



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

SEBASTIÁN RAMOS-CRUZ

Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Salina Cruz, Prol. Playa Abierta s/n, Col. Miramar, C. P. 70680 Salina Cruz, Oaxaca, México.

E-mail: camaron_ps@prodigy.net.mx

Abstract: Abstract. Structure and population parameters of *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 (Decapoda: Portunidae), in La Joya-Buenavista Lagoon System, Chiapas, Mexico. July to December of 2001. This paper contains the results of an investigation carried out (July through December 2001) in La Joya-Buenavista lagoon system, Chiapas, Mexico. The goal of this work was to know the population structure of the crab *Callinectes arcuatus*, with the purpose to design strategies of conservation and management of the resource. Biweekly sampling was done, coinciding with the periods of new and full moon, using "aros jaiberos" like fishing method. At the end of the sampling period 1, 345 length and weight records were obtained, which of them 77.4 % were females and the remaining 22.6 % males ($p < 0.05$). The mean sexual proportion was 3.4 female/male (f/m), with extreme values of 1:1 and 16.7:1 f/m. The equations that defined the potentials relationships between the width of carapace and the total weight have the form: $P_t = 0,00011(A_C)^{2.92 \pm 0,072}$ for males, $P_t = 0,00033(A_C)^{2.66 \pm 0,078}$ females and $P_t = 0,00019(A_C)^{2.79 \pm 0,052}$ for combined sexes. The set of the von Bertalanffy growth model are $K = 0.3524$, $t_0 = -0.307$, $A_{C\infty} = 140.3$ mm and $P_{T\infty} = 186$ g. The length at first capture was estimated in 87 mm and it is propose that this settles down in 100 mm with the purpose to protect the 89 % of the *C. arcuatus* population.

Key words: Crab, sexual proportion, growth parameters, length at first capture.

Resumen. Se presentan los resultados de una investigación realizada sobre la estructura poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, México, con la finalidad de aportar información que permita diseñar estrategias de conservación y manejo del recurso. Los muestreos se realizaron con una periodicidad quincenal en coincidencia con los periodos de luna nueva y llena, utilizando aros jaiberos para la captura de los organismos. De julio a diciembre del 2001 se analizó una muestra integrada por 1, 345 individuos, de los cuales el 77,4 % fueron hembras y el restante 22,6 % machos. La proporción sexual media fue de 3,4 hembra/macho (h/m), con valores extremos de 1:1 y 16,7:1 h/m. Las ecuaciones potenciales que precisan las relaciones entre el ancho del caparazón y el peso total son: $P_t = 0,00011(A_C)^{2.92 \pm 0,072}$ para machos, $P_t = 0,00033(A_C)^{2.66 \pm 0,078}$ para hembras y $P_t = 0,00019(A_C)^{2.79 \pm 0,052}$ para sexos combinados. Los parámetros de crecimiento estimados fueron $K = 0.3524$, $t_0 = -0.307$, $A_{C\infty} = 140.3$ mm y $P_{T\infty} = 186$ g. La talla de primera captura (A_{C50}) se estimó en 87 mm, proponiéndose que para fines de manejo esta se establezca en 100 mm de ancho de caparazón con lo que se estaría protegiendo al 89 % de la población.

Palabras claves: Jaiba, proporción sexual, parámetros de crecimiento, talla de primera captura.

Introducción

Las jaibas (Portunidae) constituyen un recurso de gran importancia pesquera debido al incremento en su demanda como producto de exportación, principalmente en su presentación de "jaiba blanda o suave". Fischer & Wolff (2006)

mencionan la existencia de 14 especies del género *Callinectes* en ambas costas de América, de las cuales 11 se encuentran restringidas a aguas tropicales y subtropicales. De acuerdo con Hendrickx (1984a) y Ramírez-Félix *et al.* (2003),

en las costas de Sinaloa, México se han identificado 13 especies y subespecies de jaibas, de las cuales las más importantes en términos pesqueros son la jaiba azul *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863), la jaiba guerrera *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) y la jaiba negra o guacho *C. toxotes* (Ordway, 1863). De estas la más importante en términos de abundancia pesquera es *C. bellicosus* (Salazar-Navarro *et al.* 2002), especie relacionada con aguas más frías y de tipo marino, mientras que *C. toxotes* y *C. arcuatus* son típicamente tropicales que habitan en aguas salobres y salen al mar a desovar (Hendrickx 1984b).

La distribución geográfica no es la misma para las tres especies; *C. bellicosus* se distribuye desde el sur de California, E.U.A., hasta el Golfo de Tehuantepec, incluido también el Golfo de California, México, mientras que *C. toxotes* abarca desde el sur del Golfo de California, México hasta Colombia (Hendrickx 1995) y *C. arcuatus* se distribuye desde los Angeles, California hasta Mollenda, Perú e Islas Galápagos (Hendrickx 1984a), pudiendo extenderse hasta la zona norte de las costas chilenas en periodos de eventos "El Niño" (Fischer & Wolf 2006).

