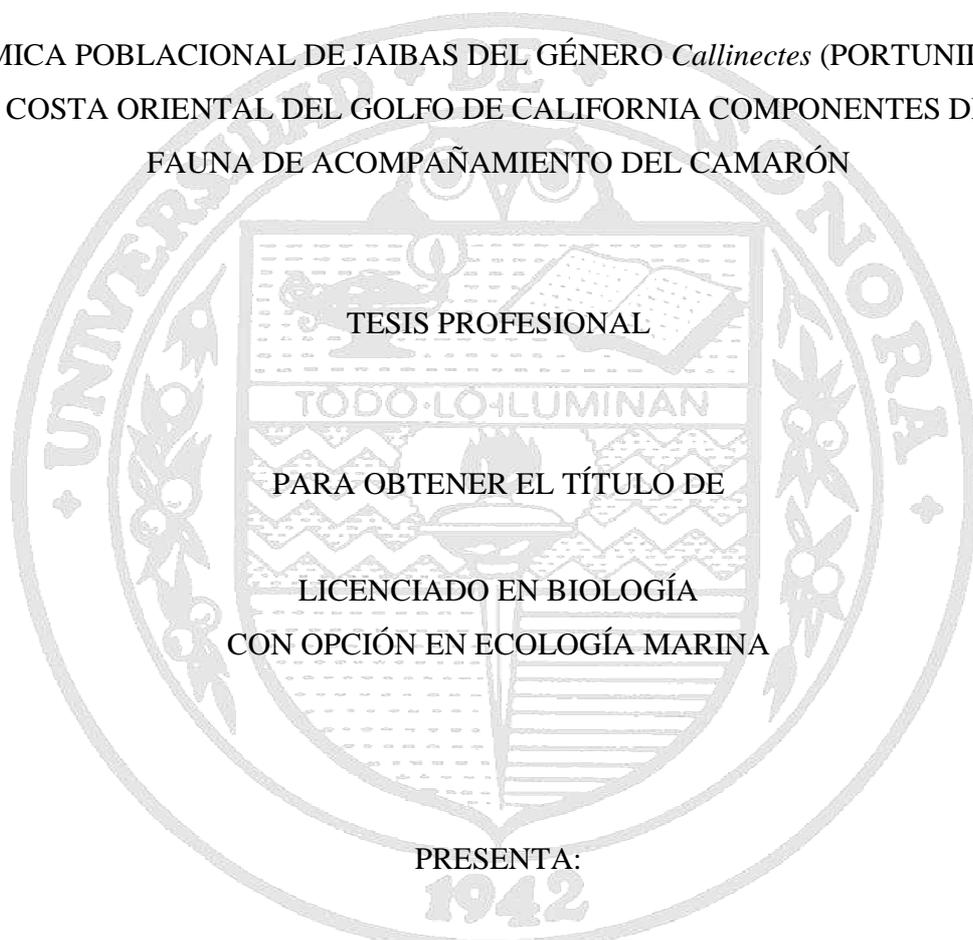


# UNIVERSIDAD DE SONORA

## DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

DINÁMICA POBLACIONAL DE JAIBAS DEL GÉNERO *Callinectes* (PORTUNIDAE) DE  
LA COSTA ORIENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA COMPONENTES DE LA  
FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARÓN



TESIS PROFESIONAL

TODO LO LUMINAN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CON OPCIÓN EN ECOLOGÍA MARINA

PRESENTA:

1942

LEONOR LÓPEZ HERRERA

Hermosillo, Sonora

Noviembre del 2012

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## APROBACIÓN

Los miembros del jurado designado para revisar la Tesis Profesional de Leonor López Herrera, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el Título de Licenciado en Biología, con Opción en Ecología Marina.

---

Dra. Juana López Martínez  
Directora de Tesis

---

Dr. José Eduardo Valdez Holguín  
Sinodal Secretario

---

M.C. Luz María Yépiz Velázquez  
Sinodal

---

Dr. Alf Enrique Meling López  
Suplente

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

Manuela Herrera Bustamante y Fernando López Jacobo, por su apoyo incondicional para que pudiera realizar una carrera y obtener mi grado de licenciatura. Por su cariño y comprensión, pero sobre todo, por su esfuerzo y paciencia, porque a pesar de que este trabajo se vio interrumpido, estuvieron siempre conmigo apoyándome hasta concluir este trabajo de tesis. Gracias por creer en mí y por ayudarme a cumplir mis metas.

### **A mis hermanos:**

A todos, por su cariño y apoyo, que tal vez sin darse cuenta me dieron. Porque con el simple hecho de ser una distracción y relajación en momentos de tensión, me fueron de gran ayuda. Espero ser un ejemplo a seguir para que un día ellos concluyan una carrera.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS), por la oportunidad de haber realizado mi licenciatura, en general, quiero agradecer a todos y cada uno de mis profesores en la Universidad de Sonora por compartir sus conocimientos y por las enseñanzas personales que me dejaron.

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), unidad Sonora campus Guaymas, por el apoyo que me brindaron para el desarrollo de este trabajo, específicamente a los proyectos: SAGARPA-CONACYT-2003-C01-089 y 26-2009-1797 de Fundación Produce Sonora intitulado “IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES PESQUERAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA” y al proyecto EP12.

Agradezco de una manera muy especial a mi directora de tesis, la Dra. Juana López Martínez, por compartirme sus conocimientos, por su paciencia, apoyo, comentarios y orientación para la realización de este trabajo. Igualmente agradezco al Dr. José Eduardo Valdez Holguín, M.C. Luz María Yépiz Velázquez y Dr. Alf Enrique Meling López, por conformar mi comité de revisor de tesis, por sus correcciones, observaciones y sugerencias para el mejoramiento de este trabajo.

Finalmente, agradezco al personal del laboratorio de pesquerías del CIBNOR Guaymas, principalmente a la M.C Eloísa Herrera Valdivia y Dr. Rufino Morales Azpeitia, por su asesoría para los análisis biológicos y en general a los técnicos del laboratorio que realizaron el procesamiento de muestras y la conformación de la base de datos (Ana María Siaruqui, Edgar Arzola, Ema Reyes).

## ÍNDICE

Acta de Aprobación.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
II.1. Pesquería de Camarón.....	3
II.2. Pesquería de Jaiba.....	4
II.3. Género <i>Callinectes</i> .....	5
II.3.1. Ciclo de vida, morfología y alimentación.....	7
II.3.2. Crecimiento.....	10
II.3.3. Tallas.....	11
II.4. Distribución.....	12
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>IV HIPÓTESIS.....</b>	<b>16</b>
<b>V OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
V.1. Objetivo General.....	17
V.2. Objetivos Específicos.....	17
<b>VI METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>

VI.1. Trabajo de Campo.....	18
VI.2. Trabajo de Laboratorio.....	19
VI3. Trabajo de Gabinete.....	21
VI.3.1. Abundancias relativas, distribución latitudinal y distribución batimétrica.....	21
VI.3.2. Estructuras de tallas.....	21
VI.3.3. Relación ancho de cefalotórax (AC) vs. peso (W).....	22
VI.3.4. Crecimiento.....	23
VI.3.5. Longevidad.....	24
VI.3.6. Mortalidad natural.....	24
VI.3.7. Mortalidad total.....	24
VI.3.8. Mortalidad por pesca.....	25
VI.3.9. Tasa de explotación.....	25
VI.3.10. Patrón de reclutamiento.....	26
VI.3.11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña.....	26
<b>VII RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
VII.1. Distribución Latitudinal.....	27
VII.2. Distribución Batimétrica.....	31
VII.3. Abundancia Relativa.....	33
VII.4. Relación Ancho de Cefalotórax (AC) vs. Peso (W).....	35
VII.5. Estructuras de Tallas.....	38
VII.6. Proporción de Sexos.....	44
VII.7. Estimación de Crecimiento y sus Parámetros.....	49
VII.8. Longevidad.....	53

VII.9. Mortalidad Natural, por Pesca y Total.....	53
VII.10. Patrón de Reclutamiento.....	54
VII.11. Comparación de Estructuras: Flota Camaronera de Altamar Ribereña.....	58
VIII. <b>DISCUSIÓN</b> .....	61
IX. <b>CONCLUSIONES</b> .....	68
X <b>LITERATURA CITADA</b> .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Abundancia de organismos del género <i>Callinectes</i> presente en la FAC durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras, N.O: Número de Organismos, %: Abundancia relativa (porcentaje)	27
Tabla II	Valores obtenidos en la Prueba de Isometría para las jaibas <i>Callinectes</i> componentes de la fauna de acompañamiento obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005	38
Tabla III	Proporción de sexos de <i>Callinectes arcuatus</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.	46
Tabla VI	Análisis mensual de la proporción de sexos de <i>Callinectes arcuatus</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	46
Tabla V	Proporción de sexos de <i>Callinectes bellicosus</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.	47
Tabla VI	Análisis mensual de la proporción de sexos de <i>Callinectes bellicosus</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	47
Tabla VII	Proporción de sexos de <i>Callinectes toxotes</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.	48
Tabla VIII	Análisis mensual de la proporción de sexos de <i>Callinectes toxotes</i> presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	48
Tabla IX	Parámetros de crecimiento de <i>Callinectes arcuatus</i> . K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza), $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.	50
Tabla X	Parámetros de crecimiento de <i>Callinectes bellicosus</i> . K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza), $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.	51
Tabla XI	Parámetros de crecimiento de <i>Callinectes toxotes</i> . K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que	52

	alcanza), $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.	
Tabla XII	Longevidad de las jaibas del género <i>Callinectes</i> . K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero, $3/K + t_0 =$ Longevidad.	54
Tabla XIII	Índice de mortalidad para las tres especies <i>Callinectes</i> analizadas. M=Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F= Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación	55
Tabla XIV	Patrón de reclutamiento de <i>Callinectes arcuatus</i> de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.	55
Tabla XV	Patrón de reclutamiento de <i>Callinectes bellicosus</i> de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.	56
Tabla XVI	Patrón de reclutamiento de <i>Callinectes toxotes</i> de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de vida de las jaibas del género <i>Callinectes</i> del Océano Pacífico.	8
Figura 2	Dimorfismo sexual; machos presentan un abdomen largo y delgado en forma de T invertida, hembras abdomen triangular. A) Características morfométricas de <i>Callinectes arcuatus</i> ; B) Características morfométricas de <i>Callinectes bellicosus</i> (Según: Williams, 1974).	9
Figura 3	Distribución de <i>Callinectes arcuatus</i> (Fuente: FAO, 2004).	12
Figura 4	Distribución de <i>Callinectes bellicosus</i> .(Fuente: FAO, 2004).	13
Figura 5	Distribución de <i>Callinectes toxotes</i> (Fuente: FAO, 2004).	13
Figura.6	Localización de las estaciones muestreadas (puntos negros●) a bordo de los barcos camaroneros en el Golfo de California, México.	18
Figura. 7	Vista dorsal del caparazón de <i>Callinectes arcuatus</i> : AC) ancho del cefalotórax, LC) longitud del cefalotórax.	20
Figura 8	Distribucion latitudinal de <i>Callinectes arcuatus</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).	28
Figura 9	Distribucion latitudinal de <i>Callinectes bellicosus</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).	29
Figura 10	Distribucion latitudinal de <i>Callinectes toxotes</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).	30
Figura 11	Distribución batimétrica (en metros) de <i>Callinectes. arcuatus</i> obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.	31
Figura 12	Distribución batimétrica (en metros) de <i>Callinectes bellicosus</i> obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.	32
Figura 13	Distribución batimétrica (en metros) de <i>Callinectes toxotes</i> obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.	32
Figura 14	Abundancia relativa de <i>Callinectes arcuatus</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005	33

por las embarcaciones camaroneras.

Figura 15	Abundancia relativa de <i>Callinectes bellicosus</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.	34
Figura 16	Abundancia relativa de <i>Callinectes toxotes</i> presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras..	35
Figura 17	Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de jaibas <i>Callinectes arcuatus</i> obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	36
Figura 18	Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de jaibas <i>Callinectes bellicosus</i> obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	36
Figura 19	Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de <i>Callinectes toxotes</i> obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	37
Figura 20	Distribución de frecuencia de tallas general para las tres especies de jaibas obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	39
Figura 21	Distribución de frecuencia de tallas diferenciando por color la frecuencia de cada una de las tres especies de jaiba capturadas por los barcos camaroneros durante 2004-2005.	39
Figura 22	Distribución de frecuencia de tallas general de <i>Callinectes. arcuatus</i> , obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	40
Figura 23	Estructuras de tallas mensuales de <i>Callinectes arcuatus</i> obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	41
Figura 24	Distribución de frecuencia de tallas general de <i>Callinectes bellicosus</i> , obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	42
Figura 25	Estructuras de tallas mensuales de <i>Callinectes bellicosus</i> obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	43
Figura 26	Distribución de frecuencia de tallas general de <i>Callinectes toxotes</i> ,	44

obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

Figura 27	Estructuras de tallas mensuales de <i>Callinectes toxotes</i> obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.	45
Figura 28	Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en <i>Callinectes arcuatus</i> .	49
Figura 29	Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en <i>Callinectes bellicosus</i> .	50
Figura 30	Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en <i>Callinectes toxotes</i> .	51
Figura 31	Curvas de crecimiento de las tres especies están ajustadas al modelo de crecimiento de von Bertalanffy.	52
Figura 32	Patrón de Reclutamiento de <i>Callinectes arcuatus</i> en el Golfo de California.	55
Figura 33	Patrón de Reclutamiento de <i>Callinectes bellicosus</i> en el Golfo de California.	56
Figura 34	Patrón de Reclutamiento de <i>Callinectes toxotes</i> en el Golfo de California.	57
Figura 35	Comparación de estructuras de tallas de jaibas <i>Callinectes</i> obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California.	58
Figura 36	Comparación de estructuras de tallas de <i>Callinectes arcuatus</i> obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California	59
Figura 37	Comparación de estructuras de tallas de <i>Callinectes bellicosus</i> obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California.	59

## RESUMEN

En el Golfo de California la principal pesquería se basa en los camarones peneidos, esta actividad genera una gran derrama económica y empleos para un sector muy necesitado. La pesquería tiene como característica la captura incidental de una gran cantidad de organismos (peces, crustáceos, moluscos, etc.), conocida como fauna de acompañamiento del camarón (FAC), de cuya biología se conoce muy poco. En este trabajo se presenta información acerca de la estructura de tallas y dinámica poblacional de las jaibas del género *Callinectes* que son capturados de manera incidental en los barcos camaroneros. Se efectuaron colectas de muestras de FAC durante marzo a septiembre 2004-2005, a bordo de la flota camaronera con puerto base en Guaymas, Sonora. Se colectaron 1,372 organismos del género *Callinectes*, 737 fueron de *C. arcuatus*, 291 de *C. bellicosus* y 344 de *C. toxotes*, el rango del total de tallas fue de 35 a 168 mm de ancho de cefalotórax (AC) por las tres especies, de 40 a 150 para *C. arcuatus*, 45 a 168 para *C. bellicosus* y 35 a 160 para *C. toxotes*. Las tallas fueron analizadas siguiendo métodos basados en tallas. El coeficiente instantáneo de crecimiento de *C. arcuatus* fue  $K = 1$  y  $L_{\infty} = 150.5$  mm AC, para *C. bellicosus* fue  $K = 1.3$  con  $L_{\infty} = 173$  mm AC y para *C. toxotes*  $K = 0.9$ ,  $L_{\infty} = 168$  mm AC. La mortalidad natural (M) para *C. arcuatus* fue  $M = 1.5$  con una mortalidad total  $Z = 2.9$  y la mortalidad por pesca fue  $F = 1.4$ , en *C. bellicosus*  $M = 1.95$ ,  $Z = 2.7$  con una mortalidad por pesca  $F = 2.7$  y en *C. toxotes* se obtuvo una  $M = 1.35$ ,  $Z = 2.4$  y  $F = 1.05$ . Se presentó un reclutamiento continuo durante todo el año para las tres especies, *C. arcuatus* presentó un máximo en los meses de mayo a julio, *C. bellicosus* de julio a septiembre y *C. toxotes* tuvo máximo reclutamiento de junio a agosto. Las jaibas capturadas por los barcos camaroneros son más pequeñas que las capturadas por la pesquería de jaiba que se efectúa por las embarcaciones menores (pangas) de Sonora. Se concluye que no hay competencia aparente entre las dos pesquerías, sin embargo, se tendrá que hacer un análisis de la salud de las poblaciones de jaiba considerando los dos actores de la pesquería.

## I.INTRODUCCIÓN

El Golfo de California se encuentra ubicado en la región noroeste de México ocupando un área de 257,000 km<sup>2</sup>, abarca la Península de Baja California y los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Presenta una gran riqueza biológica y se caracteriza por formar un mar largo con características de una cuenca de evaporación, presentando un rango anual de temperaturas y salinidades relativamente altas.

La actividad pesquera de camarón es una de las más importantes en el Golfo de California, dicha actividad tiene como especies objetivo de la pesquería, especies de camarones peneidos, de los cuales se sabe que los más importantes son el camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, camarón azul *Litopenaeus stylirostris* y el camarón blanco *L. vannamei* (López-Martínez et al., 2001).

La pesca de altamar se lleva a cabo por medio de barcos arrastreros y se realiza a profundidades que van desde los 9 a 90 m. El arte de pesca empleado para la captura del camarón por los barcos camaroneros consiste en redes que son arrastradas por el fondo del mar a velocidades que van de dos a tres nudos y cada lance tiene una duración de una a tres horas. Igualmente utilizan una tercera red de menor tamaño conocida comúnmente como “chango” o red de prueba, misma que es lanzada primero para la determinación de la presencia de camarones en el área (García y Gómez, 2005).

Sin embargo, debido a que estas redes son no selectivas a otras especies, esta pesca ha sido frecuentemente señalada a nivel internacional por la gran cantidad de especies que captura de manera incidental, esta captura es conocida en su conjunto como fauna de acompañamiento del camarón (FAC) y se ha considerado típicamente que por un solo kilogramo de camarón son capturados 10 kilogramos de fauna de acompañamiento. Entre los componente de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) se pueden mencionar especies de moluscos, equinodermos, crustáceos, esponjas, mamíferos y peces, principalmente (López-Martínez et al., 2010).

Entre los crustáceos presentes en la fauna de acompañamiento se encuentran organismos del genero *Callinectes*, que se distribuye en el centro del Atlántico Neotropical, así como en el Pacífico Tropical Oriental y a lo largo del oeste de África Tropical (Williams, 1974). Estos organismos habitan en zonas costeras y se encuentran presentes en las lagunas costeras, esteros, estuarios y desembocaduras de ríos, sobre sustratos suaves compuestos de

arena y lodo, a profundidades de 4 a 40 m (Hendrickx, 1984), aunque la mayor diversidad del grupo se presenta en el mar (Villareal-Chávez, 1992; Hendrickx, 1995; Molina-Ocampo, 1999; Hernández-Moreno, 2000; Montemayor-López, 2001).

A lo largo de su ciclo de vida, las jaibas realizan migraciones locales entrando y saliendo de las zonas salobres (Villareal, 1992). Son organismos que se caracterizan por producir una gran cantidad de organismos jóvenes; alcanzan su madurez sexual a edades tempranas, presentan un crecimiento rápido, altas tasas de mortalidad natural y una vida corta (Van Engel, 1987).

Los cangrejos del género *Callinectes* constituyen la base de importantes pesquerías comerciales en diversas regiones del mundo, tales como la costa este de los Estados Unidos, el Caribe y las costas este y oeste de centro y Sudamérica (Ruiz-Camacho et al., 1985).

En México la pesquería de la jaiba inició en las costas del Golfo de México, teniendo una gran historia y tradición la pesca en la zona de la Laguna Madre. En el Golfo de California la pesquería es joven (Diario Oficial de la Federación, 2004; Molina et al., 2006).

El conocimiento de las estructuras de tallas y crecimiento de los individuos es relevante porque proporciona información de la dinámica de las poblaciones estudiadas y es posible establecer tallas de captura que garanticen que la pesca está incidiendo sobre adultos post reproductores para permitir que los jóvenes puedan llegar a la edad reproductiva y después integrarse al stock explotado. Los diferentes trabajos realizados a jaibas *Callinectes* del Golfo de California han estado enfocados exclusivamente a los organismos que se encuentran cerca de la ribera y que por lo tanto son disponibles para la pesca de las embarcaciones menores (la pesca ribereña) (Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz, 1992; Escamilla, 1998; Molina-Ocampo, 1999; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003; Molina et al., 2006, entre otros), desconociéndose cómo está integrada la fracción poblacional que se encuentra a profundidades mayores o en zonas donde no opera la pesca ribereña.

## II. ANTECEDENTES

### II.1. Pesquería de Camarón

En el Golfo de California, la pesquería de camarón por medio de redes de arrastre de fondo tuvo sus inicios a finales de la década de los años treinta. Debido a las capturas incidentales que conlleva esta actividad, se ha despertado el interés científico sobre el estudio de las especie componentes de la fauna de acompañamiento.

A principios y mediados de la década de los sesentas, empezó a surgir un gran interés en la posibilidad de utilizar la fauna de acompañamiento como fuente de alimento de bajo costo. Por esto y para detectar recursos pesqueros potenciales dentro del Golfo de California, se comenzaron a realizar estudios tanto cualitativos como cuantitativos de esta fauna (Ramírez et al., 1965; Castro-Aguirre et al., 1970; Pérez-Mellado y Findley, 1985).

En la década de los setentas fue cuando se empezó a notar que podría haber alguna afectación sobre las comunidades bentónicas debido al uso de este tipo de artes de pesca en el Golfo de California, por lo que en estos mismos años se empezaron a realizar los primeros estudios para evaluar el impacto que este tipo de redes causaban en las comunidades bentónicas (Ramírez et al., 1965; Castro-Aguirre et al., 1970; Pérez-Mellado y Findley, 1985).

