos por intervalo de tallas, X es la marca de clase de las tallas, a y b son la ordenada y la pendiente de la regresión lineal; la talla de primera captura corresponde al cociente a/b .

Resultados

Parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento estimados por los métodos ELEFAN I y Cassie (1954) para sexos combinados, hembras y machos de *C. arcuatus* se presentan en la *tabla 1*. Las longitudes asintóticas y los coeficientes de crecimiento fueron similares para sexos combinados (119.0 mm y 129.0 mm; 0.76 año⁻¹ y 0.71 año⁻¹) y para las hembras (104.2 mm y 100.7 mm; 0.66 año⁻¹ y 0.58 año⁻¹), respectivamente.

Las curvas de crecimiento en longitud de la población, hembras y machos, estimadas por ambos métodos se presentan en las *figuras 2 y 3*, respectivamente.

El índice estándar de crecimiento de la población obtenido por ambos métodos fue de 4.03 y 4.07, valores que se compararon con los estima-

Tabla 1

Parámetros de crecimiento de la población, hembras y machos de *Callinectes arcuatus*, en Nayarit. Estimados por los métodos: ELEFAN I y Cassie (1954)

<i>Ambos sexos</i>	<i>ELEFAN</i>	<i>CASSIE</i>
L_{∞} (mm)	119.0	129.0
K (año ⁻¹)	0.760	0.710
t_0 (años)	-0.393	-0.402
<i>Hembras</i>		
L_{∞} (mm)	104.2	100.7
K (año ⁻¹)	0.660	0.587
t_0 (años)	-0.344	-0.139
<i>Machos</i>		
L_{∞} (mm)	111.0	103.2
K (año ⁻¹)	0.430	0.620
t_0 (años)	-0.313	-0.245

dos por otros autores en diferentes zonas del Pacífico mexicano. Estos índices estimados tienen una variación de 3.11 a 4.57 y la mayor cantidad se concentra en el intervalo 4.0 a 4.1 (Tabla 2).

La relación peso-ancho del caparazón para ambos sexos, hembras y machos de *C. arcuatus* se presenta en la *figura 4* con valores del exponente de $b = 2.88$ (ambos sexos); $b = 2.76$ (hembras) y $b = 2.89$ (machos). Esto indica un crecimiento alométrico negativo, ya que los valores de b fueron diferentes a 3 (*t-Student* $P < 0.05$, $t = 0.003$ ambos sexos, $t = 0.01$ hembras y $t = 0.004$ machos); además de la diferencia en el crecimiento entre hembras y machos.

Parámetros reproductivos

Se presentaron organismos machos maduros de manera continua durante el periodo de enero a diciembre de 2014, y hembras ovígeras, en mayor cantidad de septiembre a diciembre con mayor abundancia en noviembre, así como un período menos importante de enero a mayo, con excepción de abril, junio y julio (Fig. 5).

La distribución de tallas en hembras tuvo una variación de 40 a 115 mm AC (Fig. 6), con hembras inmaduras: estadios H0 y H1 hasta 90 mm AC; las maduras y reproductivas: estadios H2, H3 y H4 (Tabla 3) de 75 a 115 mm AC. Las hembras reproductivas más pequeñas se registraron a 75 mm AC.

La L_{50} de primera madurez de la población fue de 100 mm AC (Fig. 7).