Son organismos dependientes de los sistemas lagunarios, por lo que su ciclo de vida es complejo ya que comprende estadios planctónicos, nectónicos y bentónicos, mismos que se llevan a cabo entre los sistemas lagunarios y cerca de la zona marina de los mismos en una gran variedad de hábitats (Ramírez-Félix *et al.* 2003). Para las costas de Sinaloa, México, se han observado altos porcentajes de hembras ovígeras de *C. bellicosus* de abril a septiembre, disminuyendo en octubre, mientras que para *C. arcuatus* de febrero a octubre (Salazar-Navarro *et al.* 2002). En tanto que para las costas de Oaxaca y Chiapas, México, se ha observado la presencia de hembras ovígeras de *C. arcuatus* a lo largo del año, incrementándose los porcentajes en abril y julio. En el caso de *C. bellicosus*, en septiembre se presenta la mayor incidencia reproductiva. Mientras que *C. toxotes* tiene su temporalidad reproductiva de mayo a julio (Gil & Sarmiento 2001). Ecológicamente tienen un papel primordial en la cadena trófica, ya que son presa de muchas especies y a la vez son voraces depredadores de otras (Ramírez-Félix *et al.* 2003). Son omnívoros, detritívoros y carroñeros con hábitos de alimentación diurnos (Lee & Wickins 1997 citado en Tapia *et al.* 2008). Presentan un alto grado de variabilidad en su dieta con respecto a la estación del año, la localidad y su estado ontogenético;

pueden consumir cada día entre 6 y 10 % de su peso corporal (Steele & Perry 1990 citado en Tapia *et al.* 2008).

En México las capturas de jaiba han mostrado un gradual incremento. Entre 1991 y 2003 se extrajeron a nivel nacional 260,849 toneladas. De esta producción, el 37 % correspondió a las capturas registradas en el Pacífico, en donde Sinaloa y Sonora aportaron el 82.2 %, mientras que el Golfo de México y Mar caribe aportaron el 63 %, destacándose las producciones conjuntas de Veracruz, Tamaulipas y Campeche con el 88.6 % (Anónimo 2000 - 2003). De acuerdo con estas fuentes, las capturas aportadas por el estado de Chiapas han fluctuado entre 39 y 582 toneladas, situándose la captura media para el periodo en $226 \pm DS = 174.74$ toneladas, llegando a representar en términos acumulativos, el 3 % respecto de las capturas registradas en el Pacífico mexicano.

En los sistemas lagunarios de la región sureste de México, *Callinectes arcuatus* es la especie de mayor abundancia, representando hasta el 90 % de las capturas, distribuyéndose el 10 % restante entre *C. bellicosus* y *C. toxotes*. Los sistemas lagunarios en los que la captura se realiza con mayor intensidad son Mar Muerto, la Joya- Buenavista y Chantuto-Panzacola, localizados en la costa chiapaneca. Los artes de pesca que se utilizan para su captura son conocidos localmente como aros, sacadores y trampas, pero también es muy común que queden atrapadas en trasmallos y atarrayas como parte de la captura incidental durante las faenas de pesca del camarón (Penaeidae).

Sin embargo, a pesar de la importancia que como recurso pesquero ha venido adquiriendo en los últimos años, en la costa Pacífica mexicana existen escasos estudios sobre estas especies, acentuándose esta escasez para la región de estudio. Por lo que considerando que la jaiba es un recurso con una alta potencialidad pesquera y que es necesario fortalecer el conocimiento sobre sus aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros, con la finalidad de establecer estrategias que permitan un manejo adecuado del mismo, dada su importancia biológica, comercial, económica, pero principalmente por representar una alternativa viable para diversificar la actividad pesquera en los sistemas lagunarios y disminuir la presión de pesca sobre el camarón, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas sobre la estructura poblacional de *C. arcuatus*, en el sistema lagunar Joya-Buenavista, Chiapas, en el periodo julio a diciembre del 2001.

Material y Métodos

El litoral chiapaneco presenta una longitud de 260 km, en los que se distribuye un conjunto de lagunas costeras que cubren una superficie aproximada de 76, 000 hectáreas (Acosta 1989), entre los que se encuentra el sistema lagunar integrado por los cuerpos La Pampita¹, La Joya y Buenavista, así como otros cuerpos secundarios inundables únicamente en periodos de lluvias. El área que ocupa este sistema lagunar queda demarcada dentro del municipio de Tonalá, Chiapas y forma parte de la cuenca hidrológica del Mar Muerto. Posee una superficie aproximada de 6, 772 hectáreas (Acosta 1989) y se comunica al Golfo de Tehuantepec a través de la bocanarra Boca del Cielo, a través de los canales El Esterón (natural) y San Marcos (artificial), (Anónimo 1998). Geográficamente se localiza en los meridianos 93° 40' y 93° 55' O y entre los paralelos 15° 45' y 16° 00' N (Fig. 1). La costa chiapaneca queda ubicada frente a una de las áreas oceanográficas considerada de las más ricas, con tasas de productividad primarias por encima de los 200 gc/m²/año (Acosta 1989). Esta característica oceanográfica es favorecida por la presencia de fuertes vientos conocidos como "Nortes", "Tehuano" o "Tehuantepecanos" que azotan al Golfo de México de noviembre a febrero y que al pasar hacia la región del Golfo de Tehuantepec, provocan el desplazamiento de las capas superficiales de agua, las que a su vez son reemplazadas por aguas de zonas profundas ricas en nutrientes que incrementan la productividad primaria de las capas superficiales. El régimen de lluvias abarca de mayo a octubre, con una precipitación promedio de 1,600 a 2,400 mm; la temperatura ambiente promedio es de 25 °C y la salinidad varía entre 15,3 y 39,5 psu (Anónimo 1990). Según esta misma fuente, en este sistema descargan siete ríos, por lo que su productividad varía de 0,5 a 1,0 g/c/m³/hora. Los ríos más importantes que desembocan en él son El Quetzalapa, El Ocuilapa, Horcones y El Pedregal. El Sistema en su conjunto se encuentra rodeado por selva baja caducifolia, pastizales y mangles, mientras que en las zonas de inundación también se observa la presencia de la hierba de sal *Salicornia sp* y tulares (*Tipha sp*).