Las redes empleadas para llevar a cabo la pesca de camarón se encuentran provistas de dispositivos excluidores de tortugas (DET), pero no de dispositivos excluidores de peces, por lo que una gran diversidad de especies marinas, principalmente peces e invertebrados, son capturados incidentalmente durante las maniobras de pesca de los barcos, siendo las jaibas parte sustancial de esta captura incidental (López-Martínez et al., 2008). Hasta hace unos 12 años, las jaibas capturadas en la flota arrastrera eran devueltas al mar, ya que no podían competir por el espacio en bodega destinado para el camarón. En años recientes, cuando la demanda de jaiba aumentó, los barcos camaroneros fueron medios importantes para proveer de jaiba al mercado local; actualmente se estima que más del 10% de la producción anual de jaiba proviene de la flota de arrastre de camarón (Torre-Cosío, 2001).

En un trabajo realizado en 2007 donde se analizó la composición de la fauna de acompañamiento de camarón, se obtuvo un 20 % de la captura total correspondiente a moluscos y equinodermos, de los cuales ocho especies fueron consideradas principales, ocupando el cangrejo *Portunus asper* el 11 %, el gruñido de Panamá *Pomadasya panamensis* el 8 %, la curvina *Stellifer ericymba* el 7 %, la estrella de arena de peine *Astropecten armatus*

16 %, los peces *Orthopristis chalceus* el 6 % y *Larimus effulgens* el 4 %, y los cangrejos *Callinectes arcuatus* el 4 % y *Hepatus kossmani* el 3% (Madrid-Vera et al., 2010).

## II.2. Pesquería de Jaiba

En el Golfo de California la pesquería es joven, pues se comenzó a explotar las jaibas en gran escala a principios de los años ochenta (Diario Oficial de la Federación, 2004; Molina et al., 2006). Actualmente es una de las pesquerías ribereñas más importantes en el golfo, convirtiéndose en una década en el soporte de una parte significativa de los ingresos de los pescadores, antes y después de la temporada de pesca de camarón. De acuerdo a la Carta Nacional Pesquera, en su revisión publicada en 2010 en el Diario Oficial de la Federación, del Golfo de California se extrae el 87% de la producción de jaiba del Pacífico Mexicano, a través de la labor de pescadores trabajando en 2,100 pangas.

Las capturas en el golfo están compuestas de tres especies, aunque sobresale la jaiba verde (*C. bellicosus*) y en menores volúmenes la jaiba azul (*C. arcuatus*) y la jaiba gigante (*C. toxotes*) (Molina et al., 2006). Su pesquería constituye una actividad relativamente artesanal para consumo humano directo y en pequeño mercadeo (Ramírez-Félix et al., 2003). Las artes de pesca que se emplean son muy sencillas y de bajo costo; entre las más comunes están las trampas, los aros y las fisgas (González-Ramírez et al., 1996; Molina, 1999; Molina et al., 2006).

Los estados de Sinaloa y Sonora son los mayores productores del golfo. *C. bellicosus* domina en la captura comercial en todos los estados pero con diferente proporción, seguida de *C. arcuatus*, y sólo en Sinaloa se presenta captura sobre *C. toxotes* (González-Ramírez et al., 1996; Molina, 1999).

En México el volumen de producción de la jaiba durante el 2000-2009 fue en promedio de 21,061 t de peso vivo. El litoral del Pacífico contribuye en promedio con un 55% de las capturas totales, con una captura media en el periodo 2000-2009 de 11,558 t, y una máxima producción en el año 2008 con 18,337 t, destacándose las producciones de los estados de Sonora y Sinaloa aportando el 89% de la producción a nivel del Pacífico mexicano, y ocupando los lugares primero y segundo en la producción total o nacional en ese periodo, con

29% y 19% respectivamente (SAGARPA, 2009). En el litoral del Pacífico mexicano, se encuentran 16 localidades importantes de captura de jaiba, destacando las localidades de Punta Chueca, Sahuimaro, Cardonal, Tastiota y Las Guásimas en Sonora, que en conjunto representaron durante 2011 capturas de 3,777 t anuales (OIDRUS Sonora, 2011).

### II.3. Género *Callinectes*

Clase	Crustacea
Subclase	Malacostraca
Serie	Eumalacostraca
Super orden	Eucarida
Orden	Decapoda
Suborden	Reptantia
Familia	Portunidae
Género	<i>Callinectes</i>

Fischer y Wolff (2006) mencionaron la existencia de 14 especies del género *Callinectes* en ambas costas de América, de las cuales 11 se encuentran registradas en aguas tropicales y subtropicales. En costas del Golfo de California se han identificado 13 especies y subespecies de jaibas (Hendrickx, 1984; Ramírez-Félix et al., 2003).

Dichas especies presentan grandes fluctuaciones interanuales en su abundancia debido a factores ambientales, tanto físicos, químicos y biológicos (Vince-Guillory, 2003).

Se ha estimado que la jaiba azul (*C. arcuatus*) del litoral del Pacífico presenta una longevidad entre 3 a 4 años (Escamilla, 1998; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003), de 3 a 4 años en Florida y de 7 a 8 años en bahía de Chesapeake (Guillory, 2003). Dittel y Epifanio (1984) estimaron una longevidad natural de entre 2 y 3 años para *Callinectes*.

Reyes-Benítez (2007) reportó una longevidad de tres años para *C. arcuatus* y *C. bellicosus*. Gil y Sarmiento (2001), reportaron que *C. bellicosus* alcanza la talla asintótica de los 4 a 5 años de vida.

El período reproductivo de la jaiba azul en diferentes regiones va de marzo a agosto (Paul, 1982; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003), con un segundo

período reproductivo en los meses de noviembre a diciembre (Anónimo, 1990). Para *C. bellicosus* se tiene conocimiento de que la temporada reproductiva va de marzo a septiembre (Sánchez-Ortiz y Gómez-Gutiérrez, 1992; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003; Arreola-Lizárraga et al., 2003). Por otra parte, Arreola-Lizárraga et al. (2003) presentaron un modelo conceptual acerca de la ecología de *C. arcuatus* y *C. bellicosus* en lagunas semi-áridas subtropicales del Golfo de California, sugiriendo que durante primavera y verano es la temporada reproductiva con la presencia de jóvenes y adultos, así como machos y hembras en el interior de las lagunas; durante otoño la abundancia es la más baja y únicamente ocurren machos adultos en las inmediaciones de las bocas de las lagunas; durante invierno ocurre el principal reclutamiento de jóvenes.

Observaciones en el golfo de California mostraron que *C. arcuatus* es una especie eurihalina que tolera un intervalo de salinidad de 1-65, se encuentran en un intervalo de temperatura de 17.5-34 °C y habita en profundidades de 0-40 m; mientras que *C. bellicosus* es una especie estenohalina que tolera un intervalo de salinidad de 31-38, se encuentra en un intervalo de temperatura de 18-40 °C y habita en profundidades de 0-30 m (Paul, 1982). *C. toxotes* se presenta un amplio intervalo de profundidad, se registró con mayor frecuencia en salinidades por debajo de 30, dominando en aguas menos salinas de los sistemas lagunares y esteros (Norse y Estévez, 1977, citado por Paul, 1982), siendo *C. arcuatus* la especie más eurihalina. No se observaron preferencias de *C. arcuatus* entre bajos o altos niveles de salinidad, mientras que *C. bellicosus* es la menos eurihalina de las tres, ya que se encuentra en intervalos de salinidad menores, con preferencia por condiciones cercanas a aguas marinas o completamente marinas (Paul, 1982). Por otra parte, la mayor abundancia de *C. arcuatus* ocurre a profundidades de 0 a 5 m (Villareal-Chávez, 1992; Escamilla-Montes, 1998), encontrándose a lo largo de todo el año, con máximos en los meses de enero a septiembre y disminuyendo su abundancia en el mes diciembre (Paul, 1981, 1982; Villareal, 1992; Escamilla, 1998; Nevárez-Martínez et al., 2003). La abundancia de *C. bellicosus* es mayor que la de *C. arcuatus*, presentándose las máximas capturas en febrero y las mínimas en septiembre (Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz, 1992; Escamilla, 1998; Molina-Ocampo, 1999; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003).

### **II.3.1. Ciclo de vida, morfología y alimentación**

El ciclo de vida de la jaiba (Figura 1) se inicia con el apareamiento de machos y hembras (este proceso dura de 1 a 2 semanas), mismo que se lleva a cabo en el océano y ocurre cuando los organismos llegan a ser sexualmente maduros (después de su primera muda juvenil y mientras la hembra regenera su caparazón). Después del apareamiento, las hembras emigran a aguas de alta salinidad. La hembra expulsa los huevos fertilizados en una masa cohesiva a su abdomen, depositándolos en los pleópodos donde se incuban en un periodo de dos a tres semanas, en esta fase la hembra se alimenta poco y se prepara para la eclosión de los huevecillos, hasta que las larvas emergen. La masa ovígera contiene cerca de dos millones de huevos de 0.25 mm de diámetro (Hopkins, 1943). Una vez llevada a cabo la eclosión, surge el primer estadio larvario llamado nauplio, posteriormente éste se transforma en zoea (de unos 6 mm de largo) y cambia progresivamente a ocho sub fases distintas, hasta que se transforma en una larva terminal llamada megalopa (McKenzie, 1970; Hines y Ruíz, 1995). Esta transformación ocurre en el mar abierto a los 30 días de la eclosión. Durante su vida planctónica, la megalopa no se alimenta, sino que se ocupa de nadar activamente hacia la costa, guiada aparentemente por señales vibrátiles detectadas por algunas estructuras especializadas de sus antenas (Sánchez-Ortíz y Gómez-Gutiérrez, 1992). La megalopa experimenta una sola muda, que cambia radicalmente de forma y produce el primer estadio bentónico, ya muy semejante al adulto. Esta fase se lleva a cabo en las zonas costeras, principalmente en esteros y lagunas (Fischer et al., 1995; Orthet et al., 1996). El tiempo de las fases larvales de la jaiba puede variar dependiendo de la especie y de factores ambientales como temperatura, salinidad, irradiación y disponibilidad de alimento (Morales-Bojórquez, 1993)

Las jaibas son heterosexuales y exhiben un claro dimorfismo sexual. Los machos presentan un abdomen largo y delgado en forma de T invertida (Figura 2), que en los organismos inmaduros está pegado al abdomen y en los maduros cuelga libremente. Las hembras se caracterizan por el abdomen triangular y sellado al cuerpo, en el caso de las hembras inmaduras es redondeado y ancho en el de las maduras. Las hembras ovígeras son todas aquellas hembras con huevos expuestos en sus diferentes estadios gonádicos (Hendrickx, 1995). Como muchos organismos marinos, el apareamiento y desove ocurren en tiempos diferentes.

En cuanto a la alimentación, al analizar los resultados del contenido estomacal de las diferentes clases de talla, por sexo y el grado de madurez, se observó que no existe una tendencia a los tipos alimentarios, por lo que se puede calificar a la especie como un organismo omnívoro (González-Ramírez *et al* 1990).

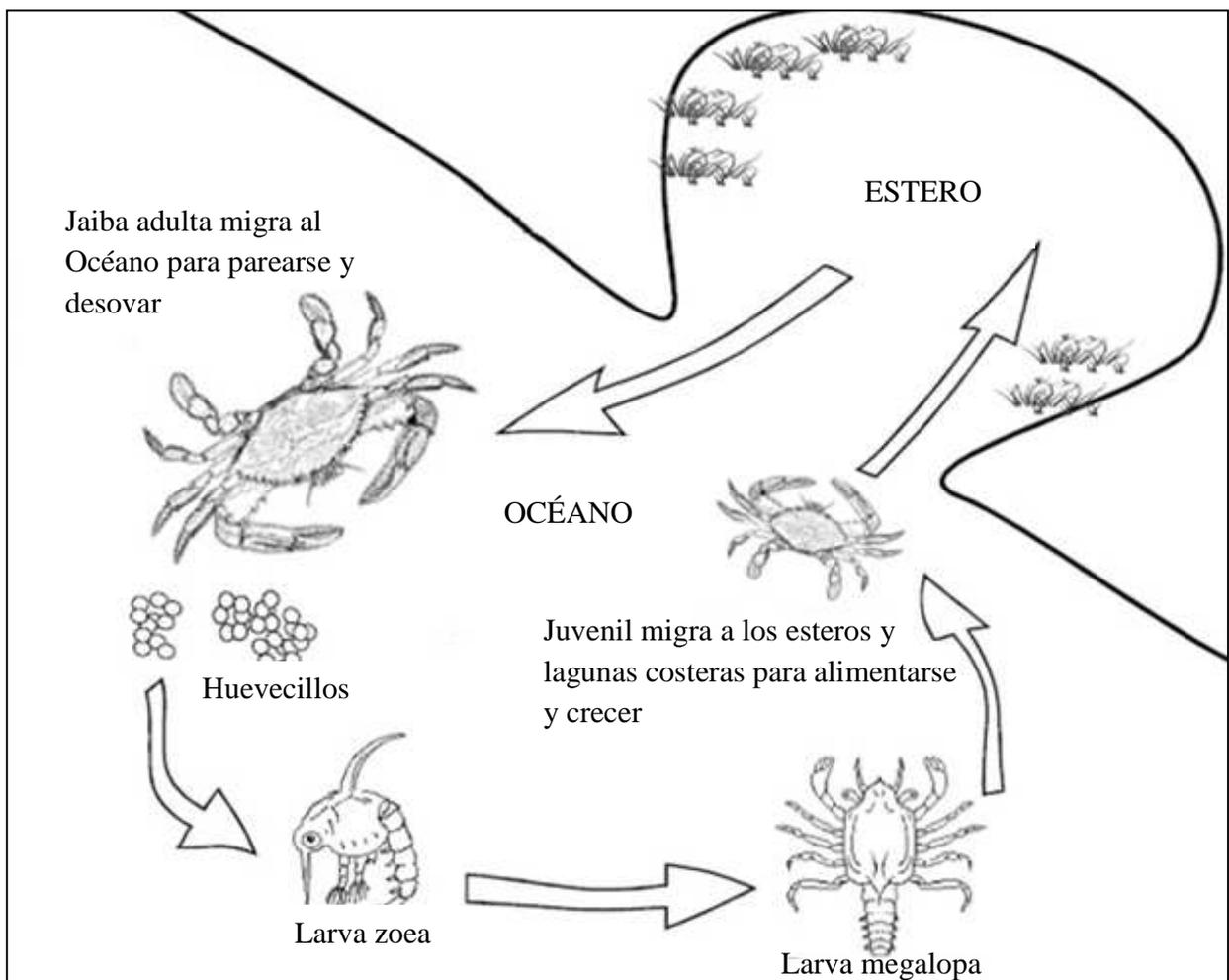
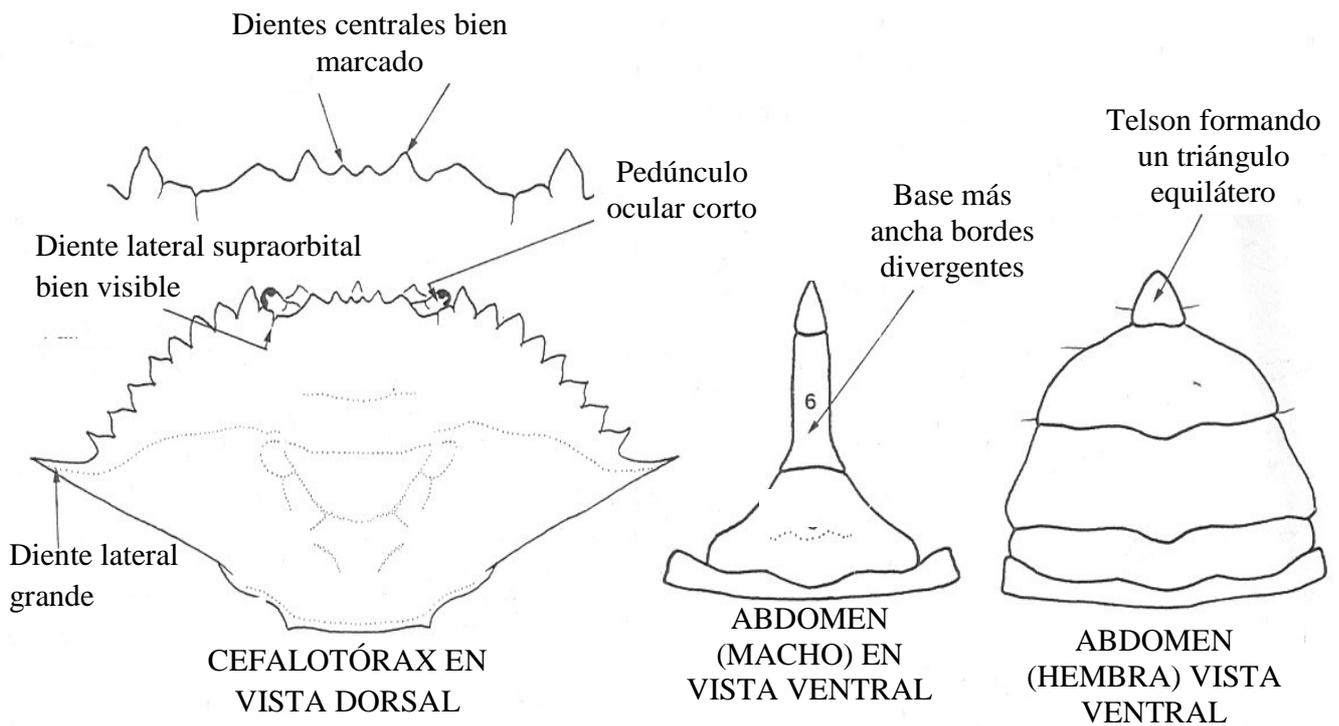
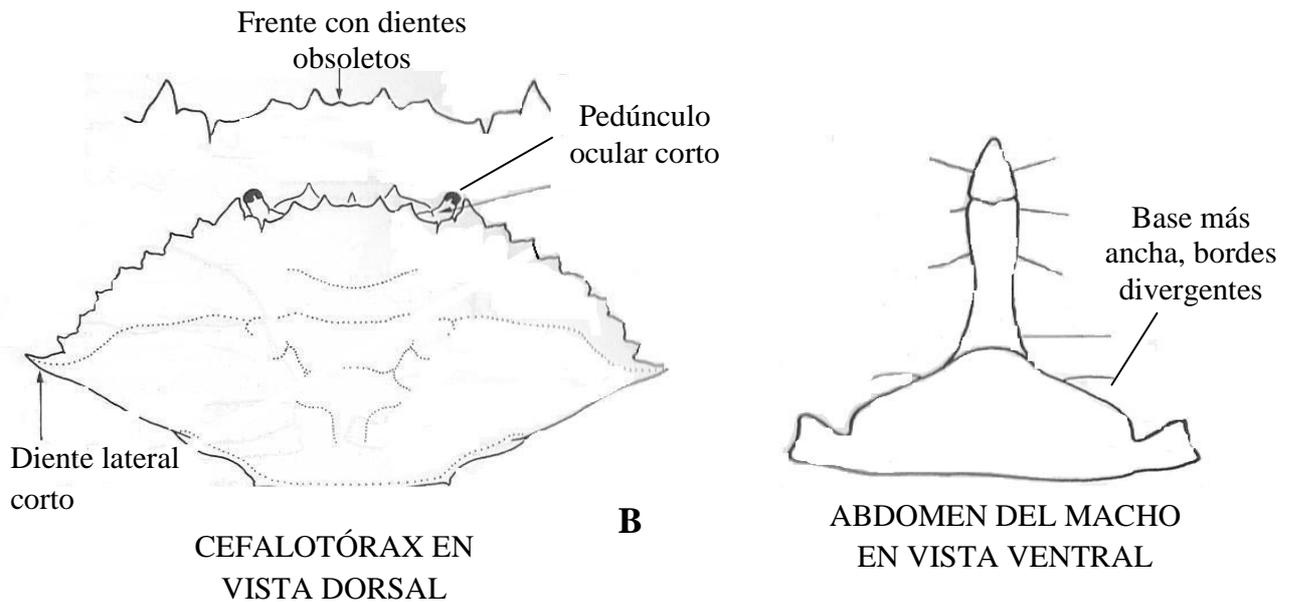


Figura.1. Ciclo de vida de las jaibas del género *Callinectes* del Océano Pacífico.



**A**



**B**

Figura 2. Dimorfismo sexual; machos presentan un abdomen largo y delgado en forma de T invertida, hembras abdomen triangular. A) Características morfométricas de *Callinectes arcuatus*; B) Características morfométricas de *Callinectes bellicosus* (Según: Williams, 1974).

### II.3.2. Crecimiento

El crecimiento de los crustáceos decápodos es un proceso discontinuo consistente de una sucesión de mudas (ecdisis), separadas de un período entre mudas. La muda es un proceso continuo en la vida del crustáceo. Durante el período intermuda el integumento es duro y se retrasa el crecimiento. En cada muda el crustáceo se despoja del integumento y crece rápidamente en un período muy corto antes de que el nuevo integumento se endurezca. Por lo que se puede describir el crecimiento con dos componentes: el incremento de las mudas o el incremento en tamaño que ocurre en una muda, y otro es el intervalo de las mudas (ecdisis) o la duración entre dos mudas sucesivas. También ocurren pequeños incrementos en peso a través de cambios en el contenido del tejido durante el período intermuda (Barnes, 1975).

En las jaibas los machos son de mayor tamaño, comparados con las hembras, debido a las mudas y regeneración de caparazón que la hembra realiza durante su vida (McKenzie, 1970; Hines y Ruíz, 1995). Las hembras detienen su crecimiento para destinar gran parte de la energía a la reproducción, mientras que los machos continúan creciendo aún después de alcanzar la madurez sexual y la cópula se realiza cuando la hembra está mudada y mientras regenera el exoesqueleto, el macho que la toma debe tener mayor tamaño para protegerla de depredadores (Sastry, 1983).