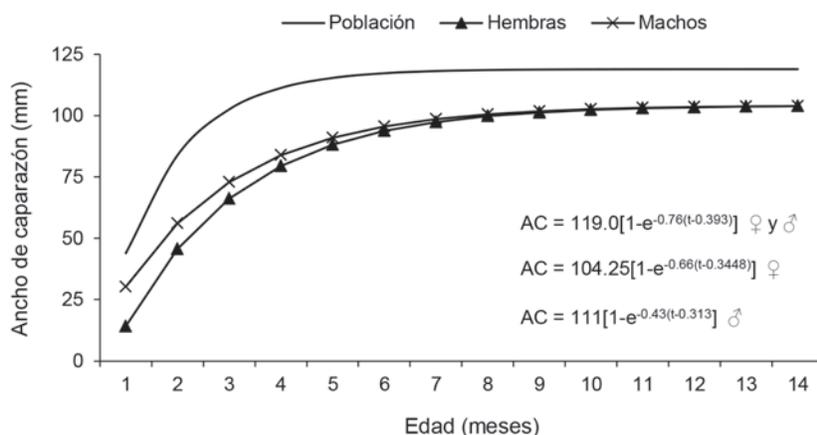


Fig. 2. Curvas de crecimiento de ancho de caparazón de la población, hembras y machos de *Callinectes arcuatus* en Nayarit (método ELEFAN I).

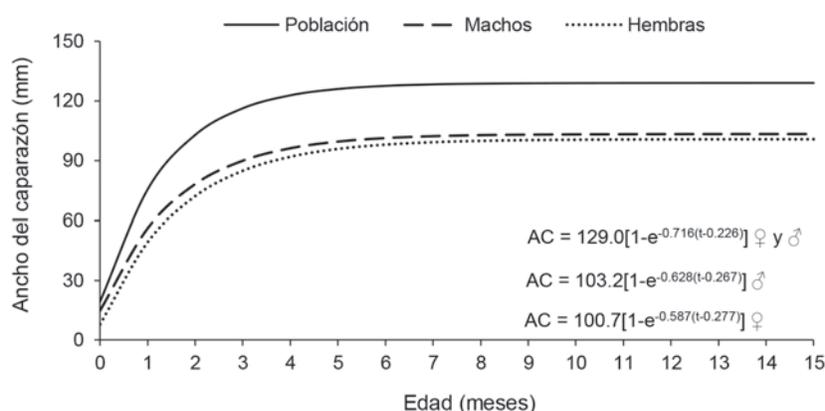


Fig. 3. Curvas de crecimiento de ancho de caparazón de la población, machos y hembras de *Callinectes arcuatus* en Nayarit (método Cassie 1954).

Tabla 2

Comparativo de parámetros de crecimiento e índice estándar de crecimiento para la población de *Callinectes arcuatus* en diferentes localidades del Pacífico mexicano

Área de estudio	L_{∞}	K	t_o	ϕ'	$t_{m\acute{a}x}$	Referencia
Huizache-Caimanero, Sin.	121.4	0.33	-0.043	3.69	8.04	Quijano-Fernández (1985)
Cuyutlán, Col.	160.9	1.43	-0.119	4.57	1.94	Estrada-Valencia (1999)
Mar Muerto, Oax.	153.0	0.63	-0.109	4.06	4.06	Gil y Sarmiento (2001*)
Bahía de Lobos, Son.	74.0	1.35	-0.171	3.87	1.97	Nevárez-Martínez <i>et al.</i> (2003)
Las Guásimas, Son.	140.0	0.84	-0.124	3.11	3.11	Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga (2007)
La Joya-Buenavista, Chis.	140.3	0.35	-0.307	3.84	4.57	Ramos-Cruz (2008)
Mar Muerto, Oax.	136.2	0.77	-0.137	4.15	3.31	Gil-López (2009)
Barra de Navidad, Jal.	103.1	2.79	s/d	4.47	s/d	Arciniega-Flores y Mariscal-Romero (2013)
Esteros de Nayarit	116.8	0.99	-0.877	4.13	1.61	Pérez-Velázquez <i>et al.</i> (2014**)
Golfo de California	150.0	1.00	-0.146	4.35	2.62	López-Martínez <i>et al.</i> (2014)
Esteros de Nayarit	119.0	0.76	-0.393	4.03	2.60	Presente estudio (ELEFAN)
Esteros de Nayarit	129.0	0.71	-0.226	4.07	3.21	Presente estudio (Cassie 1954)

ϕ' = coeficiente estándar de crecimiento.

$t_{m\acute{a}x}$ = longevidad máxima (años).

s/d = sin datos.

* Gil LH y S Sarmiento. 2001. Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes* spp.) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Informe técnico (Documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera - Salina Cruz. Instituto Nacional de Pesca. 41p.