Los muestreos se realizaron con una periodicidad quincenal en coincidencia con los periodos de luna nueva y llena. Los organismos fueron capturados en tres estaciones; en la boca del canal San Marcos (15° 51'34" N y 93° 40'49" O), en la malla o atravesada del canal San Marcos

(15° 52'19" N y 93° 39'58" O) y en la malla o atravesada Belisario del canal Cabeza de Toro (15° 52'19" N y 93° 40'11" O) (Fig. 1). Las capturas se realizaron con aros jaiberos con diámetro de 55 cm, contruidos con alambre galvanizado de 4 mm ø y red multifilamento de hilo alquitranado del # 9, con una abertura de malla de nudo a nudo de 2,5 cm. Estos aros fueron cebados con diversas especies de peces (mojarra plateada *Gerres cinereus*, sardina bocona *Anchovia macrolepidota*, chaqueta de cuero *Oligoplites saurus*), capturadas en el mismo sistema lagunar. La profundidad a la que se colocaron los aros varió desde unos 20 centímetros hasta 1,5 metros, aproximadamente y separados unos 10 m de distancia.

Los organismos capturados fueron conservados en hielo molido y trasladados al laboratorio del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca. La identificación taxonómica al nivel de especie se hizo de acuerdo con Hendrickx (1995). Siguiendo a este mismo autor, la determinación del sexo se realizó con base en las características morfológicas externas. Posteriormente a cada individuo se le registró el ancho del caparazón (A_c) en mm, registrado entre los extremos de las espinas antero laterales (FAO 1982). El peso total fue registrado en gramos utilizando una balanza digital con precisión de 0,1 gr. Esta información biométrica fue utilizada para establecer las relaciones entre el ancho del caparazón y el peso total para sexos independientes y combinados, por medio de la ecuación potencial $p_t = \alpha A_c^\beta$. Donde: P_t = peso total en g, A_c = ancho del caparazón en mm, α = constante de regresión y β = coeficiente de regresión. Se evaluó estadísticamente el valor del coeficiente de regresión (β), por medio de la prueba "t" de Student (Zar 1999), para determinar el tipo de crecimiento que exhibe la especie; si $\beta = 3$ el crecimiento es isométrico y si $\beta \neq 3$ el crecimiento es alométrico (Ricker 1975, Bagenal & Tesch 1978), planteándose las hipótesis: $H_o: \beta = 3$ y $H_a: \beta \neq 3$.

Con la finalidad de evaluar el efecto del sexo en la longitud de los organismos, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), utilizando al peso como la variable covariante (Montgomery 2002).

Los registros de A_c fueron previamente suavizados por promedios móviles de segundo grado, los cuales reducen más no eliminan completamente los efectos que genera el reclutamiento continuo de nuevas generaciones hacia las áreas ocupadas por la población adulta. Además, el suavizado permite observar con mayor detalle los diferentes grupos modales presentes en

¹ También conocida como Cabeza de Toro



Figura 1. Localización del área de estudio en el Golfo de Tehuantepec, Pacífico mexicano, mostrándose en el recuadro inferior derecho las posiciones de las estaciones de muestreo.

una distribución de frecuencia de tallas. Posteriormente se construyeron histogramas de frecuencias agrupando a los organismos en intervalos de tres mm. Estos histogramas fueron analizados por el método de Bhattacharya incluido en el paquete de programas FiSAT II (Gayanilo *et al.* 2002) para la resolución de las distribuciones en sus componentes gaussianos. Los parámetros de crecimiento (L_{∞} y k) para la población en general fueron estimados por el método de Ford-Walford (Sparre & Venema 1995). El valor del parámetro de ajuste " t_0 " se obtuvo mediante Pauly (1983): $\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \times \text{Log } L_{\infty} - 1.038 \times \text{Log } K$. Se utilizó la ecuación de von Bertalanffy para describir el crecimiento en longitud y peso de *C. arcuatus*: $A_c = A_{c\infty}[1 - \exp(-K(t - t_0))]$, donde A_c = ancho de caparazón en mm, $A_{c\infty}$ = ancho de caparazón asintótica media, K = coeficiente de crecimiento, t = edad del organismo y t_0 = edad teórica a la que la longitud es cero.

La talla de primera captura ($L_{50\%}$) se estimó utilizando el modelo logístico (Sparre & Venema 1995; Alarcón & Arreguín-Sánchez 1994): $S_{Ac} = 1 / (1 + \exp(S_1 - S_2 \times A_c))$, donde S_{Ac} = probabilidad de retención, S_1 y S_2 = constantes derivadas de la relación entre los cuartiles L_{50} y $L_{75}\%$.