Se han realizado numerables estudios sobre estructura de tallas y crecimiento de *C. arcuatus* (Paul, 1982; Dittel y Epifanio, 1984; Nevárez-Martínez et al., 2003; Reyes-Benítez et al., 2007) y *C. bellicosus* (Molina-Ocampo, 2001; Nevárez-Martínez et al., 2003; Reyes-Benítez et al., 2007) en localidades del Pacífico.

*Callinectes* alcanza la talla máxima alrededor del primer año de vida (Larry McEachron y Vince-Guillory, 2003; Nevárez-Martínez et al., 2003), teniendo por lo tanto un crecimiento acelerado e isométrico (Arreola-Lizárraga et al., 2003; Nevárez-Martínez et al., 2003).

Se ha reportado la alometría de estos organismos, en COBI (2004) se presentó un coeficiente de alometría de 3.53 para *C. bellicosus*. Este crecimiento alométrico de *C. bellicosus* es reportado también por varios autores (Paul, 1982; Molina-Ocampo, 2001) y en otras especies del género *Callinectes* en la costa del Atlántico (Tagatz, 1968; Olmi III y

Bishop, 1983; García-Montes et al., 1987). Reyes Benítez et al. (2007), muestra un crecimiento isométrico para *C. bellicosus*.

Paul (1982), Hernández-Moreno (2000), Molina-Ocampo (2001), Arreola-Lizárraga et al. (2003), Nevárez-Martínez et al. (2003) y Reyes-Benítez et al. (2007) reportaron para *C. arcuatus* un crecimiento isométrico. Mientras que se reportó una alometría en el crecimiento de esta especie por Molina-Ocampo (2001) y por Fischer y Wolf (2006), este último con valores  $b = 3.135$ , en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

### II.3.3. Tallas

La talla máxima reportada para *C. arcuatus* es de 120 mm de ancho de cefalotórax (AC) para hembras y 140 mm AC para machos, y para *C. bellicosus* de 140 mm y 170 mm AC (Paul, 1979; Salazar, 1980; Paul, 1981; Rocha et al., 1992; Hendrickx, 1995; González et al., 1996; Escamilla, 1998; Nevárez-Martínez et al., 2003).

Reyes-Martínez (2007) reportó un rango de estructuras de tallas para *C. arcuatus* de 31 a 150 mm de AC y para *C. bellicosus* tallas de entre los 51 y 160 mm de AC. Ramos-Cruz (2008) reportó para *C. bellicosus*, un rango de tallas de los 33 a los 130 mm de AC, y por otra parte, Hernández y Arreola-Lizárraga (2007) obtuvieron rangos de 23 a 134 mm de AC y de 69 a 160 mm de AC para *C. arcuatus* y *C. bellicosus*.

Las jaibas del género *Callinectes* alcanza la madurez sexual entre los 12 y 18 meses de edad con una talla promedio de 60 mm. Las tallas de los adultos van de 40 a 170 mm de AC, el tamaño promedio para *C. arcuatus* es de 90 mm y de 120 mm de AC para *C. bellicosus* y *C. toxotes* (Dittel y Epifanio, 1984)

*C. arcuatus* alcanza su madurez sexual a un tamaño aproximado a los de 41.6 mm y *C. bellicosus* a los 59.4 mm de longitud cefalotorácica (LC) (Larry-McEachron, 2003; Vince-Guillory, 2003; Nevárez-Martínez et al., 2003). En este sentido Estrada (1999) señaló que en esta especie pueden encontrarse organismos sexualmente maduros a partir de los 58 mm, mientras que Loran et al. (1993), mencionaron que en las poblaciones de *C. arcuatus* es posible hallar hembras con gónadas maduras a partir de los 69.5 mm. Nevárez-Martínez et al. (2003) estimaron una talla media de primera maduración de 85 mm.

## II.4. Distribución

La distribución geográfica de *C. arcuatus* va de California, E.U.A. a Perú, incluyendo el Golfo de California, México (Figura 3). *C. bellicosus* se distribuye desde el sur de California, E.U.A. hasta el Golfo de Tehuantepec, incluido también el Golfo de California, México (Figura 4) y *C. toxotes* desde el sur del Golfo de California, México hasta Colombia (Figura 5). (Brusca, 1980; Paul, 1982; Correa-Sandoval, 1991; Hendrickx, 1995)

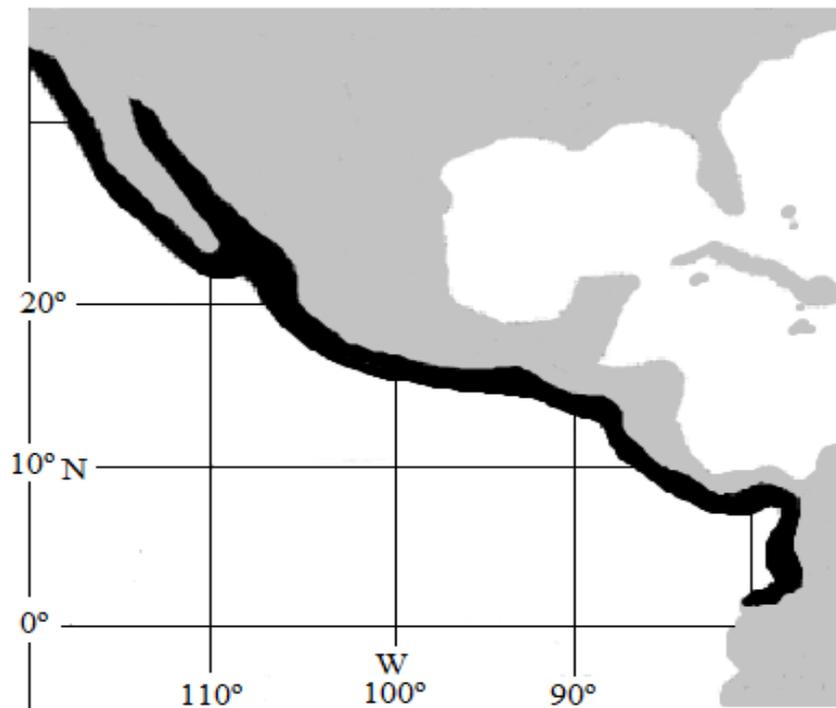


Figura 3. Distribución de *Callinectes arcuatus* (Fuente: FAO, 2004).

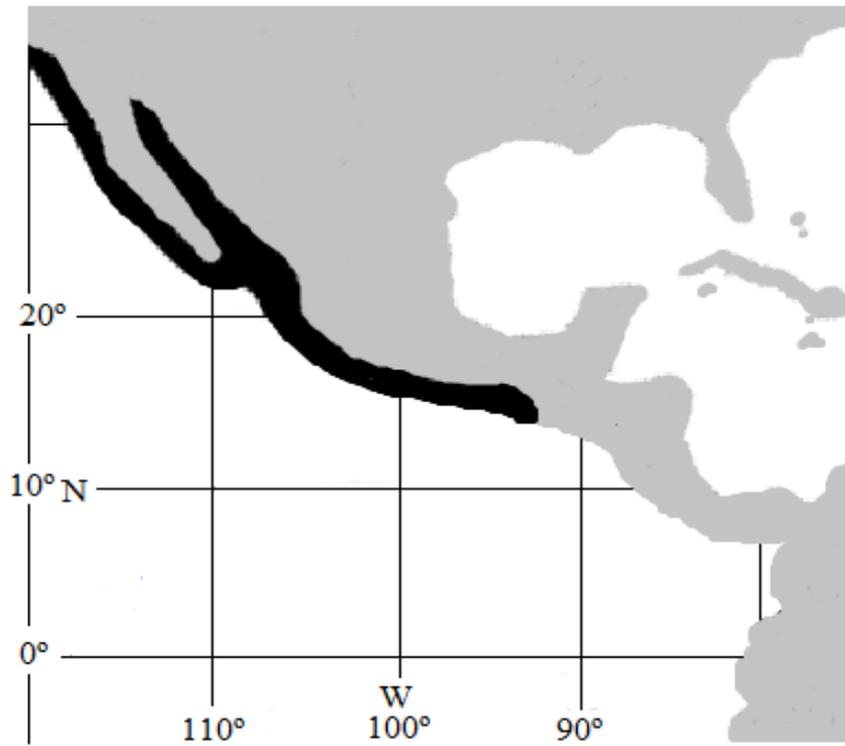


Figura 4 Distribución de *Callinectes bellicosus* (Fuente: FAO, 2004).

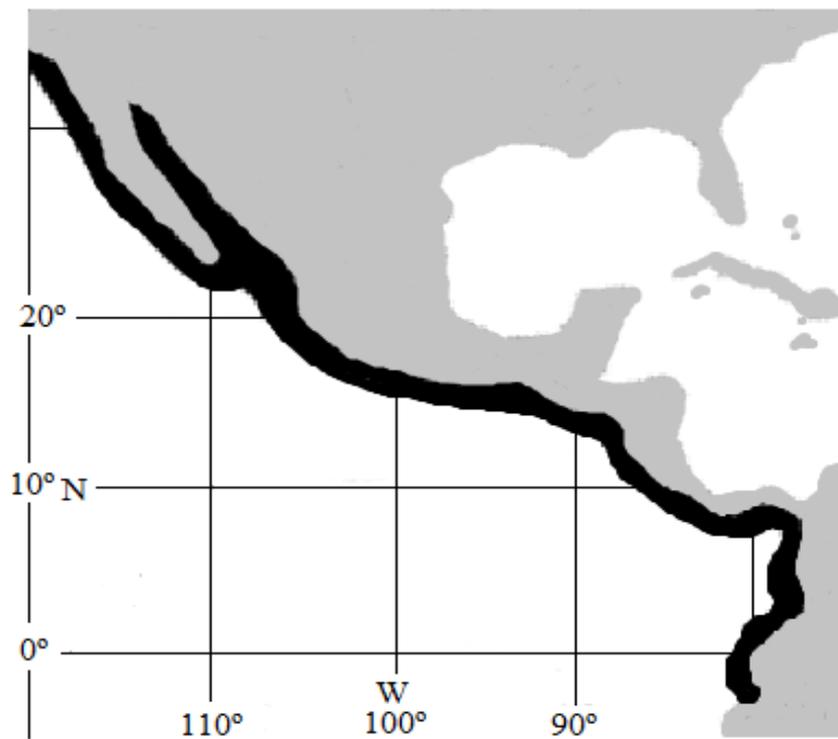


Figura 5. Distribución de *Callinectes toxotes* (Fuente: FAO, 2004).

Estas tres especies presentan diversa distribución geográfica, sin embargo, comparten hábitats en sistemas lagunarios, en la ribera de los mismos y en la zona marina costera (Molina y Montemayor, 1998; Montemayor-López, 2001; Pérez-Ríos, 2001; Ramírez-Félix et al., 2003).

Se sabe que *C. bellicosus* es una 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, 1984).

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La jaiba es una especie recurrente en la Fauna de Acompañamiento del camarón, sin que se sepa nada sobre la fracción poblacional que es capturada, tampoco las tallas en las que incide el arrastre. Actualmente, los estudios poblacionales de jaibas en el Golfo de California han estado dirigidos específicamente para pesquerías ribereñas, por lo tanto, no existen registros de datos poblacionales de jaibas capturadas en altamar por barcos arrastreros. Este estudio pretende aportar información acerca de estas poblaciones de jaibas que no han sido estudiadas anteriormente.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Las capturas incidentales de las jaibas del género *Callinectes* en las redes de arrastre en el Golfo de California, son una fracción poblacional diferente a la capturada por la pesca ribereña, pudiendo presentar características poblacionales diferentes a los de las jaibas capturadas en la costa, con una abundancia variable y que presentan un crecimiento individual promedio que puede ser representado con el modelo matemático de Von Bertalanffy y una alta tasa de mortalidad.

## **V. OBJETIVOS**

### **V.1. Objetivo General**

Determinar la estructura de tallas y la dinámica poblacional de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* obtenidas por la flota camaronera en el Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo de 2004-2005.

### **V.2. Objetivos Específicos**

Determinar la distribución y abundancia relativa para cada especie.

Determinar la relación ancho de cefalotórax vs peso de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* durante la temporada de pesca camaronera 2004-2005.

Estimar el crecimiento individual promedio y longevidad de cada especie.

Estimar la mortalidad natural y por pesca para las tres especies de jaibas.

Determinar el patrón de reclutamiento para cada una de las especies.

Comparar la estructura de tallas de las jaibas capturadas por la pesca ribereña efectuada en Bahía Kino, Bahía Lobos y Las Guásimas, Sonora y las capturadas por los barcos camaroneros que operan en Sonora.

## VI. METODOLOGÍA

### VI.1. Trabajo de Campo

Para efectos de estimar la dinámica poblacional de las jaibas se analizaron muestras de las jaibas obtenidas de la flota camaronera con sede en Guaymas, Sonora y que opera en la Costa Oriental del Golfo de California, entre los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Los muestreos cubrieron estaciones ubicadas a lo largo y ancho de la porción oriental del Golfo de California, entre los  $21^{\circ}13'37''$  LN,  $105^{\circ}16'06''$  LW y  $31^{\circ}24'35''$  LN,  $114^{\circ}22'51''$  LW (Figura 6).

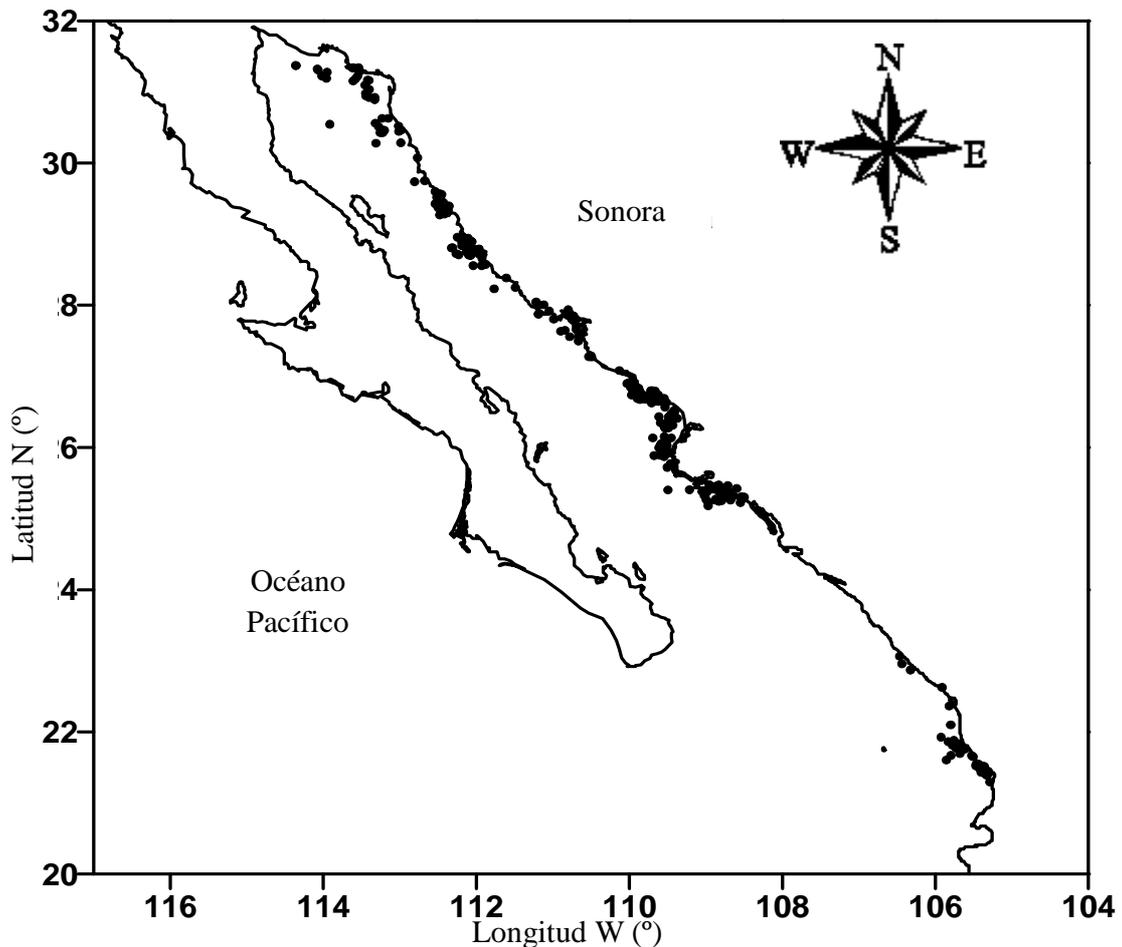


Figura 6. Localización de las estaciones muestreadas (puntos negros•) a bordo de los barcos camaroneros en el Golfo de California, México.

Los muestreos comprendieron el periodo de septiembre a marzo de la temporada de pesca camaronesa 2004-2005, periodo en el cual se llevó a cabo un programa de 10 observadores a bordo de la flota camaronesa a través del Proyecto SAGARPA-CONACYT-2003-C01-089 intitulado “Evaluación del impacto que ocasionan las redes de arrastre para camarón y escama demersal en los fondos marinos del Golfo de California”, a cargo del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Los observadores fueron los encargados de la colecta de las muestras y los datos propios de cada lance, como son profundidad, velocidad de arrastre, distancia recorrida, posición inicial y final del lance y composición de la captura de las diferentes embarcaciones, para cada uno de los lances realizados.

Una vez que los copos de las redes fueron abiertos y la captura fue vertida en la cubierta de la embarcación, se procedió a separar la fauna de acompañamiento. Se tomó una muestra de 20 Kg (el tamaño de la muestra se determinó siguiendo criterios estándar, Box et al., 2008) de la fauna de acompañamiento capturada, procurando que esta fuera homogénea.

Esta fauna de acompañamiento se guardó en una bolsa etiquetada con los datos propios del lance y se congeló hasta su procesamiento en el laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas, Sonora.

Adicionalmente, durante 2000 y 2001 se llevaron a cabo muestreos por parte del personal del laboratorio de pesquerías del CIBNOR Guaymas de las jaibas capturadas por la pesca ribereña en Bahía Lobos, Bahía Kino y Las Guásimas en Sonora, los cuales fueron usados para obtener las estructuras de tallas y llevar a cabo un análisis comparativo con las estructuras de tallas capturadas por la pesca de arrastre de altamar.

## **VI.2. Trabajo en el Laboratorio**

El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas.

Se tomó cada una de las muestras de 20 kg y se procedió a separar el camarón y la fauna asociada, para su posterior identificación taxonómica. La identificación se llevó a cabo utilizando las claves de Hendrickx (1985) y la Guía FAO para la identificación de especies

para los fines de la pesca Pacífico Centro-Oriental (FAO, 1995; Fisher et al., 2004; Froese y Pauly, 2007).

Una vez separadas las jaibas del resto de los organismos, fueron identificados por especie, ésta se basó en la forma de las espinas frontales y el sexo se determinó por la forma del abdomen siguiendo los criterios de Rathbun (1930) y Hendrickx (1985).

Las biometrías consistieron en mediciones de ancho de cefalotórax (AC) y longitud de cefalotórax (LC) (Figura 7) con un vernier de 0.1 mm de precisión, enseguida los organismos fueron pesados con una balanza con 0.01g de precisión.

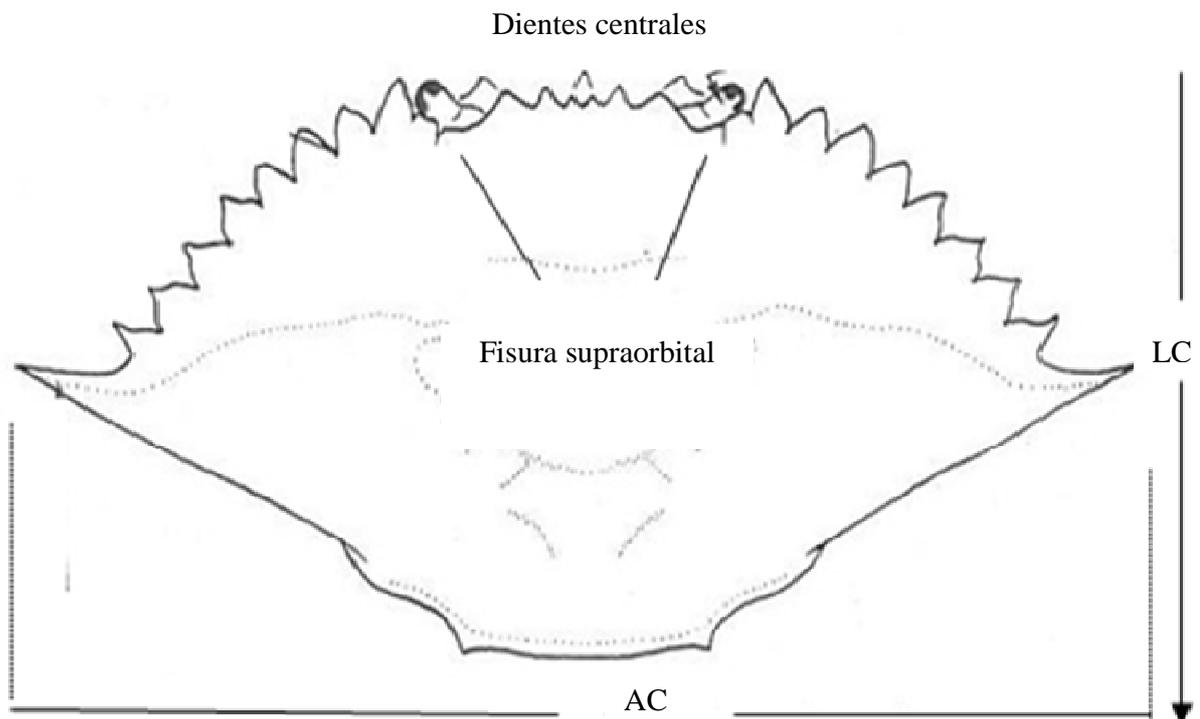


Figura 7. Vista dorsal del caparazón de *Callinectes arcuatus*: AC) ancho del cefalotórax, LC) longitud del cefalotórax.