** Pérez-Velázquez PA, MC Luna-Raya, FJ de la Cruz-González, C Meléndez-Galicia, JL Patiño-Valencia, V Hernández-Covarrubias, A Arellano-Torres y DA Chávez-Arrenquín. 2014. Estudio de prospección y diagnóstico pesquero y de mercado de los recursos pesqueros potenciales de Nayarit: crustáceos (jaibas y langostinos) y moluscos (almejas). Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 86p.

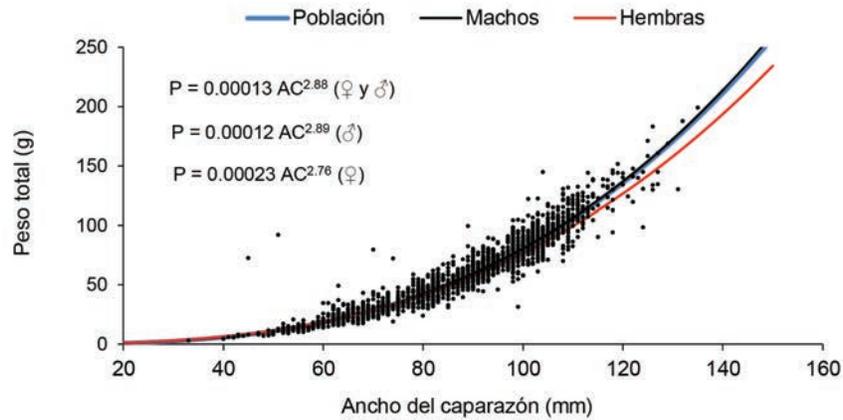


Fig. 4. Relación peso-ancho del caparazón de la población, machos y hembras de *Callinectes arcuatus* en Nayarit.

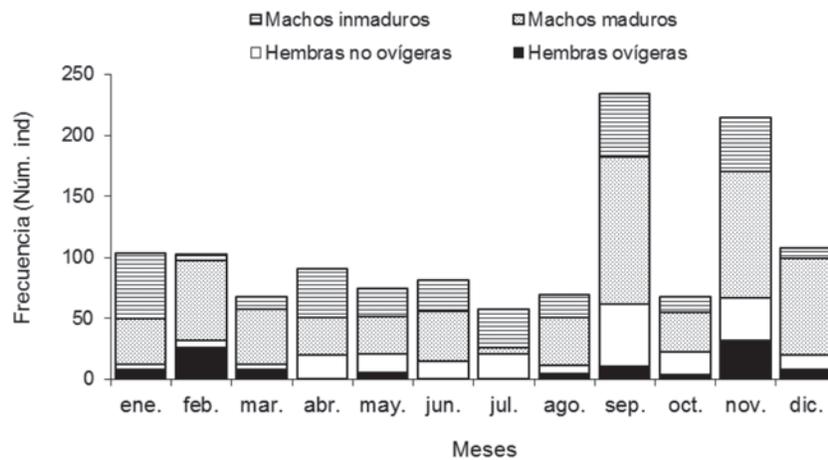


Fig. 5. Distribución mensual de madurez en ambos sexos de *Callinectes arcuatus* durante 2014.

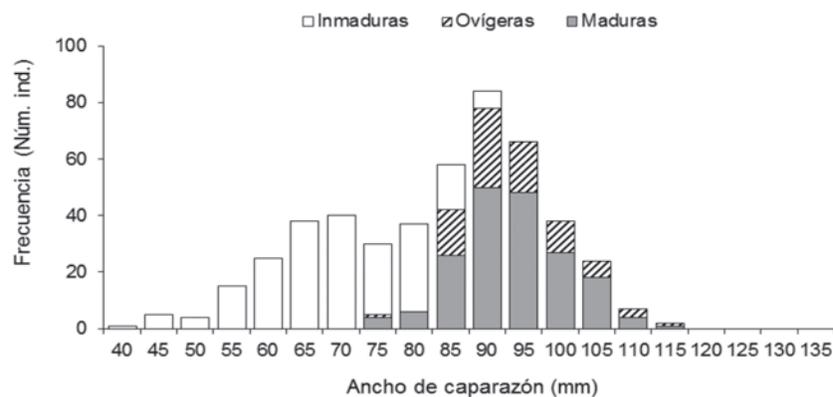


Fig. 6. Distribución de ancho del caparazón en hembras de *Callinectes arcuatus* por estadio de madurez en Nayarit.