Resultados

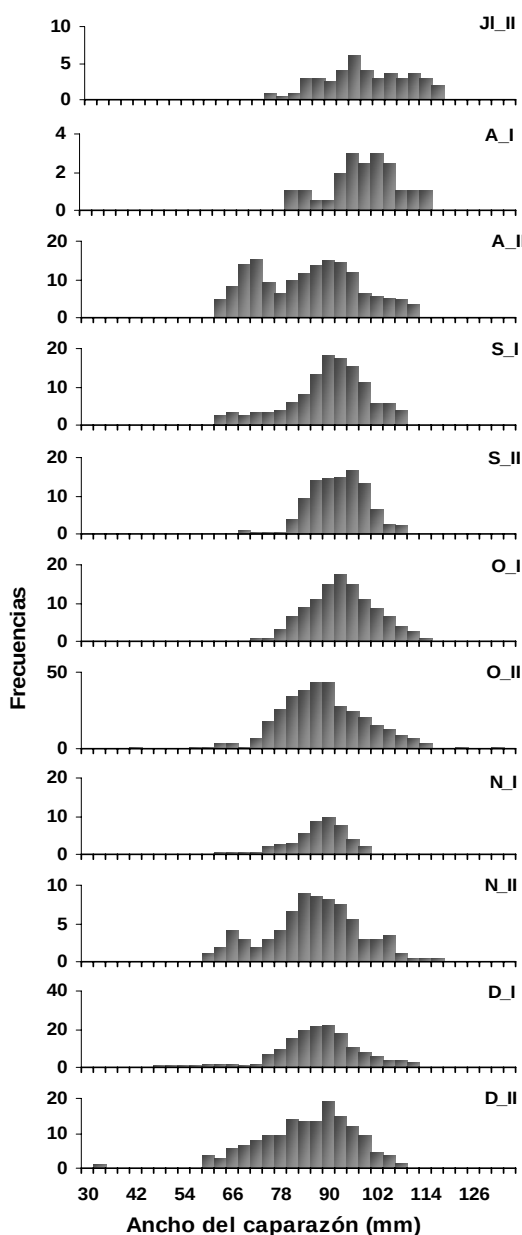
Estructura poblacional

Entre la segunda quincena de julio y diciembre de 2001 se efectuaron once muestreos, en los que se obtuvo una muestra acumulada de 1,345 ejemplares de *C. arcuatus*, de las cuales 1,043 fueron hembras y 302 machos, lo que equivale a una proporción de 3,4 h/m (Tabla I). Durante la segunda quincena de julio y en ambos muestreos de agosto la población mantuvo una proporción sexual equilibrada ($p > 0,05$), mientras que para el resto de los muestreos y para la población en su conjunto las diferencias resultaron significativas ($p < 0,05$), con una clara dominancia de las hembras sobre los machos.

La muestra acumulada (sexos combinados) estuvo integrada por organismos distribuidos en el intervalo de 33 a 123 mm y talla promedio de $86,1 \pm 0,6$ mm ($ds = 11,20$). El peso total varió entre 4 y 138,6 g, con promedio de $49,6 \pm 0,97$ g ($ds = 18,205$). En ambos casos, peso y talla, se observaron diferencias significativas ($F = 23.749$, $gl = 27$, $p < 0,05$). Las tallas menores a 40 mm se presentaron en diciembre, mientras que en julio y agosto se capturaron organismos mayores a esta talla (Fig. 2).

Tabla I. Prueba de χ^2 para las proporciones sexuales de *C. arcuatus* en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas.

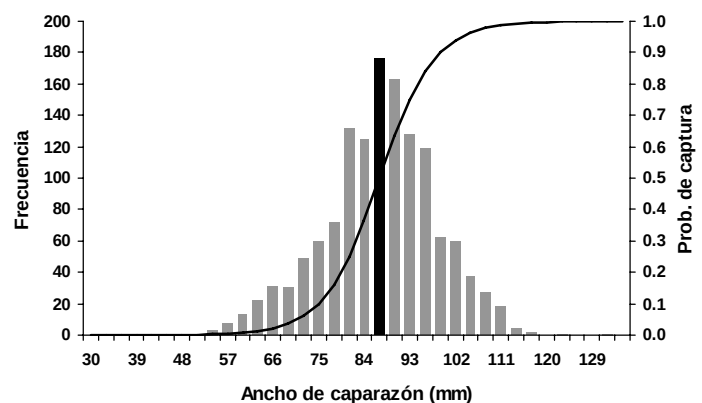
Mes	Hembras (%)	Machos (%)	H/M	χ^2	p
Jl_II	54.5	45.5	1:1.2	0.810	0.368
A_I	50.0	50.0	1:1.0	0.000	1.000
A_II	50.6	49.4	1:1.0	0.014	0.904
S_I	86.5	13.5	1:6.4	53.290	0.000
S_II	89.1	10.9	1:8.2	61.152	0.000
O_I	69.0	31.0	1:2.2	14.440	0.000
O_II	79.8	20.2	1:3.9	35.522	0.000
N_I	91.7	8.3	1:11.0	69.556	0.000
N_II	70.1	29.9	1:2.3	16.160	0.000
D_I	87.3	12.7	1:6.9	55.652	0.000
D_II	91.6	8.4	1:10.9	69.222	0.000
Promedio	74.6	25.4	1:2.9	24.206	0.000

**Figura 2.** Histogramas de frecuencia de tallas de *C. arcuatus* en la laguna Joya-Buenavista, Chiapas (Las etiquetas a la derecha de los histogramas indican la quincena del mes en que se muestreó).

Las hembras se distribuyeron en el intervalo de 33 a 130 mm y promediaron los $84,8 \pm 0,55$ mm ($ds = 9,056$), con pesos respectivos de 4 y 138,6 g y promedio de $46,6 \pm 0,84$ g ($ds = 13,862$). En tanto que en los machos los registros de longitud del caparazón fluctuaron entre 57 y 122 mm, y promedio de $90,9 \pm 1,78$ mm ($ds = 15,725$). A estos valores les correspondieron pesos respectivos de 12,6 y 105,7 g, y promedio de $60,3 \pm 2,95$ g ($ds = 26,067$). En ambos sexos se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre la longitud y el peso, que denotan una variación constante de las características biométricas de los organismos en la población.

En la figura 2 se observa que durante la segunda parte de agosto se presentó un importante pulso en el reclutamiento de organismos de tallas pequeñas al seno de la población adulta, cuya intensidad disminuyó notablemente hacia la primera quincena de septiembre, presentándose nuevamente en la segunda quincena de noviembre y diciembre.