### **VI.3. Trabajo de Gabinete**

Posterior a obtener los datos del muestreo biológico, se conformó una base de datos, en la cual se incorporó la información con los datos del muestreo de campo y las medidas y datos obtenidos en el trabajo de laboratorio para el posterior análisis de cada uno de los parámetros a estimar.

#### **VI.3.1. Abundancias relativas, distribución latitudinal y distribución batimétrica**

Para determinar la distribución latitudinal de cada especie, se ubicaron las estaciones en las cuales aparecieron las especies de jaibas *Callinectes*, marcándose aquellas estaciones en las que aparecieron los organismos. Para determinar las abundancias relativas (%) de las diferentes especies de jaibas se ubicó las zonas de mayor abundancia según los lances en los que aparecieron las muestras, esta abundancia se muestra porcentual, para lo cual se utilizó el programa Surfer versión 8.

En el caso de la distribución batimétrica (por profundidad), las muestras fueron separadas en intervalos de 5 mm y se realizó un histograma de abundancias porcentuales por especie en los diferentes intervalos de profundidad.

#### **VI.3.2. Estructuras de tallas**

Para obtener las estructuras de tallas de cada especie, se utilizaron los datos de ancho de cefalotórax, los cuales fueron agrupados en intervalos de talla de 5 mm, se realizaron estructuras por mes y una general para cada una de las tres especies. Estas estructuras de tallas sirvieron de base para la comparación de la captura entre flotas y los análisis de crecimiento individual promedio.

### VI.3.3. Relación ancho de cefalotórax (AC) vs peso (W)

Debido a que las capturas de jaiba son declaradas en unidades de peso (kilos) y con la finalidad de poder extrapolar la estructura de tallas obtenida de las muestras a las capturas, para llevar a cabo las estimaciones de mortalidad por pesca, abundancia y magnitud de reclutamiento, se estimó un factor de ampliación. Para ello, se requiere contar con la relación biométrica ancho de cefalotórax (AC) vs. peso (W), misma que fue obtenida mediante una regresión no lineal, a través de mínimos cuadrados y usando como criterio de ajuste, el coeficiente de determinación. La relación estimada fue:

$$W = aL^b$$

Dónde:

W= peso del organismo (en gramos).

L= ancho de cefalotórax (en milímetros).

a y b= son los parámetros de la relación ancho de cefalotórax-peso.

Con la relación biométrica peso (W) y ancho de cefalotórax (AC) se calculó el peso medio para cada marca de clase de la estructura de tallas de las muestras, la cual fue multiplicada por su frecuencia respectiva, la sumatoria de la cual fue el peso de la muestra para cada mes.

Para probar el tipo de crecimiento de las especies de jaibas *Callinectes* se llevó a cabo la prueba de isometría a través de una t de Student, la cual tomó en cuenta los valores del exponente b resultantes de las relaciones biométricas realizadas. Se trabajó con un nivel de confianza del 95% y bajo la hipótesis nula que  $b = 3$ .

Cabe aclarar que lo que determina si hay isometría o alometría, es el exponente (b) de la relación longitud vs peso. Cuando  $b = 3$ , el crecimiento es de tipo isométrico, cuando b es mayor a 3 la variable dependiente crece más deprisa que la estructura de referencia, indicando un crecimiento alométrico positivo, y cuando b es menor de 3 la variable dependiente crece más despacio que la estructura de referencia indicando una alometría negativa, la alometría negativa significa que existen partes del cuerpo que crecen menos o más despacio que otras (Pérez-Zaballos et al., 2009).

#### VI.3.4. Crecimiento

Utilizando como base las estructuras de tallas obtenidas, se obtuvieron los parámetros de crecimiento individual promedio, ajustando al modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Este modelo se considera adecuado porque incorpora un término de estacionalidad en el crecimiento característico de organismos de vida corta (Pauly y Munro, 1984). El modelo tiene la forma:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Dónde:

$L_t$  = longitud a un tiempo  $t$ .

$L_\infty$  = longitud asintótica.

$K$  = coeficiente de crecimiento en base anual.

$t_0$  = tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud cero.

Para la obtención de los diferentes parámetros del modelo de von Bertalanffy se utilizaron métodos basados en tallas. Para la obtención del coeficiente instantáneo de crecimiento  $K$  y la longitud asintótica final  $L_\infty$ , se utilizaron los métodos electrónicos ELEFAN I (Electronic Frequency Analysis) (Pauly y David, 1981; Pauly, 1987), NSLCA (New Sheperd's Length Composition Analysis) (Sheperd, 1987) y Powell-Wetherall (Powell, 1979; Wetherall et al., 1987).

Estos parámetros se calcularon utilizando el software FISAT II (Electronic Length Frequency Análisis) versión 1.2.2, introducido por Pauly y David (1981).

El tercer parámetro de la ecuación de crecimiento  $t_0$  (tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero) se determinó utilizando la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980).

$$t_0 = 1 * 10^{[-0.3922 - (0.2752 * \log L_\infty) - (1.038k * \log K)]}$$

Con la obtención de estos tres parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, se procedió a realizar las graficas de edad vs ancho del cefalotórax y la obtención de la ecuación que representa el crecimiento para cada una de las especies de jaibas.

### VI.3.5. Longevidad

Para la obtención de la longevidad de cada una de las especies se utilizó la ecuación propuesta por Taylor (1962), en el cual se ha demostrado que el parámetro de curvatura de von Bertalanffy K, se relaciona con la longevidad (Beverton y Holt, 1959), la ecuación es la siguiente:

$$t_{\max} = 3/K + t_0$$

Dónde:

$t_{\max}$  = Longevidad (edad máxima que alcanza un organismo).

K = Coeficiente de crecimiento.

$t_0$  = tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

### VI.3.6. Mortalidad natural

La mortalidad natural M fue obtenida mediante la ecuación empírica propuesta por Pauly (1984) para estimar M para crustáceos, en la que se consideran los parámetros de crecimiento de cada especie, así como la temperatura media de su hábitat.

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \cdot \ln L + 0.6543 \cdot \ln K + 0.463 \cdot \ln T$$

Dónde:

$L_{\infty}$  (mm) y K (coeficiente instantáneo de crecimiento anual) son parámetros de la ecuación de von Bertalanffy.

T = temperatura media anual del hábitat medida en °C.

### VI.3.7. Mortalidad total

La mortalidad total se estimó usando el método de la Curva de Captura linealizada basada en tallas, el cual utiliza los tres parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para convertir las tallas en edad. El modelo presenta la siguiente fórmula:

$$\ln(N/\Delta t_i) = a + b \cdot t_i$$

Dónde:

N= número de organismos en la clase i.

$\Delta t_i$ = tiempo necesario para que el organismo crezca en la clase i.

$t_i$ = edad correspondiente a la clase i.

b= estimado de Z.

### **VI.3.8. Mortalidad por pesca**

Para la obtención de la mortalidad por pesca, se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$Z = M + F$$

$$F = Z - M$$

Dónde:

Z= mortalidad total.

M= mortalidad natural.

F= mortalidad por pesca.

### **VI.3.9. Tasa de explotación**

La tasa de explotación se obtuvo usando los valores de la mortalidad por pesca y de la mortalidad total, la fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$E = F/Z$$

Dónde:

E= tasa de explotación.

F= Mortalidad por pesca.

Z= Mortalidad total.

### **VI.3.10. Patrón de reclutamiento**

Para evaluar el patrón de reclutamiento se utilizó el método ELEFAN II, el cual proyecta las frecuencias de longitudes presentes en las capturas, hacia atrás en el eje del tiempo, utilizando para ello los estimados de los parámetros de crecimiento obtenidos de la ecuación de von Bertalanffy y con el cual genera el patrón de reclutamiento, esto es la distribución en el tiempo de los reclutas.

### **VI.3.11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña**

Se utilizaron los datos de ancho de cefalotórax de las muestras de pesca ribereña de los años 2000-2001, estos datos fueron agrupados en intervalos de talla de 5 mm, los cuales sirvieron para realizar una comparación entre las muestras obtenidas de la pesca de altamar con la de la pesca ribereña. Después se procedió a realizar una prueba de bondad de ajuste de ji-cuadrada, la cual sirve para decidir si existen diferencias significativas entre las distribuciones de frecuencias obtenidas. Esta prueba tiene la siguiente fórmula:

$$X_V^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Dónde:

$o_1$ = frecuencia en las capturas de la pesca de altamar.

$e_1$ = frecuencia en las capturas de la pesca ribereña.

## VII. RESULTADOS

En las muestras de la fauna de acompañamiento se obtuvieron ejemplares de jaibas del género *Callinectes* pertenecientes a cinco diferentes especies: *C. arcuatus*, *C. bellicosus*, *C. robustus*, *C. ruber* y *C. toxotes*.

En el caso de las especies *C. robustus* y *C. ruber*, la abundancia fue muy reducida (1 y 3 organismos, respectivamente), por lo que se imposibilitó la realización de las estimaciones de los parámetros poblacionales. Se obtuvo un total de 1372 ejemplares de jaibas pertenecientes a las otras 3 especies, siendo *C. arcuatus* la especie con mayor abundancia, con un total de 737 organismos, seguido de *C. toxotes* con 344 y por último *C. bellicosus* con 291 ejemplares (Tabla I).

Tabla I. Abundancia de organismos del género *Callinectes* presente en la FAC durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras, N.O: Número de Organismos, %: Abundancia relativa (porcentaje).

Especies	N.O.	%
<i>C. arcuatus</i>	737	53.71
<i>C. bellicosus</i>	291	21.20
<i>C. toxotes</i>	344	25.07

### VII.1. Distribución Latitudinal

A continuación se presentan los mapas indicando las distribuciones latitudinales de las tres especies de *Callinectes* estudiadas (Figuras 8, 9 y 10), marcando con puntos los lugares en donde fueron encontrados, en los muestreos realizados en la temporada de pesca 2004-2005

del camarón. Se presentaron organismos de las tres especies en toda el área de muestreo, siendo mayor la abundancia en los estados de Sonora y al norte de Sinaloa.

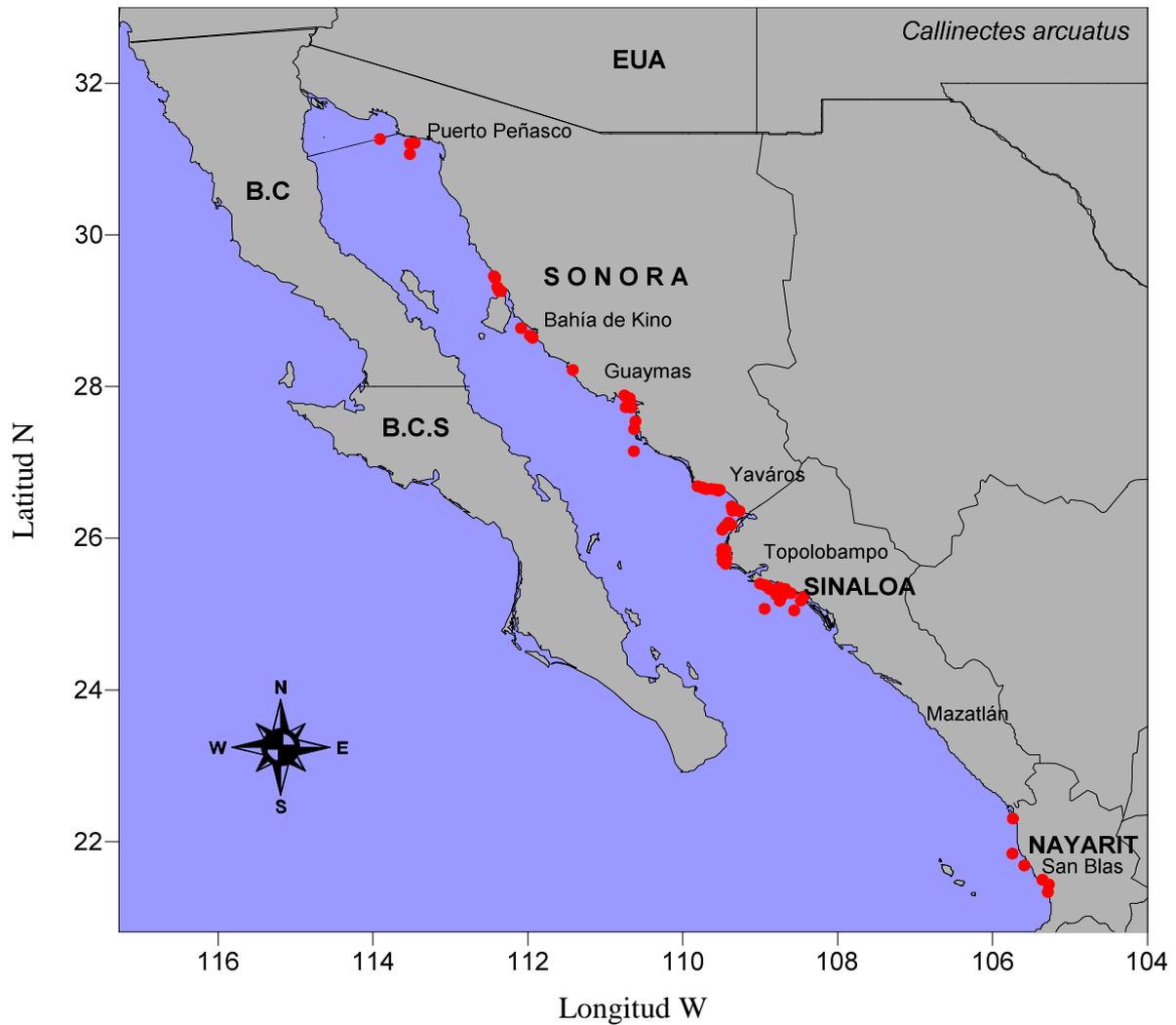


Figura 8. Distribucion latitudinal de *Callinectes arcuatus* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).

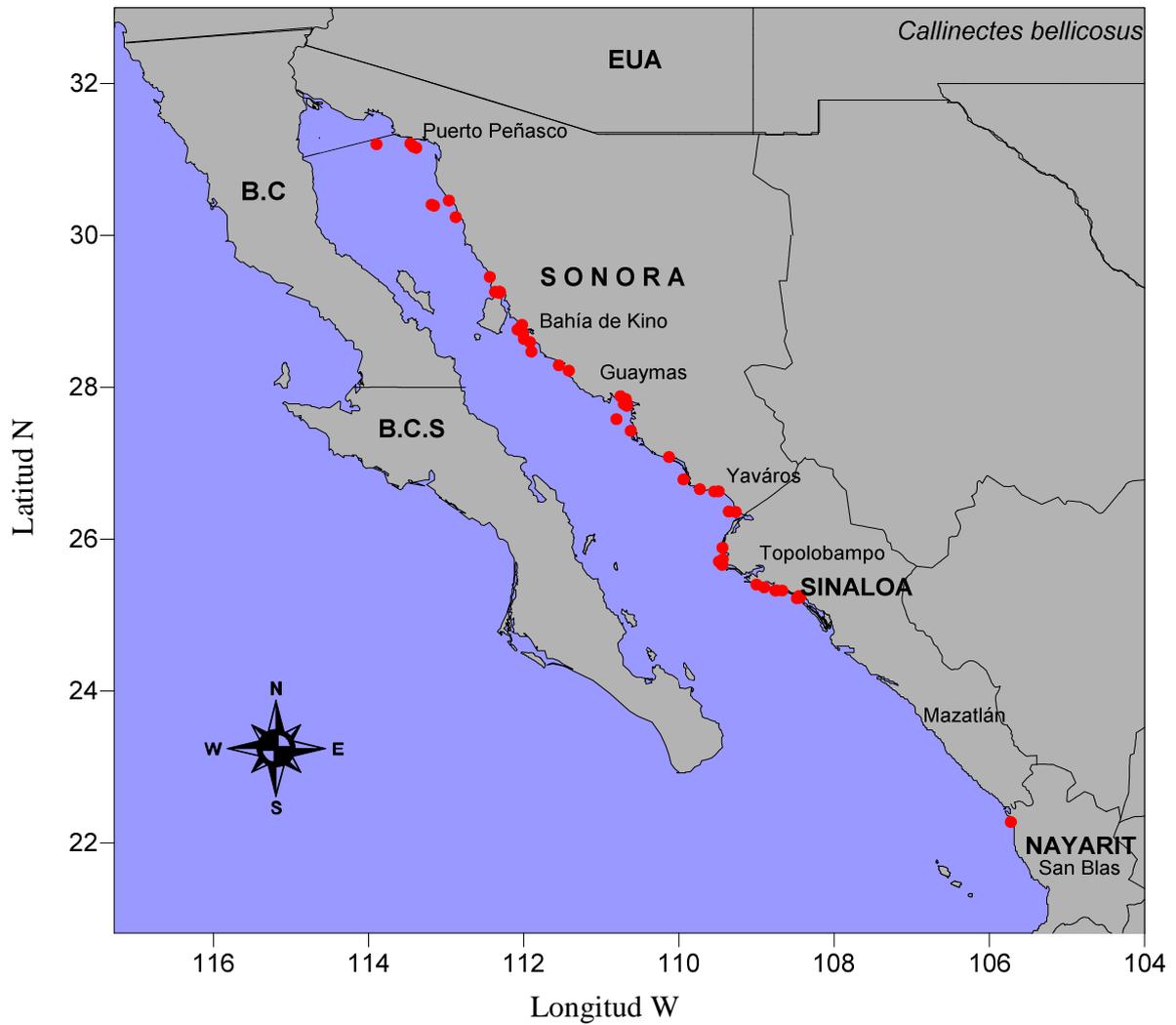


Figura 9. Distribucion latitudinal de *Callinectes bellicosus* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).

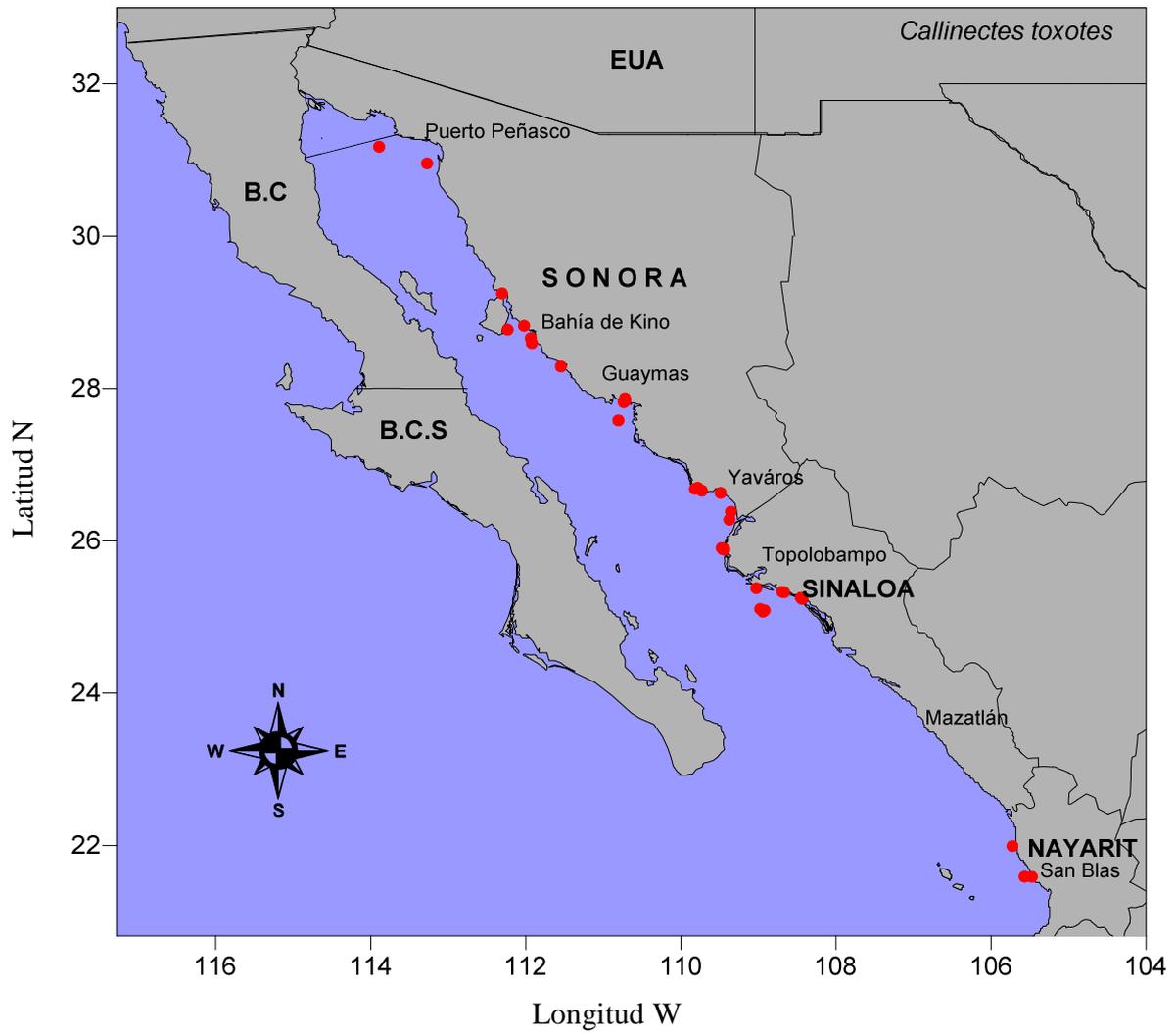


Figura 10. Distribucion latitudinal de *Callinectes toxotes* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras (puntos rojos ●).

## VII.2. Distribución Batimétrica

En cuanto a la distribución batimétrica, el género *Callinectes* se presentó en un rango de 3.6 a 76.86 metros de profundidad.

*C. arcuatus* se encontró en profundidades de los 3.6 a los 74.34 metros, siendo de los 10 a los 22 m donde se presentaron las mayores abundancias de la especie, con su máximo de abundancia a los 13 m (26.96%) (Figura 11).