Tabla 3
Estadios de madurez gonádica de *Callinectes arcuatus* en Nayarit. Adaptación de Subcomité Regional de Puerto Peñasco, Sonora y Castro-Longoria *et al.* (2003^{***})

Hembras/ Estadio	Características morfológicas	Machos/ Estadio	Características morfológicas
H1	Hembra juvenil virgen. Abdomen con telson en forma triangular.	M0	Macho juvenil. Individuos de pequeña talla, el sistema reproductor es difícil de distinguir a simple vista porque está en estado traslúcido y el abdomen junto con el telson están pegados y no se levantan fácilmente.
H2	Hembra con inicios de maduración con ovarios pequeños, espermateca agrandada e indicativo de reciente copulación y fecundación.	M1	Macho completamente inmaduro, el abdomen y el telson se desprenden y con nula formación de espermátóforos. Lo presentan algunos ejemplares maduros en condición de desove total.
H3	Hembra con gónadas maduras color amarillo mostaza, también presenta espermateca, reciente inseminación o próxima a inseminación (cuando no tiene espermateca).	M2	Se hacen visibles los testículos o espermateca y éstos son de color blanco, los conductos espermáticos presentan ligera coloración blanquecina ligeramente rosada y fácilmente reconocibles. Puede en ocasiones tratarse de individuos maduros con desove total.
H4	Hembra con ovarios llenos de huevecillos color amarillo naranja con y sin espermateca, próxima al desove.	M3	La formación de la espermateca es más evidente, adquiere un tono más rosado. Los testículos se han tornado de color rosa y los conductos espermáticos se presentan con una coloración entre amarillo canario y verde transparente. Son individuos maduros.
H5	Hembra con masa ovígera exterior, huevecillos con desarrollo embrionario, color amarillo para estadios tempranos, hacia color café oscuro para estadios avanzados.	M4	Espermateca muy voluminosa con coloración rosa. Son individuos maduros sexualmente.

*** Castro-Longoria R, J Ramos-Paredes, G Montemayor-López y J Jiménez-Rodríguez. 2003. Estudio de la biología reproductiva del recurso jaiba, *Callinectes bellicosus*, de la costa del estado de Sonora. Informe técnico (Documento interno). Universidad de Sonora/Instituto Nacional de la Pesca. México. 48p.

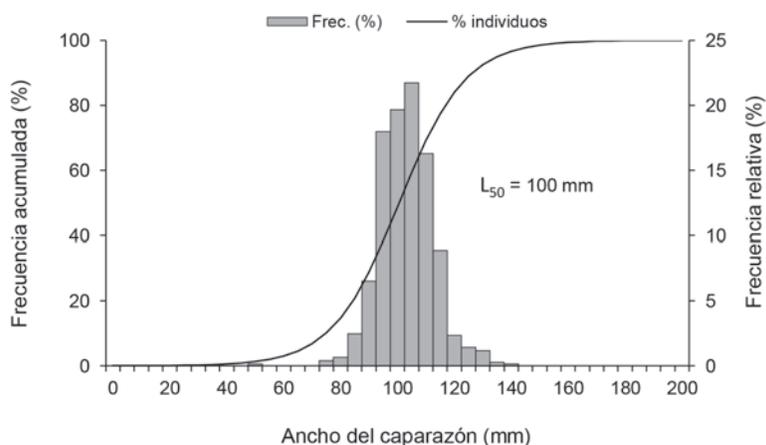


Fig. 7. Talla de primera madurez (L_{50}) de la población de jaiba azul, *Callinectes arcuatus*, en Nayarit.