Respecto a la talla de primera captura (L_{50}), esta quedó establecida en los 87 mm de ancho de caparazón, con un intervalo de captura entre $L_{25} = 80$ y $L_{75} = 93$ mm (Fig. 3).

**Figura 3.** Estructura por tallas y curva de selectividad para la población total de *C. arcuatus* en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas (la barra negra representa la L_{50} %).

Relación ancho caparazón (A_c)-peso total (p_t)

El análisis de covarianza (ANCOVA) indicó diferencias significativas en el peso al nivel de sexos ($F = 6.2994$, $gl = 355$, $p = 0.0125$), por lo que se establecieron las ecuaciones para sexos independientes y combinados, cuyas formulaciones matemáticas son (Fig. 4):

Sexo	Ecuación Potencial	R^2	n
Machos	$P_t = 0,00011(A_c)^{2,92 \pm 0,072}$	0.83	302
Hembras	$P_t = 0,00033(A_c)^{2,66 \pm 0,078}$	0.95	1043
Sexos combinados	$P_t = 0,00019(A_c)^{2,79 \pm 0,052}$	0.89	1345

Aún cuando los valores del coeficiente de regresión se ubicaron muy cercanos a 3, la prueba t de Student reveló diferencias significativas ($\beta \neq 3$, $p < 0.05$) que confirman la alometría en el crecimiento de la especie.

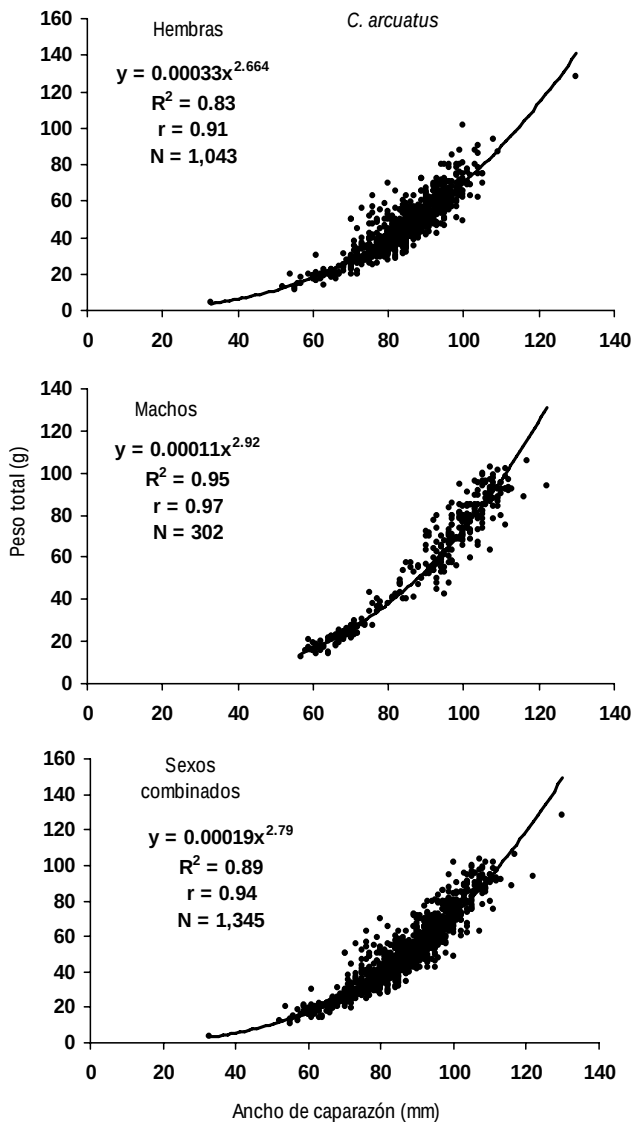


Figura 4. Relación longitud-peso para hembras, machos y sexos combinados de la jaiba *Callinectes arcuatus*.

Crecimiento

Con base en el método de Ford-Walford (Sparre & Venema 1995) se estimaron los parámetros de crecimiento para la población en su conjunto, cuyos valores resultantes fueron $K = 0.3524$, $t_0 = -0.307$, $A_c\infty = 140.3$ mm y $P_t\infty = 186$ g y la tendencia gráfica se muestra en la figura 5.

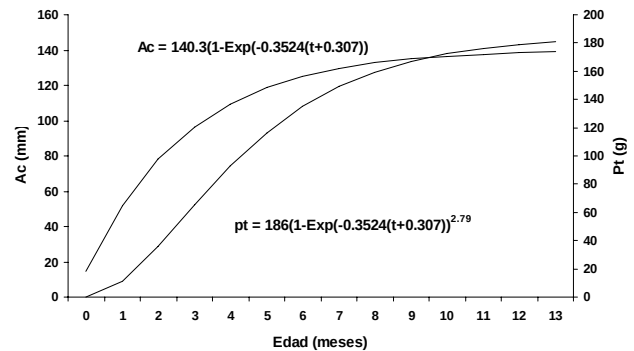


Figura 5. Curvas de crecimiento en longitud y peso de la jaiba *C. arcuatus* en la laguna Joya-Buenavista, Chiapas, México, durante el 2001.