*C. bellicosus* se encontró en profundidades de 7.74 a los 75.78 metros (Figura 12), las mayores abundancias se presentaron de los 10 a los 25 m de profundidad, con su máximo (20.96%) en los 13 m.

*C. toxotes* se encontró en profundidades de 7.74 a 76.86 m, con la mayor concentración (66%) en profundidades de 10 m (Figura 13).

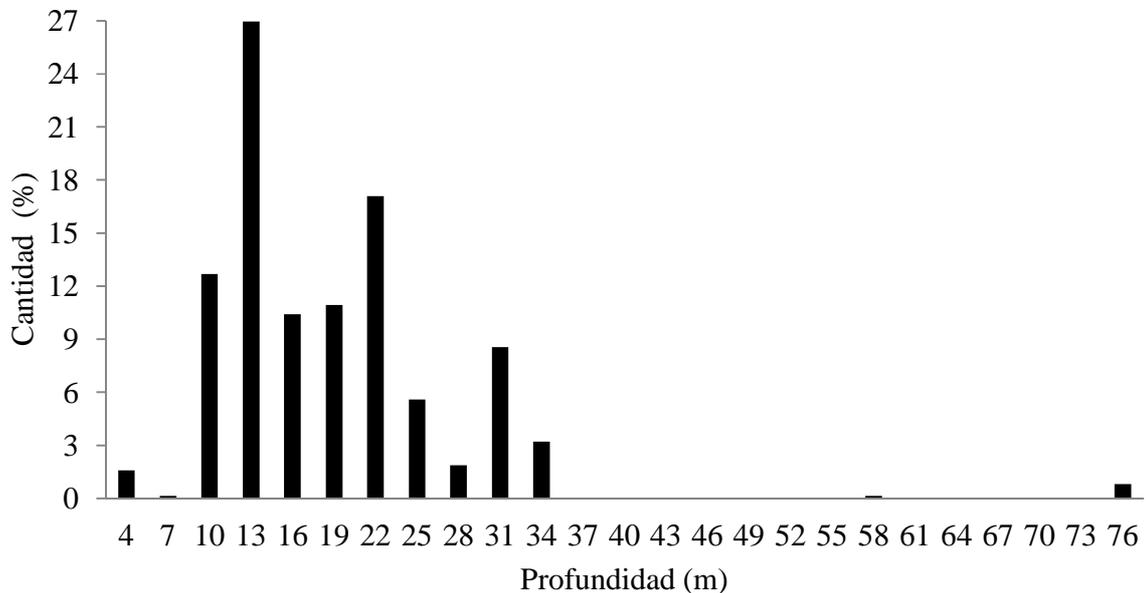


Figura 11. Distribución batimétrica (en metros) de *Callinectes arcuatus* obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.

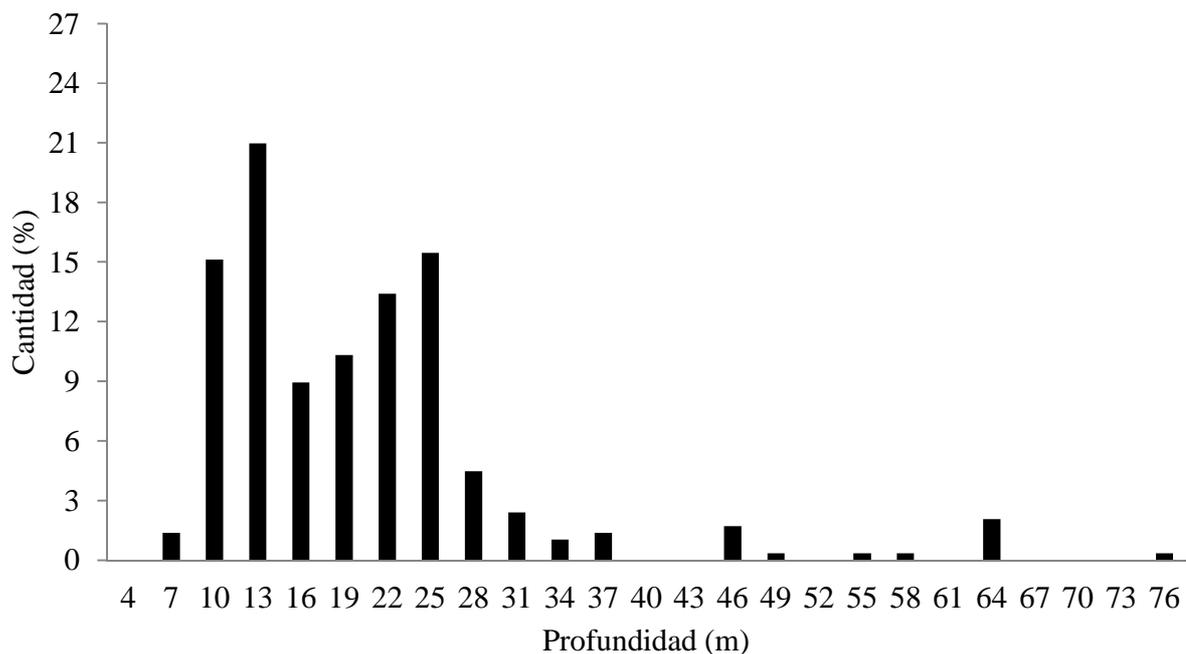


Figura 12. Distribución batimétrica (en metros) de *Callinectes bellicosus* obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.

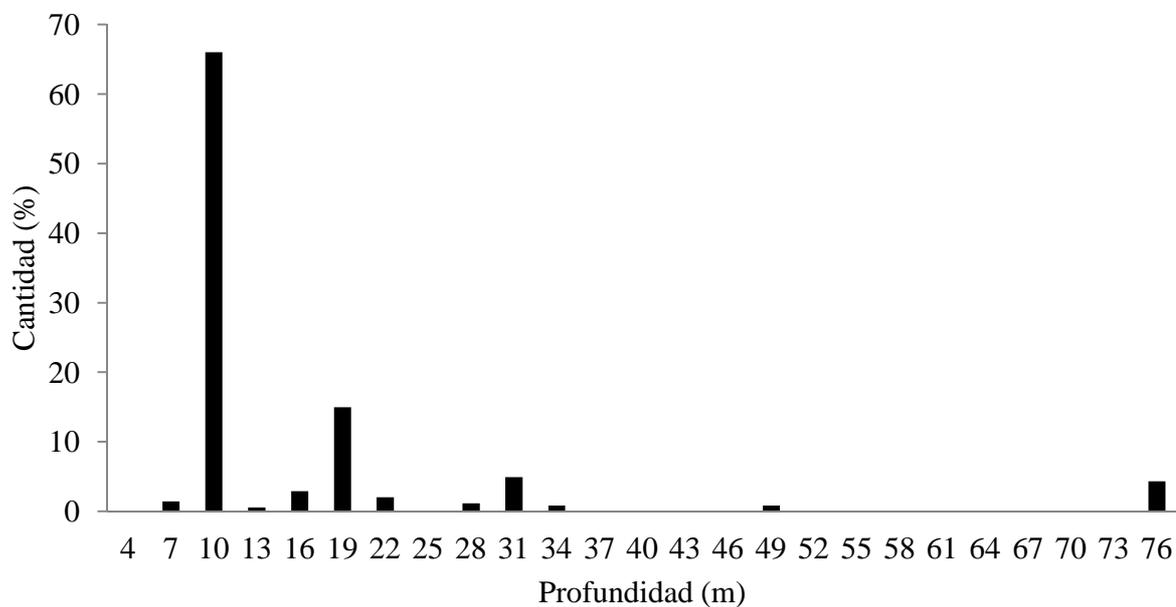


Figura 13. Distribución batimétrica (en metros) de *Callinectes toxotes* obtenida en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.

### VII.3. Abundancia Relativa

Los análisis de la abundancia relativa (%), mostraron una mayor concentración de las tres especies analizadas en la región de Kino, Las Guásimas y Agiabampo-Topolobampo en Sonora y en San Blas, Nayarit (Figuras 14, 15 y 16).

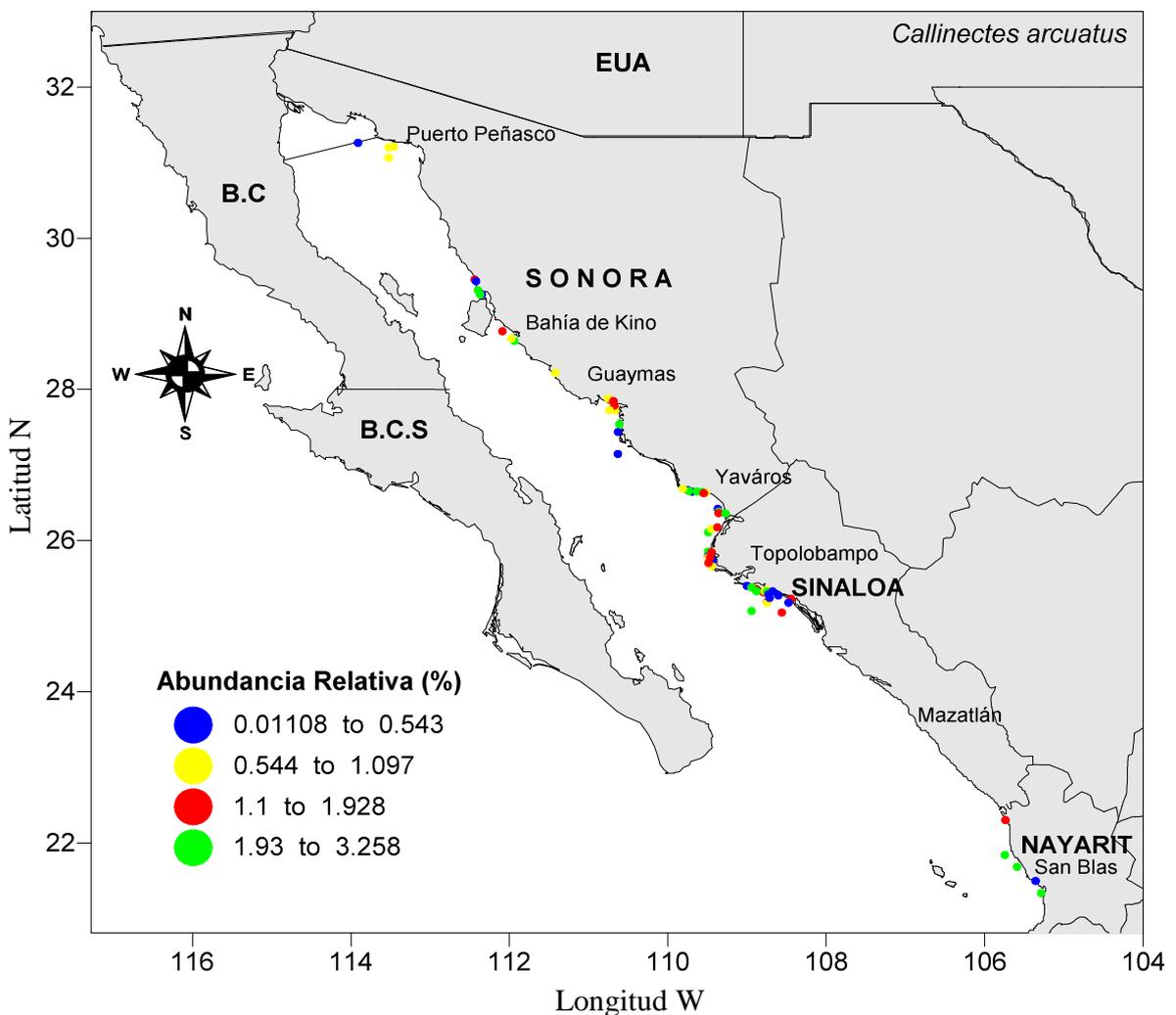


Figura 14. Abundancia relativa de *Callinectes arcuatus* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.

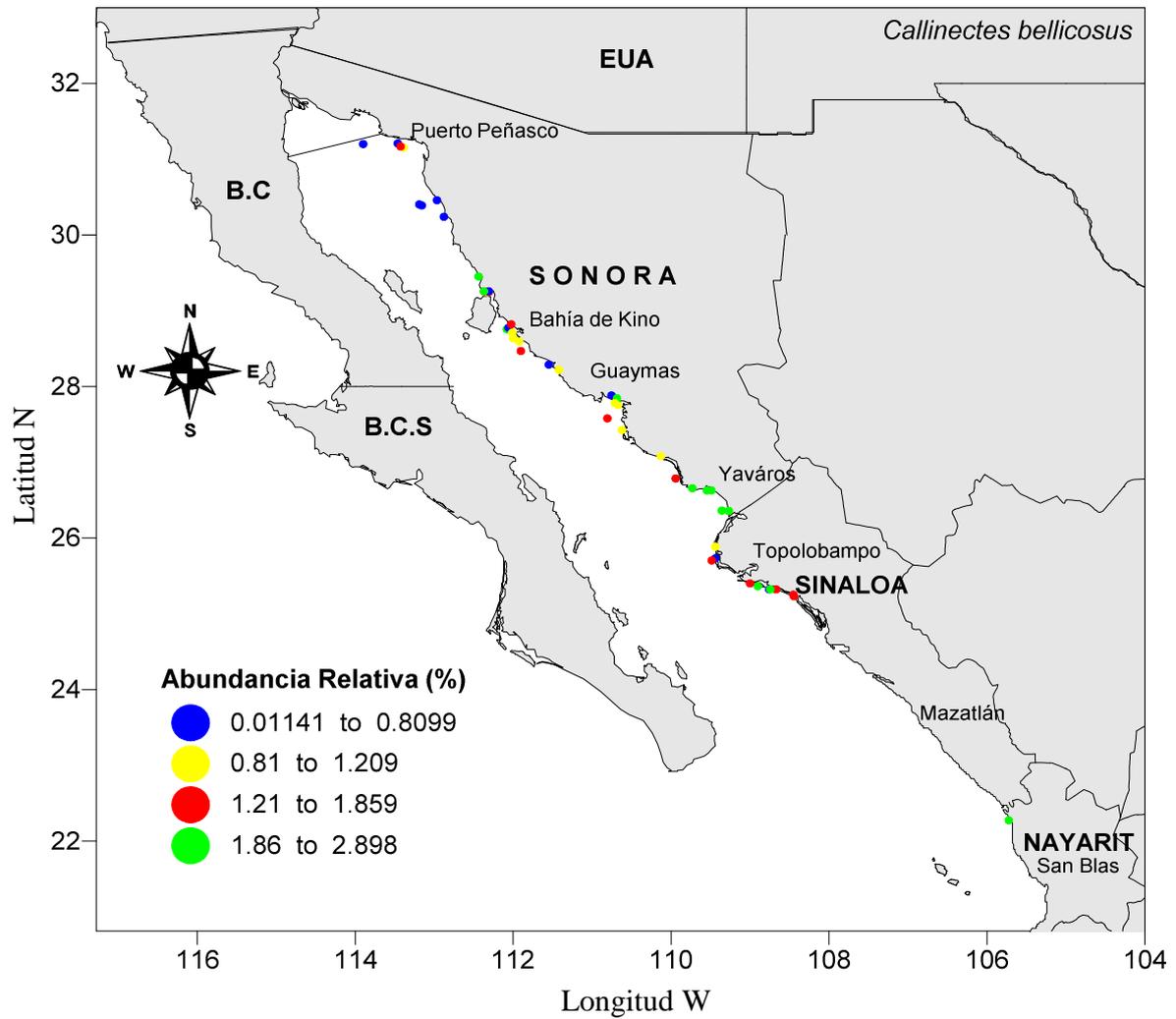


Figura 15. Abundancia relativa de *Callinectes bellicosus* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras

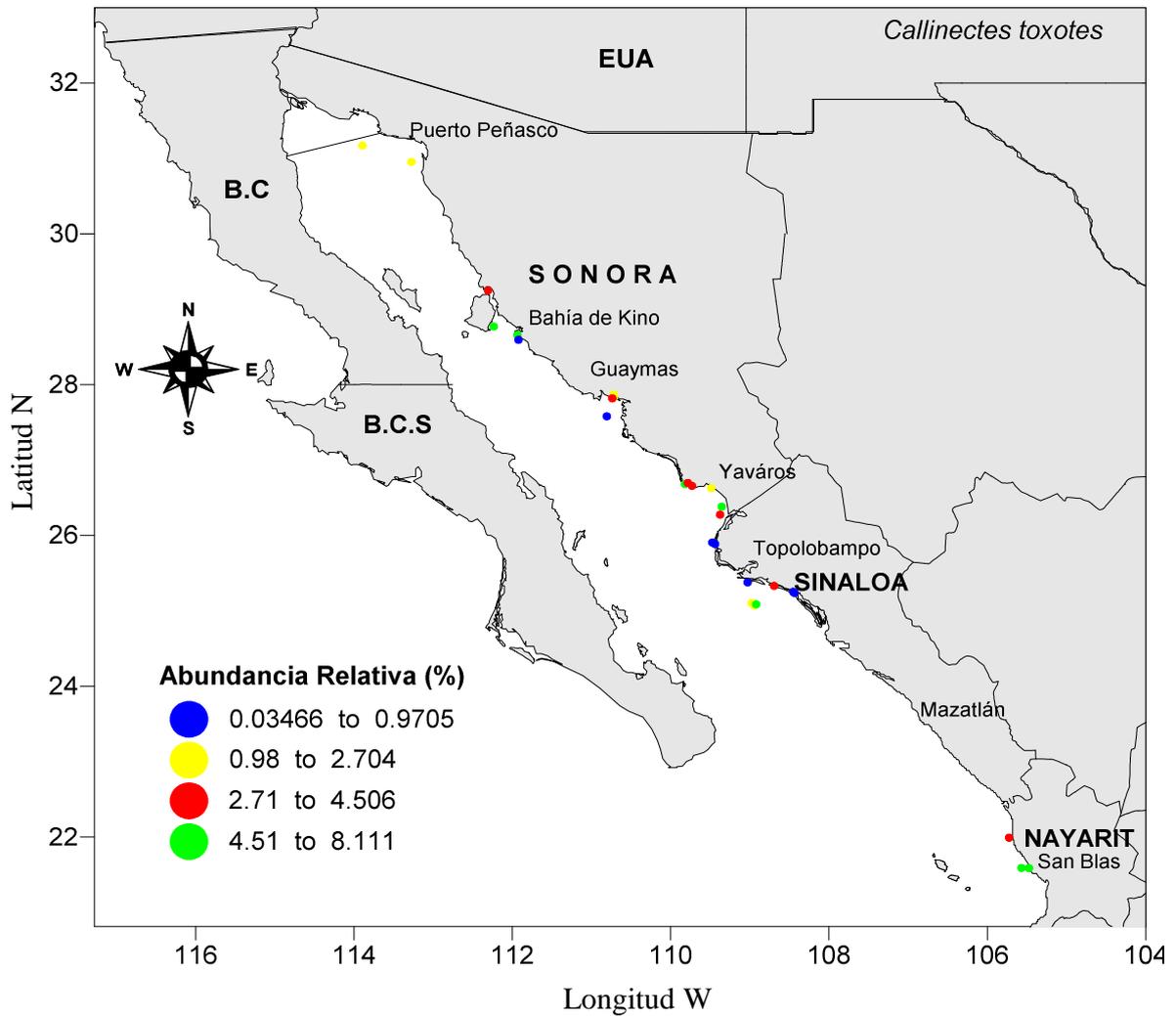


Figura 16. Abundancia relativa de *Callinectes toxotes* presente en las capturas de FAC del Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005 por las embarcaciones camaroneras.

#### VII.4. Relación Ancho de Cefalotórax (AC) vs Peso (W)

La relación biométrica, ancho de cefalotórax (AC) vs peso (W) fue obtenida para las tres especies *Callinectes* tomando en cuenta el número total de organismos de cada especie y siguiendo un modelo de tipo potencial (Figura 17, 18 y 19).