La L_C fue de 85.3 mm de ancho del caparazón (Fig. 8).

La población presentó una proporción de hembras-machos 0.23:1.00, lo que equivale a dominancia de más de cuatro machos por cada hembra. El análisis indicó diferencias estadísticas significativas en la proporción de sexos ($p < 0.05$, $\chi^2 = 48.1$).

Discusión

La talla de crecimiento asintótico de la población estimada por ambos métodos ($L_\infty = 119.0$ mm y $L_\infty = 129.0$ mm AC) fue similar al valor estimado de $L_\infty = 121.4$ mm AC en Huizache-Caimanero, Sin., por Quijano-Fernández (1985) y difiere con los estimados por otros autores en el Pacífico mexicano (Tabla 2). Esta diferencia en los parámetros calculados para la misma especie parece deberse a la muestra y a la población en los sitios de muestreo, por lo que no es posible hacer una generalización del crecimiento de esta especie. Las diferencias quizás estén relacionadas con las condiciones ambientales de cada sitio de estudio, artes de pesca y método de evaluación del crecimiento utilizados.

Las tasas de crecimiento obtenidas ($K = 0.76$ año⁻¹ y $K = 0.71$ año⁻¹) indican que *C. arcuatus* en el área de estudio de Nayarit presentó menor ritmo de crecimiento, comparado con el estimado para Barra de Navidad, Jal., por Arciniega-Flores y Mariscal-Romero (2013) ($K = 2.79$ año⁻¹); Cuyutlán, Col., por Estrada-Valencia (1999) ($K = 1.43$ año⁻¹); y en Bahía de Lobos, Son., por Nevárez-Martínez *et al.* (2003) ($K = 1.35$ año⁻¹); cuando los valores de K son mayores que 1.0 pueden considerarse tasas de crecimiento aceleradas (López-Martínez *et al.* 2014).

Los índices estándar de crecimiento estimados de 4.03 y 4.07 y los obtenidos por Ramírez-Félix *et al.* (2003) de 4.06; Gil-López (2009) de 4.15; Pérez-Velázquez *et al.* (2014**) de 4.13 y López-Martínez *et al.* (2014) de 4.35, fueron similares, lo que indica que la jaiba azul *C. arcuatus*, presentó un mismo patrón de crecimiento, característico de las especies de un mismo género.

La abundancia relativa de machos (76.47%, $n = 1\ 270$) y hembras (23.53%, $n = 391$) encontrada en este estudio, contrasta con los valores de 57.40% de machos y 42.60% de hembras obtenidos en Barra de Navidad, Jal., por Arciniega-Flores y Mariscal-Romero (2013); y 60 % de machos y 40% de hembras encontrados en Laguna de Cuyutlán, Col., por Estrada-Valencia (1999). Este último autor mencionó que la dominancia de machos podría estar relacionada con su alimentación, así como con la conducta reproductiva de las hembras, que tienden a agregarse en sitios con temperaturas y salinidades menos variables y que las hembras tienden a migrar para desovar fuera de los ambientes estuarinos. Según Chávez-Dagostino (1998), en Bahía de