Discusión

Los resultados obtenidos revelaron a una población integrada mayoritariamente por hembras (Tabla 1). Las proporciones variaron entre 1:1 hasta 16.7:1 h/m, con una proporción promedio de 3.4:1 h/m. Durante los tres primeros muestreos la población mostró una proporción sexual equilibrada ($p > 0.05$), lo que pudiera interpretarse como el periodo en el que la presencia de una mayor cantidad de machos guarda relación con el proceso de cortejamiento y cópula. Posteriormente la proporción de hembras se incrementó de manera significativa en el resto de los muestreos ($p < 0.05$), alcanzando los más altos valores porcentuales en septiembre, finales de octubre, principios de noviembre y en diciembre. Al respecto cabe destacar que la mayor parte de las capturas se registraron en la parte interna de los artes de pesca fijos conocidos como “atravesadas²”, observándose que las mayores concentraciones de hembras coincidieron con los periodos de reflujo mareal. Considerando que la reproducción de estos organismos se realiza en el mar, es posible plantear la hipótesis de que el incremento del número de hembras en estos periodos probablemente responde a un proceso migratorio

² Las atravesadas son estructuras fijas construidas por los pescadores en los principales canales de los sistemas lagunarios, con la finalidad de evitar que el camarón y otras especies migren hacia el mar a completar su desarrollo biológico. En estos sitios el camarón se concentra y los pescadores aprovechan para capturarlo. Los materiales que se utilizan son generalmente madera, rocas, malla metálica y malla o paño de monofilamento nylon alquitranado.

hacia la parte marina con fines reproductivos, pues la mayoría de las hembras se encontraba con masa ovígera en avanzado desarrollo de maduración. En cierta manera esta hipótesis también se sustenta en el hecho de que las estaciones de colecta se situaron en la zona donde desemboca el canal que conecta a la laguna con la bocabarra, caracterizada por un ambiente netamente marino. Al respecto, Estrada (1999) menciona que la dominancia de machos en las capturas, puede relacionarse con la conducta reproductiva de las hembras, las cuales tienden a agruparse en sitios con temperaturas y salinidades estables durante todo el año, señalamiento que coincide con las características de las zonas de muestreo, las cuales presentan condiciones más marinas que salobres, debido a que mantiene una conexión permanente con la boca barra del sistema lagunar.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Gil & Sarmiento (2001) en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México y por Estrada (1999) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México, quienes estimaron proporciones anuales de 10:1 m/h y 1.5:1 m/h, respectivamente. Loran *et al.* (1993), señalan que en la laguna de Alvarado, Veracruz, México, la población de *C. sapidus* estuvo integrada predominantemente por machos de mayo a julio, mientras que de julio a enero las hembras fueron más abundantes. En tanto que Juárez (1995), señala que en la laguna de Celestún, Yucatán, México, la proporción sexual favoreció a los machos de julio a septiembre en una razón de 2:1, cambiando en octubre a 1:1.5, mientras que en noviembre la población se mantuvo equilibrada en sus proporciones sexuales. En tanto que Nevárez-Martínez *et al.* (2003), observaron proporciones sexuales en el rango de 1:2.88 a 1:4.74 h/m para esta especie, mientras que en *C. bellicosus* las proporciones variaron en el rango de 1:1.33 y 1:1.20 h/m, para las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora, México, respectivamente.

La composición por tallas y pesos registrada en el presente estudio difiere del registrado para otras localidades del Pacífico mexicano, en razón del método de captura y del tipo de información utilizada en el análisis; longitud o amplitud del cefalotórax. Tal es el caso de Hernández & Arreola-Lizárraga (2007), quienes utilizaron una red de arrastre, con la que capturaron tallas en el intervalo de 9 a 122 mm. En tanto que Salazar-Navarro *et al.* (2002) utilizando aros y trampas retuvieron tallas en el intervalo de 40 a 120 mm, y finalmente, Nevárez-Martínez *et al.* (2003) registraron tallas de 31 a 70 mm, utilizando únicamente trampas. En el caso

particular de los resultados aquí expuestos y a pesar del sesgo introducido en la selección de las tallas retenidas (el tamaño de malla utilizada no retuvo a organismos más pequeños), los histogramas revelaron la existencia de un proceso de reclutamiento de tallas pequeñas al grueso de la población en intensidad variable, originando distribuciones de frecuencias de tallas polimodales en la mayoría de los muestreos (Fig. 2). Aunado a lo anterior, la intensidad del reclutamiento en combinación con la desaparición de organismos de tallas grandes por efectos de la mortalidad natural y por pesca, repercute sobre los valores medios poblacionales. En el presente estudio, la talla media exhibió una marcada disminución en la segunda quincena de agosto, para posteriormente mantenerse relativamente constante hasta el final de los muestreos.

La talla de primera captura se estimó en 87 mm de ancho de caparazón. Un aspecto importante a considerar en toda talla de primera captura, es que esta no debe ser menor a la talla de primera reproducción, ya que se busca que al momento de capturar al organismo este haya aportado descendencia al menos una vez para garantizar la reposición de los desaparecidos por causas naturales y la pesca, proporcionándole estabilidad y continuidad a la población. En este sentido Estrada (1999) señala que en esta especie pueden encontrarse organismos sexualmente maduros a partir de los 58 mm, mientras que Loran *et al.* (1993), mencionan que en las poblaciones de *C. sapidus* es posible hallar hembras con gónadas maduras a partir de los 69.5 mm. Fischer & Wolff (2006), estimaron en 94.6 ± 2.06 mm la talla de primera madurez en machos de *C. arcuatus* para las costas de Costa Rica. En el presente estudio se registró a un organismo hembra en condiciones de madurez a una $A_c = 41$ mm y la talla media de primera maduración se estableció en los 85 mm, valor relativamente cercano al de primera captura ($A_{c50} = 87$ mm). Nevárez-Martínez *et al.* (2003), estimaron para esta especie una $A_{c50} = 70.5$ mm y para *C. bellicosus* fue de $A_{c50} = 80$ mm, para las costas de Sonora, México.