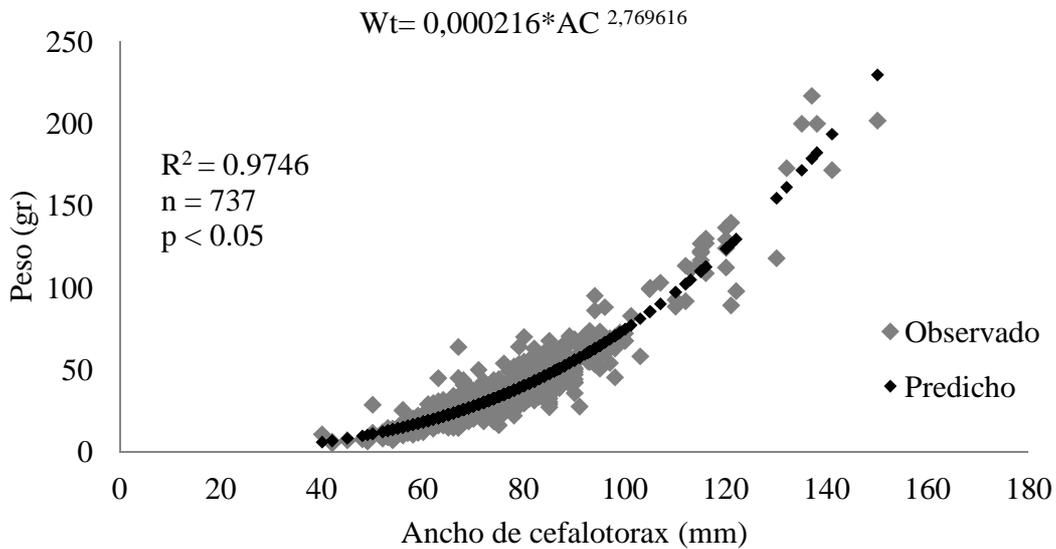


Figura 17. Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de jaibas *Callinectes arcuatus* obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

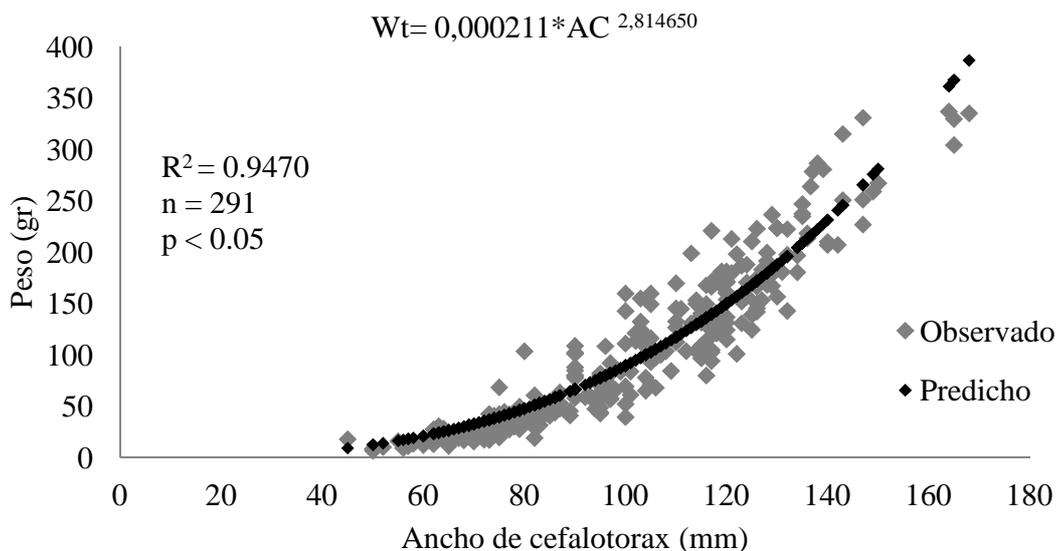


Figura 18 Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de jaibas *Callinectes bellicosus* obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

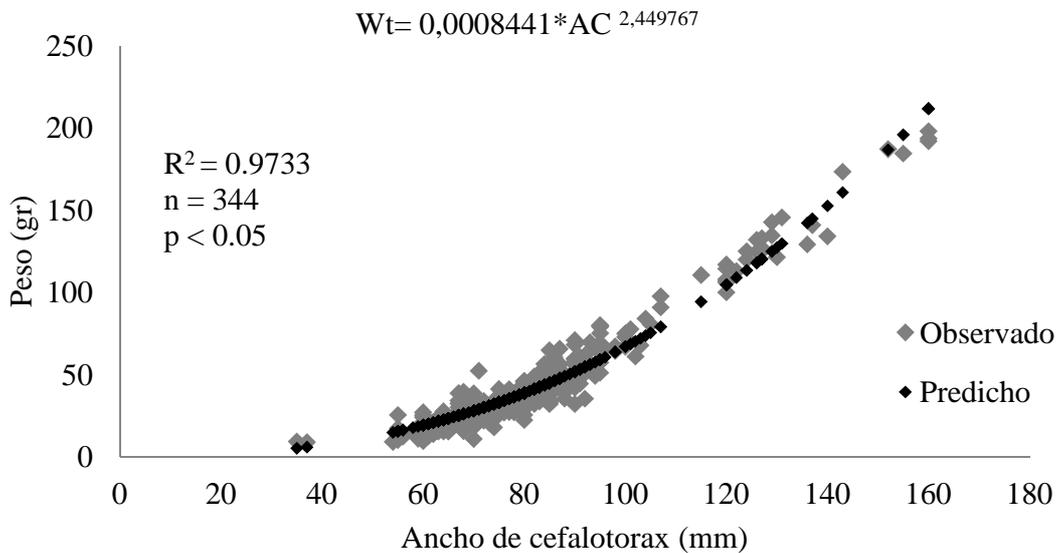


Figura 19. Relación Ancho de cefalotórax (AC) vs. Peso (W) de *Callinectes toxotes* obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

El coeficiente de determinación  $R^2$  en *C. arcuatus* fue de 0.9746, indicando un 97% de ajuste al modelo potencial. El valor de la pendiente b indicó un crecimiento tipo alométrico negativo.

Para *C. bellicosus*  $R^2$  fue de 0.9470, indicando un 94% de ajuste al modelo potencial. El valor de la pendiente b indicó un crecimiento tipo alométrico negativo.

El coeficiente de determinación  $R^2$  en *C. toxotes* fue de 0.9733, indicando un 97% de ajuste al modelo potencial. Presentando un valor b diferente a 3, indicando al igual que en las otras especies analizadas, un crecimiento tipo alométrico negativo.

La alométrica negativa, de las tres especies fue probada por la prueba de isometría a través de una t de Student con un valor de  $p = <.005$ , para las tres especies *Callinectes*. En la Tabla II se muestran los valores obtenidos.

Tabla II. Valores obtenidos en la Prueba de Isometría para las jaibas *Callinectes* componentes de la fauna de acompañamiento obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

	<i>C. arcuatus</i>	<i>C. bellicosus</i>	<i>C. toxotes</i>
<b>Relación</b>	AC vs W		
<b>Nivel de confianza</b>	95% t=(1.96)		
<b>Ecuación</b>	$W = a * AC^b$		
<b>Ho</b>	b= 3		
<b>n</b>	737	291	344
<b>E.E</b>	0.027846	0.066311	0.026612
<b>Intervalos de confianza</b>	Ls= 2.8241	Ls = 2.6841	Ls = 2.5021
	Li = 2.7150	Li = 2.9451	Li = 2.3974
<b>b estimada</b>	2.7696	2.8146	2.4497
<b>Crecimiento</b>	Alométrico negativo	Alométrico negativo	Alométrico negativo

### VII.5. Estructuras de Tallas

La estructura de tallas de las poblaciones estudiadas mostró ejemplares en un rango de 35 a 168 mm de ancho de cefalotórax (AC) concentrándose los organismos en las tallas de 62 a 92 mm de AC.

A continuación se presentan dos graficas (Figuras 20 y 21), la primera muestra la frecuencia general de las tres especies y en la segunda se presenta de forma más detallada separadas por cada una de las tres especies analizadas.

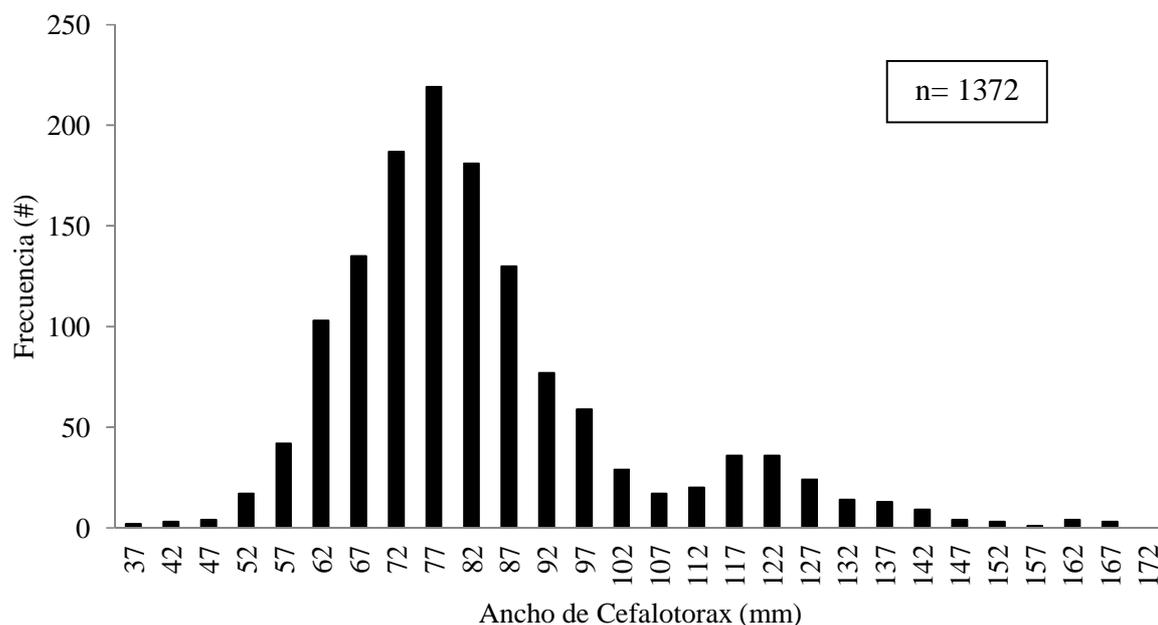


Figura 20. Distribución de frecuencia de tallas general para las tres especies de jaibas obtenidas en el Golfo de California en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

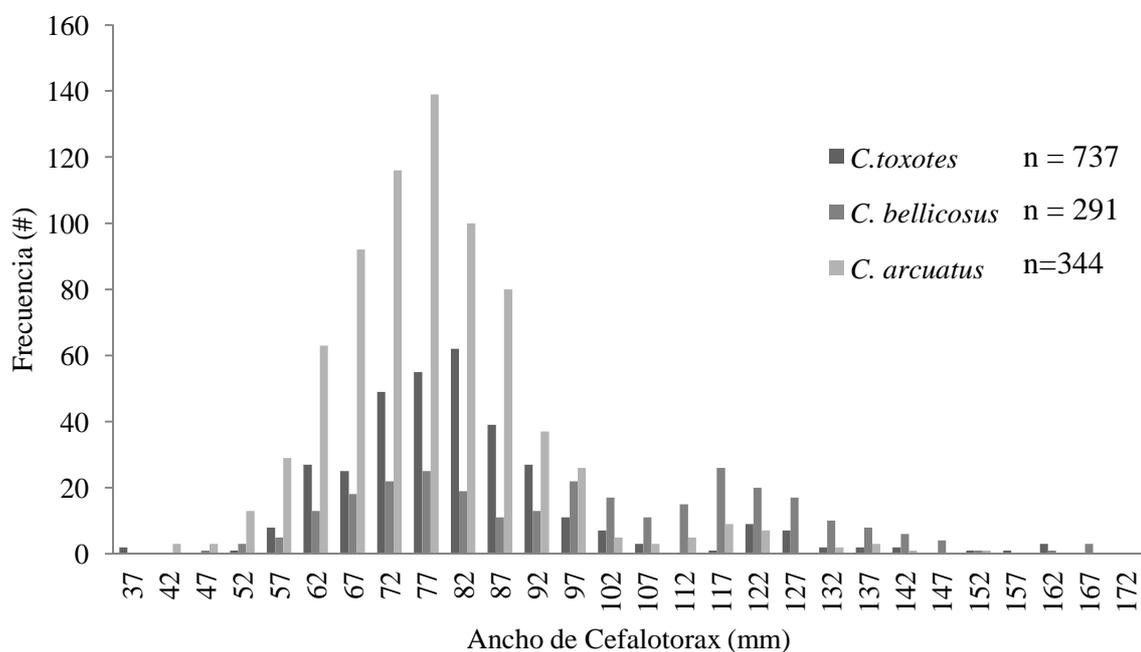


Figura 21. Distribución de frecuencia de tallas diferenciando por color la frecuencia de cada una de las tres especies de jaiba capturadas por los barcos camaroneros durante 2004-2005.

En el caso de *C. arcuatus* se obtuvieron organismos en un rango de 40 a 150 mm de AC, presentándose un mayor número de organismos entre los 62 a 92 mm de AC (Figura 22).

En el análisis de frecuencia de tallas por mes, se observa la presencia de organismos presentes en todos los meses muestreados, en el mes de marzo solamente se presentaron 4 organismos, debido a que son muy pocos no se presenta una grafica para representarlos.

La presencia de tallas mayores en los meses de septiembre y octubre (Figura 23). Así mismo, se observa el ingreso de organismos pequeños a las capturas durante los meses de septiembre a diciembre.

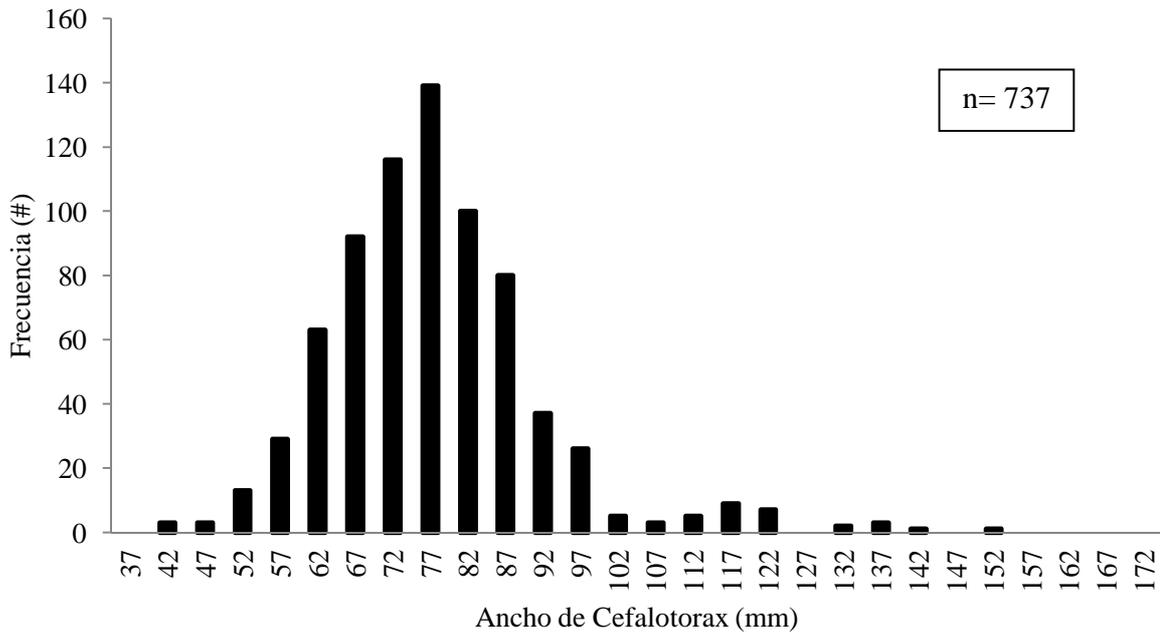


Figura 22. Distribución de frecuencia de tallas general de *Callinectes. arcuatus*, obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

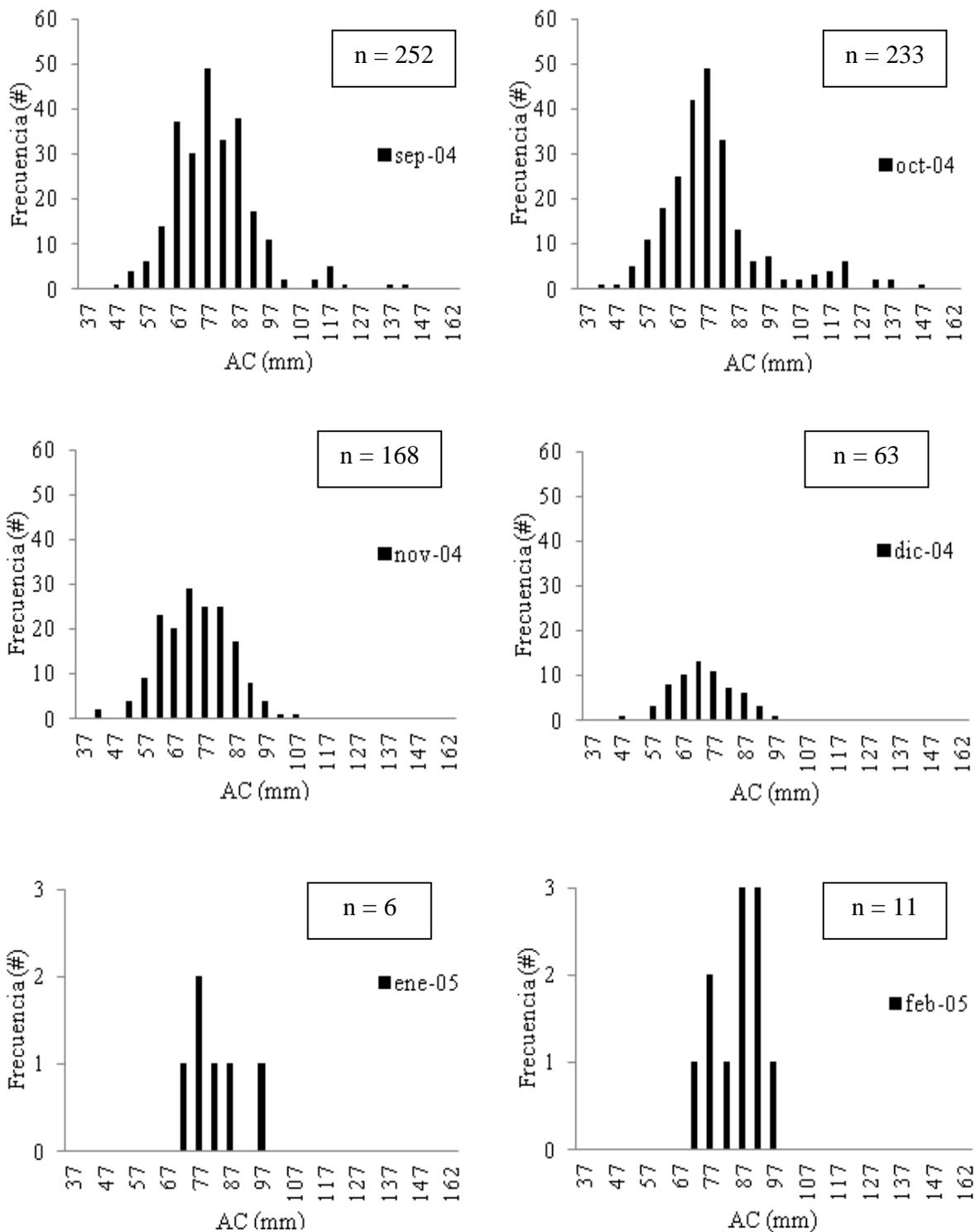


Figura 23. Estructuras de tallas mensuales de *Callinectes arcuatus* obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

En *C. bellicosus* se presentaron organismos en un rango de tallas de 45 a los 168 mm de AC (Figura. 24). La estructura de tallas muestra visualmente la presencia de tres modas, una en los 77 mm, una segunda en los 97 mm y una tercera en los 117 mm.

En los meses de septiembre a noviembre se presentó un mayor número de organismos, y en el mes de febrero solo se presentaron dos organismos por lo que no se presenta grafica para este mes

No se presentaron ejemplares de *C. bellicosus* en los meses de enero y marzo (Figura 25).

Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, fue obvia la presencia de al menos tres cohortes en las capturas.

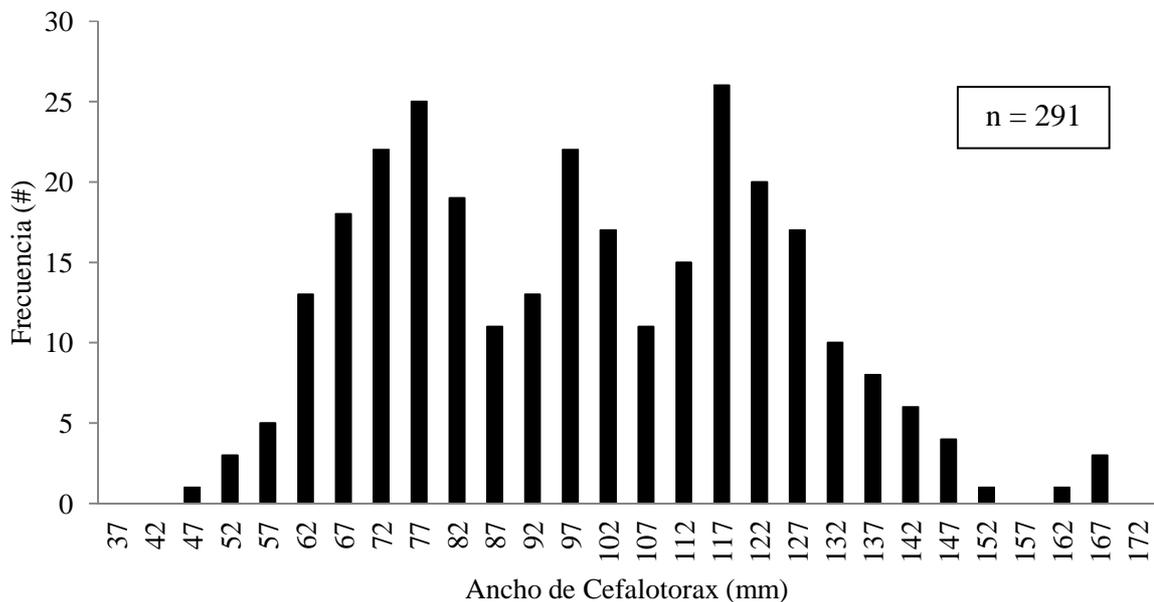


Figura 24. Distribución de frecuencia de tallas general de *Callinectes bellicosus*, obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

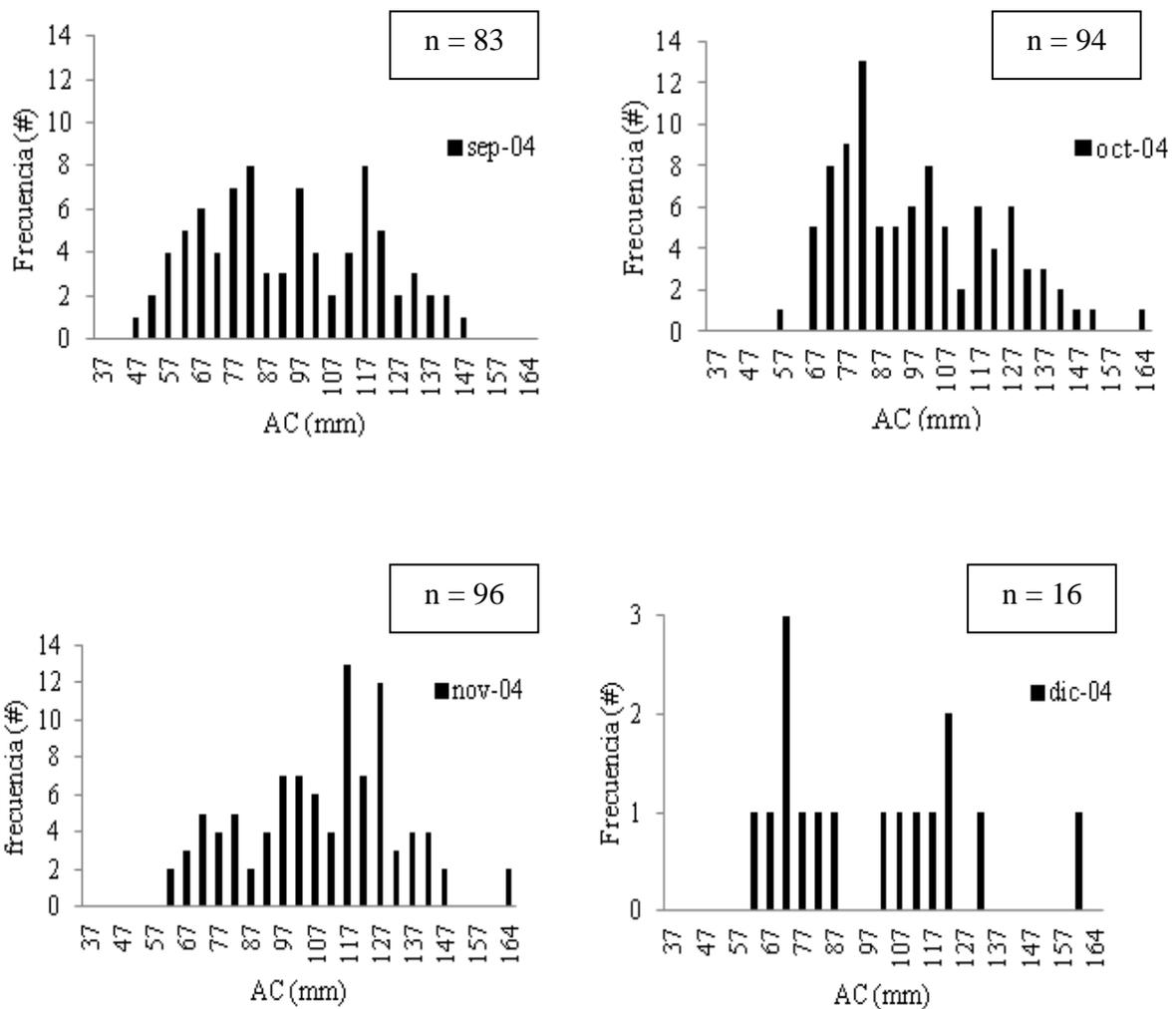


Figura 25. Estructuras de tallas mensuales de *Callinectes bellicosus* obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

*C. toxotes* se presentó en un rango de tallas de 35 a 160 mm de AC (Figura 26), con las mayores abundancias entre los 62 a 92 mm de AC.