Según Chávez-Dagostino (1998), en Bahía de

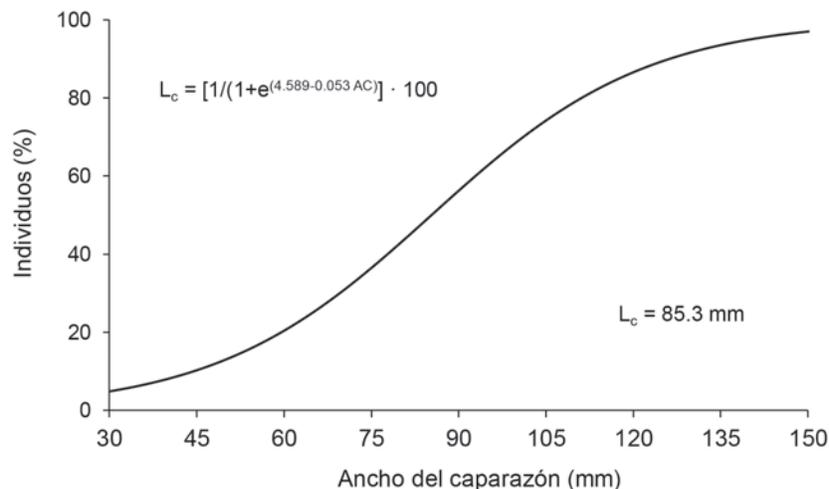


Fig. 8. Talla de primera captura (L_C) de la población de jaiba azul, *Callinectes arcuatus* en Nayarit.

Matanchén, Nay., las hembras fueron ligeramente dominantes (53%) en un ciclo anual completo. En la región de La Paz, BCS, y el delta del Río Colorado, la proporción sexual varía de forma notable, llegando los machos a registrar 80%, aunque en ocasiones se presentan más hembras que machos (Escamilla-Montes 1998, Villarreal-Chávez *et al.* 2003). En el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chis., 77.4% correspondió a hembras (Ramos-Cruz 2008). Es probable que las proporciones de sexos de jaibas antes documentadas estén más relacionadas con sus ciclos reproductivos para asegurar la madurez sexual y poder reproducirse.

La talla de primera madurez de la población se estimó en 100 mm AC, que difiere de la estimada por Ramos-Cruz (2008), que registró 85 mm AC, mientras que Nevárez-Martínez *et al.* (2003) la estimaron en 70.5 mm AC. Arciniega-Flores y Mariscal-Ramos (2013) estimaron 86 mm AC y Salazar-Navarro *et al.* (2003¹), 95 mm AC. La talla de primera captura de una especie no deberá ser menor a la talla de primera reproducción, se deberá garantizar que la talla que se recomiende sea mayor a la talla reproductiva, lo que permitirá la continuidad de la población pesquera.

Los resultados en este trabajo y los anteriores realizados por otros autores indican que la jaiba azul *C. arcuatus*, en general presentó una tasa de crecimiento menos rápida en Nayarit y se estima que, de someterse a un régimen de explotación intensa, los individuos tendrán mayor oportunidad de alcanzar su longevidad de 3.2 años. En Nayarit aún no se tienen permisos de pesca autorizados para este recurso, que se explota temporalmente. En el ámbito legal existe la Norma Oficial Mexicana NOM-039-PESC-2003 (DOF 2006) para el recurso jaiba del Pacífico, que establece la talla mínima de captura de *C. arcuatus* en 95 mm AC; la estimada en este es-

tudio es de 85.3 mm AC para Nayarit, que está próxima a la talla legal. Los resultados de este estudio constituyen la primera investigación relacionada con dichos aspectos en la zona, que integra información de diferentes localidades de Nayarit y se estiman relevantes para el manejo local de la pesquería de jaiba.

Conclusiones

- La jaiba azul *Callinectes arcuatus* es un importante recurso pesquero en Nayarit. Presenta una tasa de crecimiento moderada, con crecimiento alométrico negativo y longevidad de tres años.
- En Nayarit, la jaiba azul presenta mayor proporción de machos que de hembras.

Agradecimientos

A las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera y Pescadores de Nayarit, por el apoyo y las facilidades otorgadas para llevar a cabo esta investigación. A la Dirección de Pesca de la Secretaría de Desarrollo Rural de Nayarit y la Subdelegación de Pesca de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en el estado de Nayarit, por proveer la información de capturas.

Literatura citada

- Arciniega-Flores J y 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.
- Cassie RM. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 5: 513–522.
- Chávez-Dagostino RM. 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, México. 80p.
1. Salazar-Navarro I, V Macías-Sánchez y A Ramos-González. 2003. 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 Pabellón Altata y Ceuta en las costas de Sinaloa, México. Período: enero de 1999 a diciembre de 2001. Informe técnico (Documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera - Mazatlán, Instituto Nacional de Pesca. México. 42p.