Al respecto, Gil & Sarmiento (2001), proponen con base en el ajuste a la curva logística que la L_{50} para las especies de *C. arcuatus*, *C. toxotes* y *C. bellicosus* debería de establecerse en 100 mm de longitud de caparazón, argumentando que las tallas de primera reproducción observadas para las respectivas especies se ubicaron en 90, 96 y 92 mm. El valor correspondiente a la especie aquí tratada no difiere significativamente del

obtenido por estos autores, por lo que para fines de manejo el establecimiento de una talla de primera captura de $A_{c50} = 100$ mm resultaría adecuada para esta especie, toda vez que se estaría protegiendo al 89 % de la población. Utilizando este mecanismo, Loran *et al.* (1993) decidieron proteger al 68 % de las hembras de *C. rathbunae* y al 55 % de *C. sapidus*, para la región del Golfo de México. Actualmente en México el aprovechamiento de este recurso en aguas del litoral de Océano Pacífico está reglamentado por la Norma Oficial Mexicana NOM-039-pesc-2003 (DOF 2006), la cual entre otras cosas establece que las tallas mínimas de captura son: **a)** De 115 mm de ancho de caparazón (A_c) para la jaiba café, guerrera, verde o jaibón (*Callinectes bellicosus*), **b)** De 95 mm de ancho de caparazón (A_c) para la jaiba azul o cuata (*Callinectes arcuatus*) y **c)** De 120 mm de ancho de caparazón (A_c) para la jaiba gigante, negra o guacho (*Callinectes toxotes*).

De las relaciones biométricas establecidas, los valores correspondientes al coeficiente de regresión β resultaron muy cercanos a 3, sin embargo tanto los intervalos de confianza al 95 % como la prueba studentizada ($\beta \neq 3$, $p < 0.05$), indican que *C. arcuatus* tiende a crecer más en peso que en longitud. Resultados similares fueron obtenidos por Nevárez-Martínez *et al.* (2003), quienes obtuvieron valores de $\beta = 2.816$ y $\beta = 2.802$ para las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora, México. En tanto que Fischer & Wolf (2006), registraron valores de $\beta = 2.925$ en machos de esta especie y $\beta = 3.135$ para hembras, en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Las tasas de crecimiento (K) observadas variaron entre $K = 0.22$ y $K = 2.3$ mm/día, con un valor medio de $K = 1.2 \pm 0.21$ mm/día ($ds = 0.50096$). Las mayores tasas de crecimiento corresponden a las primeras etapas del desarrollo individual y decrecen conforme los organismos en cada cohorte incrementan en longitud. Al respecto, Anónimo (1994), menciona tasas de incremento de la anchura del caparazón de 8 mm/mes en hembras y de 10 mm/mes en machos, para el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. En tanto que Estrada (1999), refiere que en la laguna de Cuyutlán, Colima, México, los juveniles de *C. Arcuatus* exhiben tasas promedio de crecimiento de 18 mm/mes, mientras que en los adultos el crecimiento se reduce a 9 mm/mes. De lo anterior se deriva que las tasas de crecimiento estimadas en el presente estudio, resultan comparativamente menores a las estimadas en otras zonas de la

costa Pacífica mexicana, así mismo, los resultados obtenidos por otros autores revelan diferencias en el crecimiento entre sexos, desafortunadamente en el presente estudio no fue posible estimar por separado las tasas de crecimiento, debido a que la información utilizada no lo permitió.

Sin embargo, los parámetros de crecimiento aquí estimados ($K = 0.3524$ mm, $t_0 = -0.307$ mm, $L_{\infty} = 140.3$ mm y $P_{t\infty} = 186$ g), describen adecuadamente el crecimiento de la especie para el área de estudio, aún cuando difieren con las estimaciones realizadas por otros autores en áreas geográficamente distintas. Gil & Sarmiento (2001), utilizando el método de Ford-Walford estimaron valores de $A_{c\infty} = 152.9$ mm, $K = 0.63$ mm/año y $t_0 = -0.109$ para esta misma especie en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, mencionando que se requiere un tiempo de 4 a 5 años para alcanzar la talla asintótica, tiempo considerado como excepcionalmente largo, si se toma en cuenta que generalmente los crustáceos son de vida corta, tasa de crecimiento alta y que bajo un régimen de explotación intensa los organismos tienen menos oportunidades de alcanzar su talla de longevidad. Por su parte Estrada (1999), a través del método ELEFAN I obtuvo valores de $A_{c\infty} = 160.9$ mm, $K = 1.43$ mm, $P_t = 331.4$ g y $t_0 = -0.119$. En tanto que Nevárez-Martínez *et al.* (2003), registraron valores de $A_c = 161$ mm, $K = 1$ y $t_0 = 2.6394$. Finalmente, Fischer & Wolff (2006), estimaron valores de $L_{\infty} = 142$ mm y $K = 0.89$ mm para machos de esta especie en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, cuyo valor de K denota una tasa de crecimiento mayor que la obtenida en el presente estudio.

Este estudio constituye la primera investigación que aporta información acerca de las características poblacionales de esta especie en el sistema lagunar Joya-Buenavista, información que resulta relevante para la conservación del recurso y el manejo de su pesquería, como alternativa para diversificar la pesca y disminuir el esfuerzo pesquero sobre el camarón.