En el análisis de estructuras de tallas por mes (Figura 27), se observó un mayor número de organismos en el mes de octubre y no se reportó la presencia de organismos en el mes de febrero. Fue obvia la presencia de al menos tres cohortes en las capturas.

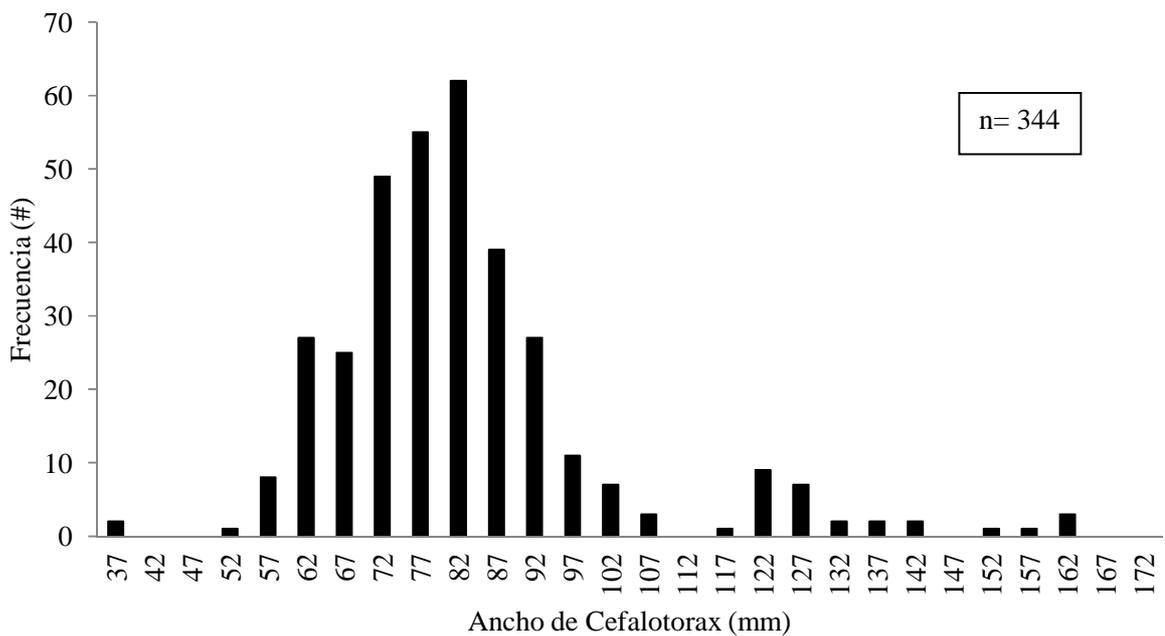


Figura 26. Distribución de frecuencia de tallas general de *Callinectes toxotes*, obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

### VII.6. Proporción de Sexos

De los 737 organismos de *C. arcuatus*, solamente 680 fueron identificados por sexo (Tabla III). La proporción hembra macho fue de 5:1.

En el análisis por mes se observó una dominancia en hembras para cada uno de los meses (Tabla IV).

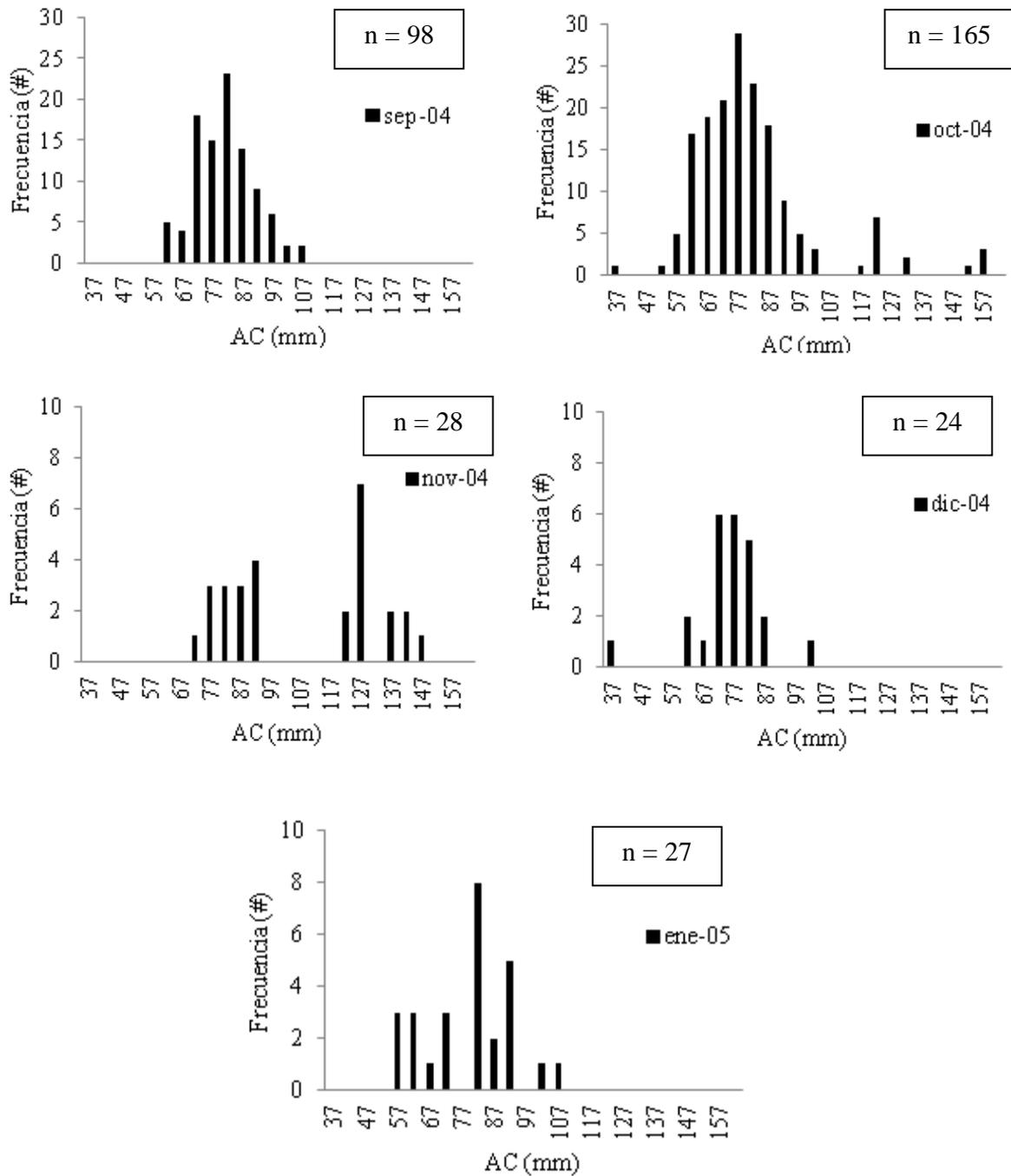


Figura 27. Estructuras de tallas mensuales de *Callinectes toxotes* obtenidas en el Golfo de California por embarcaciones camaroneras en el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

Tabla III. Proporción de sexos de *Callinectes arcuatus* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.

Organismos de <i>C. arcuatus</i>	N.O.
Hembras	568
Machos	112
Total	680
H:M	5:1

Tabla IV. Análisis mensual de la proporción de sexos de *Callinectes arcuatus* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

Mes	Machos	Hembras	Proporción Hembra: Macho
Septiembre	36	206	5.7:1
Octubre	31	155	5:1
Noviembre	27	141	5.2:1
Diciembre	13	50	3.8:1
Enero	1	5	5:1
Febrero	3	8	2.6:1
Marzo	1	3	3:1
Total	112	568	5:1

De los 291 organismos de jaiba verde *C. bellicosus*, solamente a 269 se les determino el sexo (Tabla V). La proporción hembra: macho fue de 2.4:1.

En el análisis por mes se observó una dominancia en hembras para cada uno de los meses (Tabla VI).

Tabla V. Proporción de sexos de *Callinectes bellicosus* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.

Organismos de <i>C. bellicosus</i>	N.O.
Hembras	191
Machos	78
Total	269
H:M	2.4:1

Tabla VI. Análisis mensual de la proporción de sexos de *Callinectes bellicosus* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

Mes	Machos	Hembras	Proporción Hembra: Macho
Septiembre	19	63	3.3:1
Octubre	26	60	2.3:1
Noviembre	25	50	2:1
Diciembre	7	50	1.2: 1
Febrero	1	9	1:1
Total	78	191	2.4:1

Del total de 344 organismos de *C. toxotes*, todos fueron clasificados por sexo (Tabla VII). La proporción hembra: macho fue de 6.4:1.

En el análisis por mes se observó una dominancia en hembras para cada uno de los meses (Tabla VIII). La presencia de machos fue nula en los meses de noviembre y diciembre.

Tabla VII. Proporción de sexos de *Callinectes toxotes* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005, N.O= Número de Organismos.

Organismos de <i>C .toxotes</i>	N.O.
Hembras	292
Machos	45
Total	337
H:M	6.4:1

Tabla VIII. Análisis mensual de la proporción de sexos de *Callinectes toxotes* presentes en la FAC en el Golfo de California durante el periodo septiembre 2004-marzo 2005.

Mes	Machos	Hembras	Proporción Hembra: Macho
Septiembre	5	93	19:1
Octubre	33	132	4:1
Noviembre	0	27	-----
Diciembre	0	24	-----
Enero	7	14	2:1
Total	45	292	6:48:1

## VII.7. Estimación del Crecimiento y sus Parámetros

El crecimiento constituye parte importante en los estudios de biología de peces y crustáceos, ya que la determinación e incorporación de los parámetros de crecimiento en los modelos analíticos para evaluación de stock, permiten inferir los niveles de explotación y manejo de un recurso adecuados (Valle et al., 1997).

De acuerdo al crecimiento estimado de *C. arcuatus* (Figura 28), se obtuvo un coeficiente instantáneo de crecimiento de  $K/anual= 1$  y un ancho asintótico  $L_{\infty}= 150.5$  mm AC (Tabla IX).

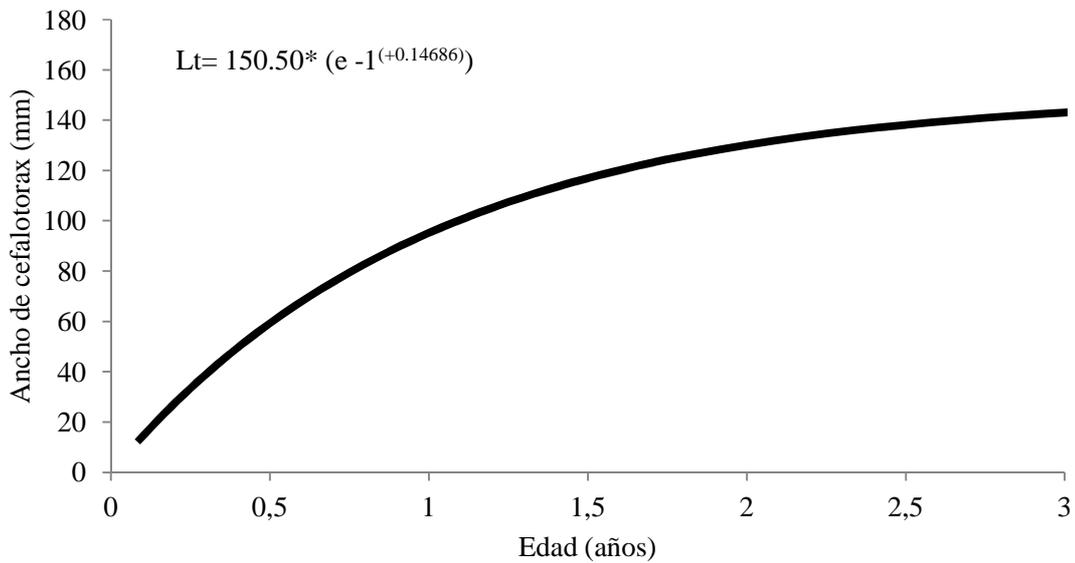


Figura 28. Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en *Callinectes arcuatus*.

Tabla IX. Parámetros de crecimiento de *Callinectes arcuatus*. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza),  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

Parámetros de crecimiento	<i>C. arcuatus</i>
$L_{\infty}$	150.5
K	1
$t_0$	-0.14686

En *C. bellicosus* se obtuvo un coeficiente instantáneo de crecimiento de  $K/annual = 1.3$  y una longitud asintótica (AC) de  $L_{\infty} = 173$  mm AC (Tabla X) que se muestra representado en la curva de crecimiento (Figura 29).

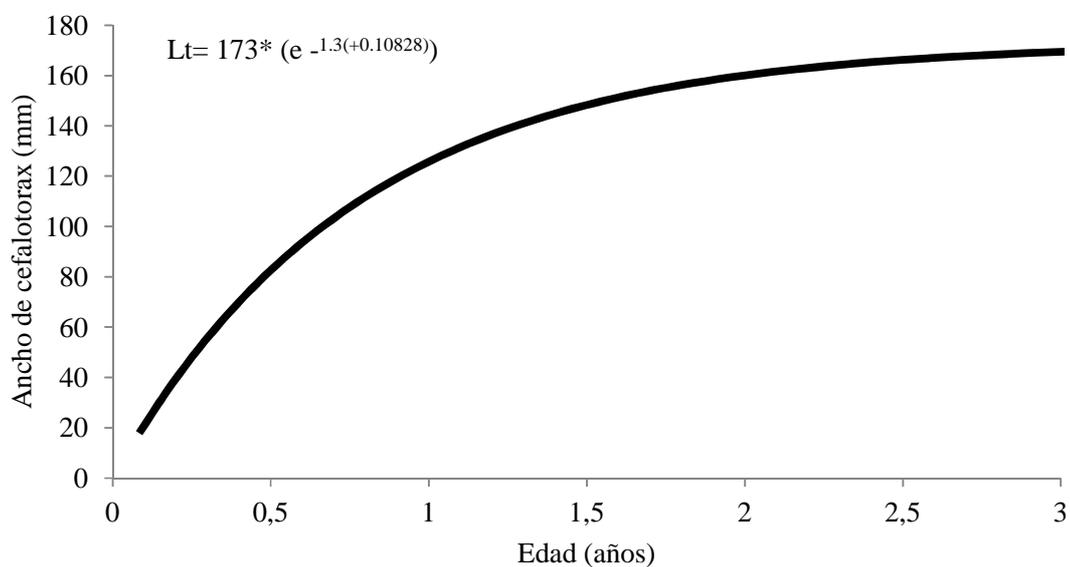


Figura 29. Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en *Callinectes bellicosus*.

Tabla X. Parámetros de crecimiento de *Callinectes bellicosus*. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza),  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

Parámetros de crecimiento	<i>C. bellicosus</i>
$L_{\infty}$	173
K	1.3
$t_0$	-0.10828

Y para *C. toxotes* se obtuvo un valor de  $K/anual= 0.9$  y  $L_{\infty}= 168$  mm AC (Tabla XI) que se muestra representado en la curva de crecimiento (Figura 30).

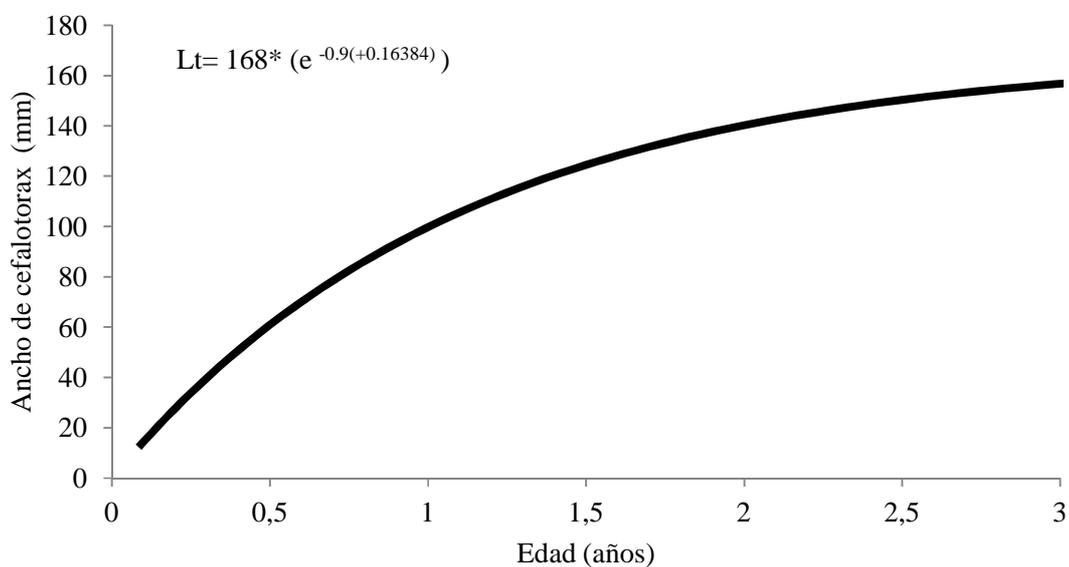


Figura 30. Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en *Callinectes toxotes*

Tabla XI. Parámetros de crecimiento de *Callinectes toxotes*. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza),  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

Parámetros de crecimiento	<i>C. toxotes</i>
$L_{\infty}$	168
K	0.9
$t_0$	-0.16384

En la siguiente grafica se muestran los resultados obtenidos para las tres especies de jaibas analizadas (Figura 31).

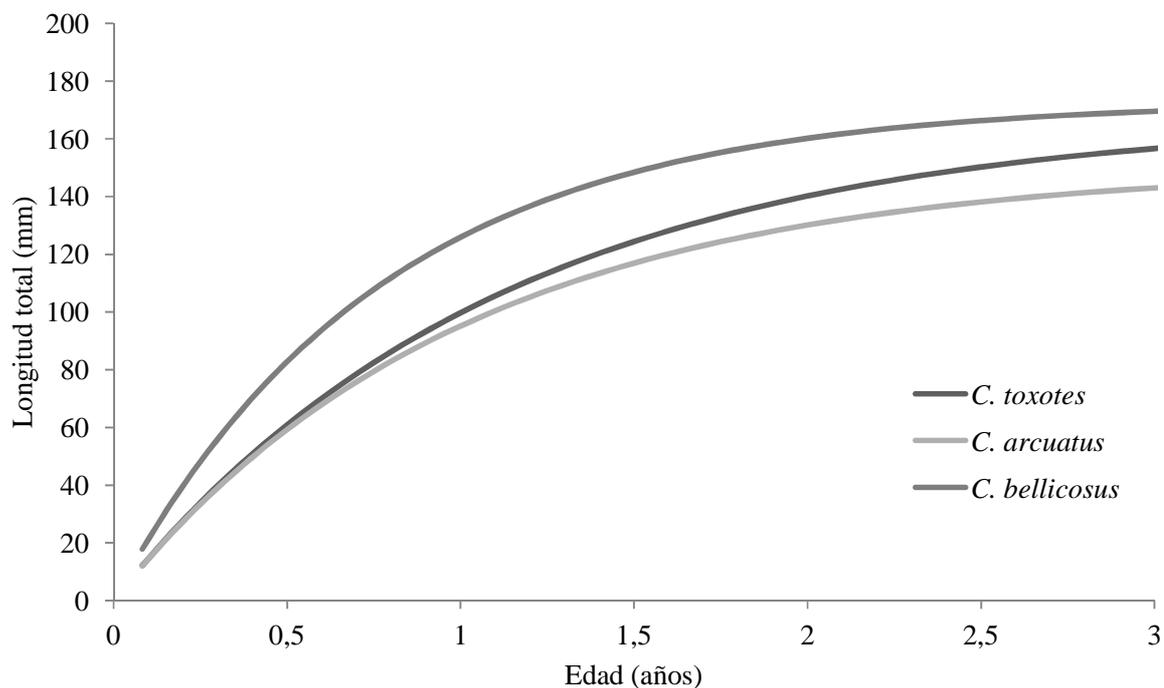


Figura 31. Curvas de crecimiento de las tres especies están ajustadas al modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

## VII.8. Longevidad

La longevidad obtenida para estas tres especies se muestra en la Tabla XII. En las tres especies la longevidad estimada fue cercana a los tres años.