- Dittel Ay CE Epifanio. 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: zoeae, megalopae and juveniles. *Journal of Crustacean Biology* 4(3): 491–494.
- DOF. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-039-PESC-2003, pesca responsable de jaiba en aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación. México*. 26 de julio de 2006.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación. México*. 24 de agosto de 2012.
- Escamilla-Montes R. 1998. Aspectos de la biología del género *Callinectes arcuatus* en el estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, BCS. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, México. 96p.
- Estrada-Valencia A. 1999. Aspectos poblacionales de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. Colima, México. 68p.
- Fischer W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Volumen I. Plantas e Invertebrados. Roma, FAO. 1995. Vol. 1: 1–646.
- Fischer S y M Wolff. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fisheries Research* 77(3): 301–311.
- Gayanilo FJR, CP Sparre y D Pauly. 1995. The FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. *FAO Computerized Information Series, Fisheries* 8: 1–186.
- Gil-López HA. 2009. Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes* spp.) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológico-Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 89p.
- Hernández-Moreno L y JA 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.
- Hendrickx ME. 1984. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico. II. The decapod crustaceans of estero El Verde. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 11(1): 23–48.
- Hendrickx ME. 1995. Cangrejos. En: W Fisher, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental 1, Plantas e Invertebrados*. FAO, Roma: 1–646.
- López-Martínez J, L López-Herrera, JE Valdez-Holguín y CH 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.
- Nevárez-Martínez MO, J López-Martínez, C Cervantes-Valle, E Miranda-Mier, R Morales-Azpeitea y ML 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. En: ME Hendrickx (ed.). *Contributions to the study of East Pacific crustaceans*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional de México, México. 2: 125–138.
- Olivares MM. 1993. Malacofauna asociada a la población del caracol *Purpura pansa* (Gould 1853) en la costa del estado de Nayarit: Santa Cruz y Chacalilla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 77p.
- Paul RKG. 1982. 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 Coastal and Shelf Science* 14: 13–26.
- Pauly D. 1979. *Theory and management of tropical multispecies stocks: A review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries*. ICLARM Studies and Review Manila, Philippines. 1: 1–35.
- Pauly D. 1980. *A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks*. *FAO Fisheries Circular* 729: 54p. FAO, Roma.
- Pauly D y JL Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte, ICLARM* 2(1): 1–21.
- Quijano-Fernández AD. 1985. Fecundidad y crecimiento de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, en el sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 65p.
- Ramírez-Félix E, J Singh-Cabanillas, HA Gil-López, S Sarmiento-Náfate, I Salazar-Navarro,

- G Montemayor-López, JA García-Borbón, G Rodríguez-Domínguez y N Castañeda-Lomas. 2003. *La pesquería de jaiba (Callinectes spp.) en el Pacífico mexicano: Diagnóstico y propuesta de regulación*. CONAPESCA/INAPESCA. SAGARPA. México. 54p.
- 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.
- Rathbun M. 1930. The cancrinid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atlecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *Bulletin of the United States National Museum* 152: 1–609.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fisheries Research Board of Canada* 191: 1–382.
- Sparre P y SC Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte I. Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca* 306.1 (Rev 2): 1–420.
- Sokal R y F Rohlf. 1995. *Biometry*. 3rd ed. WH Freeman and Co., New York. 887p.
- Villarreal-Chávez G, PG González-Ramírez, FA García Domínguez, EF Félix-Pico y O Holguín-Quinones. 2003. Population biology of *Callinectes bellicosus* (Stimpson 1859) (Decapoda: Portunidae) in Bahía Magdalena Lagoon System, Mexico. En: ME Hendricks (ed.). *Contributions to the study of east Pacific Crustaceans* Vol. 2, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, pp: 169–176.
- von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries in growth laws. II). *Human Biology* 10(2): 181–213.
- Williams AB. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fisheries Bulletin* 72(3): 685–798.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. 4^a edition. Prentice Hall. EU. 662p.

Recibido: 16 de marzo de 2015.

Aceptado: 17 de julio de 2015.