Agradecimientos

A Omar Ordás F., Juan Alonso Islas, Ramón Gómez M., Aarón Gil L. y Jesús Solórzano O., su colaboración en los muestreos en campo. A las alumnas de servicio social María del Socorro Hernández Z., María Luisa Reséndiz F. y Lucía del Carmen Fuentes L., su apoyo en el trabajo de laboratorio y captura de la información. A Evlin Ramírez F., y a los revisores anónimos, cuyas observaciones al manuscrito mejoraron sustancialmente su contenido.

References

- Acosta, C. J. R. 1989. Evaluación técnica, social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la costa de Chiapas. **Secretaría de Pesca**, México. 125 p.
- Alarcón, F. T. & Arreguín-Sánchez, F. 1994. **Selectividad de artes de pesca utilizadas para la explotación de camarón rosado *Penaeus duorarum* en aguas interiores de la región del Banco de Campeche, México.** Revista de Investigaciones Marinas. Vol. 15, Nº 1, 45-53.
- Anónimo, 1990. Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas (Aspectos generales). **Secretaría de Pesca**, México. 219 p.
- Anónimo, 1994. Biotecnología para el cultivo de la jaiba (desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de la jaiba). Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. Dirección General de Acuacultura. **Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México**. Convenio SEPESCA/UNAM. 95 p.
- Anónimo, 1998. Caracterización fisicoquímica de los sistemas lagunares Mar Muerto - Cordón Estuárico y Joya - Buenavista, Chiapas. Opinión Técnica. **Instituto Nacional de la Pesca**. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 44 p.
- Anónimo, 2000. **Anuario estadístico de pesca**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Anónimo, 2001. **Anuario estadístico de pesca**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Anónimo, 2002. **Anuario estadístico de pesca**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Anónimo, 2003. **Anuario estadístico de pesca**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. 1978. Age and growth. In: Bagenal, T. B. (Ed.) **Methods for assessment of Fish Production in Fresh Waters**. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 101-130.
- 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. **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México**. 9 p.
- Estrada, V. A. 1999. Aspectos poblacionales de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. **Tesis de Maestría**, Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Colima, México, 68 p.
- FAO, 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones de peces. **FAO, Circular Pesca**, (736): 101 p.
- Fischer, S. & Wolff, M. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Fisheries Research** (77): 301-311.
- Gayanilo, Jr. F. C., Sparre, P. & Pauly, D. 2002. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. **FAO Computerized Information Series**, Rome.
- Gil, L. A. & Sarmiento, S. 2001. Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes* spp) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Documento Técnico. Centro Regional de Investigación Pesquera Salina Cruz, Oaxaca. **Instituto Nacional de la Pesca**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 41 p.
- Hendrickx, M. E. 1984a. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico. II. The decapod crustaceans of estero El Verde. **Anales Centro de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma, México**. 11(1): 23-48
- Hendrickx, M. E. 1984b. 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 Centro de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma, México**. 11(1): 49-64
- Hendrickx, M. E. 1995. Cangrejos. 565-636. In: Fisher, W. F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (Eds). **Guía FAO para la Identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental**. 1, Plantas e Invertebrados. **FAO, Roma**. I. 646 p.
- Hernández, L. & Arreola-Lizárraga, J. A. 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** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 55 (1): 225-233.
- Juárez, Z. E. E. 1995. Biología pesquera de *Callinectes sapidus* Rathbun (Crustacea: Portunidae), en la Laguna de Celestún, Yuc. **Tesis de Licenciatura**. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma, México. 79 p.
- Loran, N. R. Ma., Valdez, A. J. G. & Escudero, G. F. 1993. Algunos aspectos poblacionales de las jaibas *Callinectes spp* en la Laguna de Alvarado, Veracruz. 15-31 p. **Ciencia Pesquera**. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca, México. (9) 1-103 p.
- Montgomery, D. C. 2002. **Diseño y análisis de experimentos**. Segunda Edición. Limusa Wiley. 686 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., López-Martínez, J., Cervantes-Valle, C., Miranda-Mier, E., Morales, A. R. & Anguiano-Carrasco, M. L. 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. 125-138. En: M. E. Hendrickx (ed.). **Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2 (Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 2)**. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 303 pp.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. **FAO. Documento Técnico de Pesca**. (243): 49 p.
- Ramírez-Félix, E., Singh-Cabanillas, J., Gil, L. H. A., Sarmiento, N. S., Salazar N., G. I., Montemayor L., García B., J. A., Rodríguez D. G. & Castañeda L. N. 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes spp.*) en el Pacífico Mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. **Instituto Nacional de la Pesca**. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 54 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Fishery Bulletin Research Board of Canada**, 191- 395 pp.
- Salazar-Navarro, I., Macías-Sánchez, V. & Ramos-González, A. 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 (t), Navachiste (n), Santa María la Reforma (sma), ensenada del Pabellón-Altata (e-a) y Ceuta (c) en las costas de Sinaloa, México. Periodo: enero de 1999 a diciembre del 2001. En: **Memorias I Foro Científico de Pesca Ribereña**. 17-18 de Octubre de 2002. INP CRIP Guaymas, Son.
- Sparre, P. & Venema, S. C. 1995. Introducción a la evaluación de stocks de peces tropicales. Parte 1- Manual. **FAO Documento Técnico de Pesca, N° 306**. FAO Roma. 94 p.
- Tapia I, Reyes E, Lucero A, Ramos A. & Cea M. 2008. Actualización en la Extracción, Explotación y Consumo de Jaiba Marmola (*Cancer Edwardsii*) en Chile. **Ciencia & Trabajo**, 10 (28): 50-56.
- Zar, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4ª ed. Prentice Hall. 123 p.

Received February 2008

Accepted April 2008

Published online August 2008