La longevidad obtenida para las especies *C. arcuatus* y *C. bellicosus* no es mayor a los 3 años de edad y para *C. toxotes* ligeramente mayor a los tres años, para las tres especies se obtuvo un valor de coeficiente instantáneo de crecimiento alto (K), siendo la especie de ciclo de vida corto.

Tabla XII. Longevidad de las jaibas del género *Callinectes*. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero,  $3/K + t_0$  = Longevidad.

Especie	K	$t_0$	$3/K + t_0$
<i>C. arcuatus</i>	1.0	-0.14686	2.85
<i>C. bellicosus</i>	1.3	-0.10828	2.19
<i>C. toxotes</i>	0.9	-0.16384	3.16

## VII.9. Mortalidad Natural, por Pesca y Total

Los valores de la mortalidad natural (M) se obtuvieron mediante la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980), en la que se consideran los parámetros de crecimiento de cada especie, así como la temperatura promedio de su hábitat de residencia (23°C), dando como resultado los siguientes valores (Tabla XIII). La mortalidad por pesca y la tasa de explotación máxima estimada se obtuvo para *C. arcuatus*.

Tabla XIII. Índice de mortalidad para las tres especies *Callinectes* analizadas. M=Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F= Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación.

Especie	M	Z	F	E
<i>C. arcuatus</i>	1.50	2.9	1.40	0.48
<i>C. bellicosus</i>	1.95	2.7	0.75	0.28
<i>C. toxotes</i>	1.35	2.4	1.05	0.44

#### VII.10. Patrón de Reclutamiento

A partir del análisis del retrocálculo de las frecuencias acumuladas efectuado por el Método de FISAT II, e introduciendo los valores de  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$  se infirió el patrón de reclutamiento de *C. arcuatus*, encontrándose un periodo de reclutamiento que abarca de abril a septiembre (Figura 32 y Tabla XIV), con mayor intensidad en el mes de junio, esto es, el periodo reproductivo de la especie se presenta durante el verano.

Los resultados obtenidos para la estimación del patrón de reclutamiento para la jaiba verde *Callinectes bellicosus* con base a los valores obtenidos de  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$  (Figura 33), muestran que el reclutamiento se presentó en los meses de julio a septiembre principalmente (Tabla XV).

Por último, a partir del análisis de frecuencias acumuladas efectuado por el Método de FISAT II, e introduciendo los valores de  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$  se infirió el patrón de reclutamiento de *C. toxotes*, encontrándose un periodo de reclutamiento que abarca de mayo a septiembre (Figura 34 y Tabla XVII), si bien se presentó reclutamiento continuo a lo largo del año.

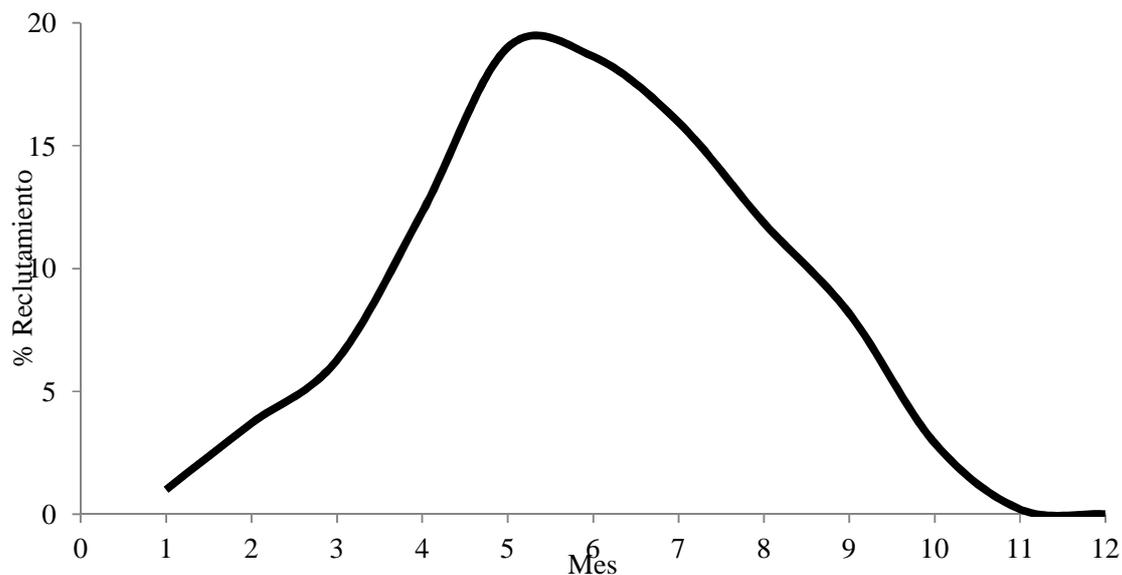


Figura 32. Patrón de Reclutamiento de *Callinectes arcuatus* en el Golfo de California.

Tabla XIV. Patrón de reclutamiento de *Callinectes arcuatus* de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.

Mes	Reclutamiento (%)
Enero	1.0
Febrero	3.70
Marzo	6.30
Abril	12.30
Mayo	19.00
Junio	18.63
Julio	15.96
Agosto	11.86
Septiembre	8.17
Octubre	2.90
Noviembre	0.20
Diciembre	0

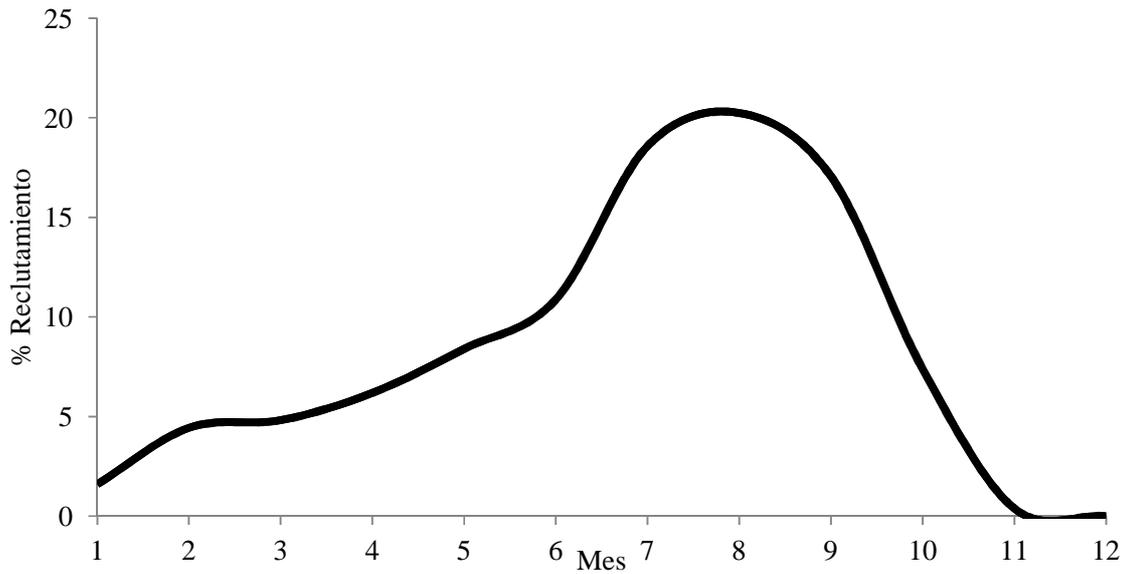


Figura. 33. Patrón de Reclutamiento de *Callinectes bellicosus* en el Golfo de California.

Tabla XV. Patrón de reclutamiento de *Callinectes bellicosus* de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.

Mes	Reclutamiento (%)
Enero	1.60
Febrero	4.44
Marzo	4.82
Abril	6.19
Mayo	8.40
Junio	10.88
Julio	18.58
Agosto	20.25
Septiembre	17.07
Octubre	7.40
noviembre	0.39
Diciembre	0

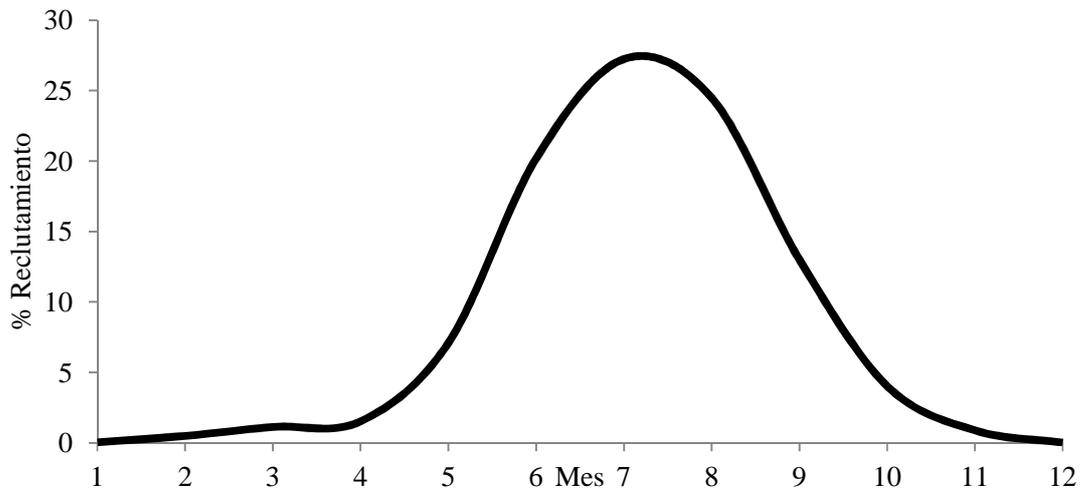


Figura 34. Patrón de Reclutamiento de *Callinectes toxotes* en el Golfo de California.

Tabla XVI. Patrón de reclutamiento de *Callinectes toxotes* de la costa Occidental del Golfo de California, durante el periodo de septiembre a marzo 2004-2005.

Mes	Reclutamiento (%)
Enero	0.03
Febrero	0.48
Marzo	1.12
Abril	1.52
Mayo	7.10
Junio	20.19
Julio	27.23
Agosto	24.47
Septiembre	12.98
Octubre	4.01
noviembre	0.87
Diciembre	0

### VII.11. Comparación de Estructuras: Flota Camaronera de Altamar–Ribereña

Para la comparación de estructuras de tallas de las jaibas *Callinectes* obtenidas por las flotas camaroneras (embarcaciones mayores) y de pangas (embarcaciones menores), se utilizaron solamente las estructuras de tallas de *C. arcuatus* y *C. bellicosus*, esto debido a que *C. toxotes* no es objeto de pesca por las embarcaciones menores y a que no hubo datos en la base de datos de la pesca ribereña.

Se obtuvo un total de 126 organismos muestreados de las embarcaciones menores de *C. arcuatus* y 877 de *C. bellicosus*. Las estructuras de tallas de los organismos capturados por la pesca ribereña se encontraron en un rango de 49 a 175 mm de AC (Figura 35). *C. arcuatus* tuvo tallas dentro de un rango de los 54 a los 126 mm de AC y *C. bellicosus* de los 49 a los 175 mm de AC (Figura 36 y 37).

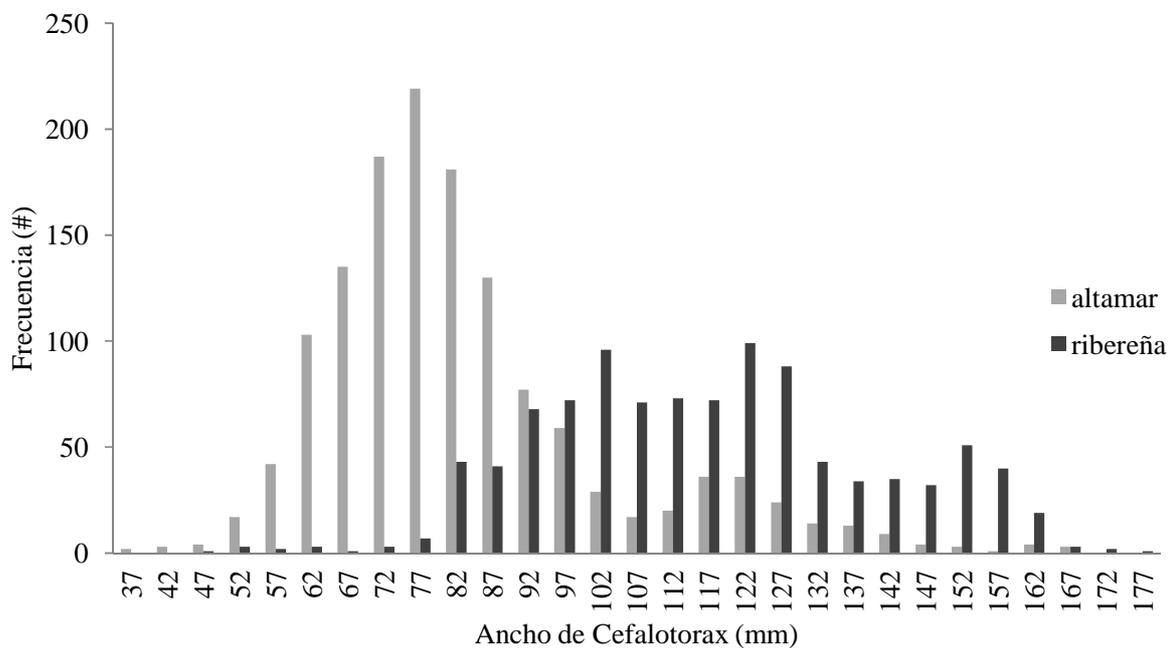


Figura. 35. Comparación de estructuras de tallas de jaibas *Callinectes* obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California.

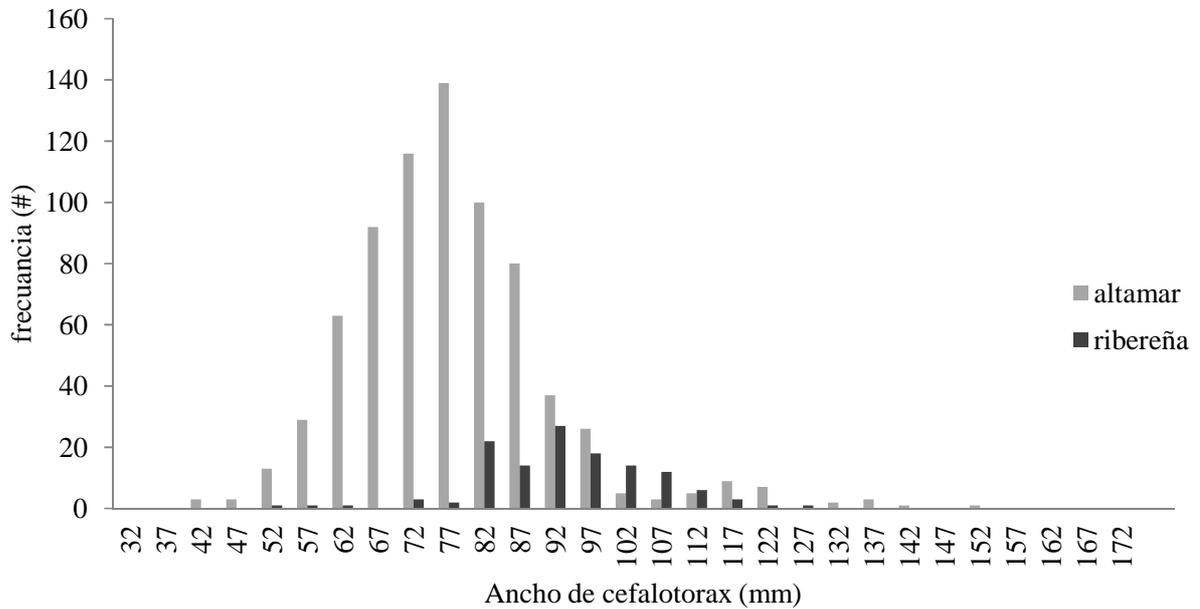


Figura 36. Comparación de estructuras de tallas de *Callinectes. arcuatus* obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California

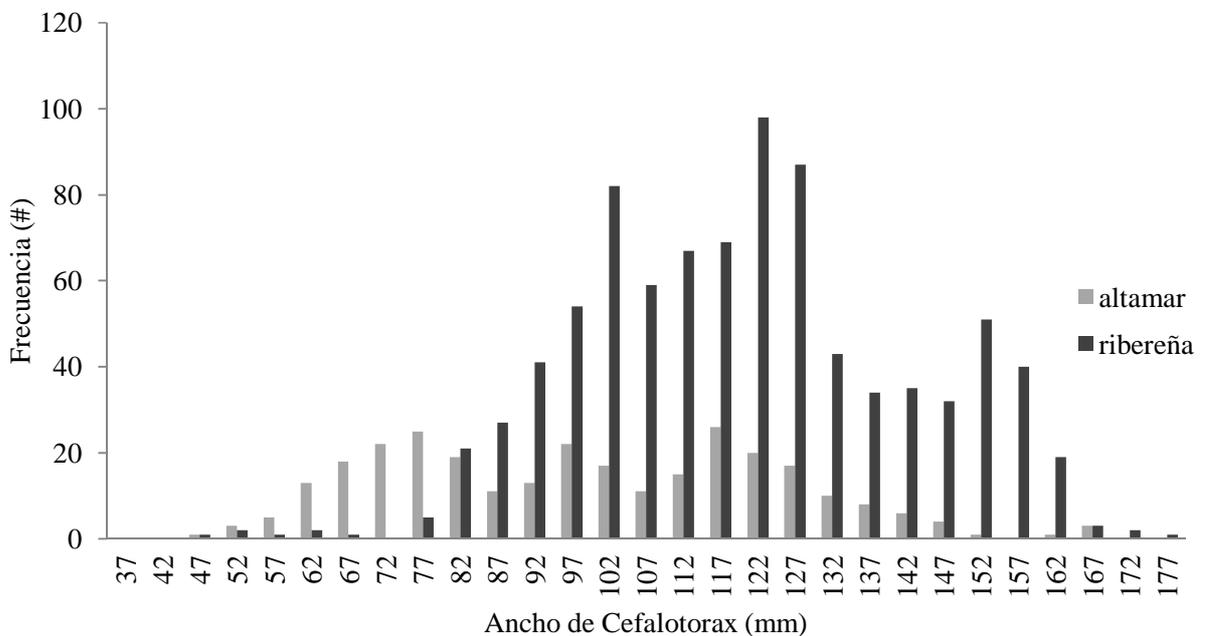


Figura. 37. Comparación de estructuras de tallas de *C. bellicosus* obtenidas por las dos flotas de pesca: barcos camaroneros y embarcaciones menores en el Golfo de California.

Se procedió al análisis de las estructuras de tallas obtenidas por ambas flotas, utilizando la bondad de ajuste de ji cuadrada, obteniendo diferencias estadísticamente significativas ( $X^2 = 43.77$ ;  $p < 0.05$ ; g.l. = 54), por lo cual se puede decir que ambas flotas operan sobre fracciones diferentes de la población, si bien existe un ligero traslape entre ellas. Como se puede observar en la Figura 35, la flota camaronera extrae organismos en tallas chicas, mientras que las embarcaciones menores extraen organismos en tallas grandes.

## VIII. DISCUSIÓN

Se ha reportado en las costas del Golfo de California 13 especies y subespecies de jaibas (Hendrickx, 1984; Ramírez-Félix et al., 2003), en este trabajo solo se presentaron cinco de estas especies pertenecientes todas al género *Callinectes*: *C. arcuatus*, *C. bellicosus*, *C. robustus*, *C. ruber* y *C. toxotes*.

*C. arcuatus* y *C. bellicosus* tuvieron una distribución apiñada a la largo del área muestreada en las diferentes estaciones, coincidiendo así con la distribución reportada para estas dos especies (Brusca, 1980; Paul, 1982; Correa-Sandoval, 1991; Hendrickx, 1999; FAO, 1995), *C. toxotes* también se presentó a lo largo de toda el área de muestreo, difiriendo con reportes anteriores de la distribución de esta especie que indican una distribución desde el sur del Golfo de California, México hasta Colombia, logrando con este trabajo ampliar el área de distribución para *C. toxotes*, no solo presente al sur del Golfo de California, sino también, al norte del mismo.

Los reportes indican una incidencia de *Callinectes* a profundidades que van de los 4 a 40 m (Hendrickx, 1983, 1984) en este estudio se reporta la presencia de organismos de *C. arcuatus* a profundidades hasta de 75 m, *C. bellicosus* hasta 76 m, y *C. toxotes* hasta 77 m, la presencia de organismos a mayores profundidades fue representado con una cantidad considerables de ejemplares, eliminando así alguna sospecha de error al momento de la toma de datos en embarcación o en la elaboración de la base de datos, ampliando con este estudio la distribución batimétrica de las tres especies analizadas. Este resultado parece lógico ya que no se habían realizado estudios a las poblaciones de jaibas que habitan en mar abierto, por lo tanto, los reportes batimétricos de jaibas estaban limitados a las profundidades en las que se efectúa la pesca ribereña.

Por otra parte, Villareal-Chávez (1992) y Escamilla-Montes (1998) reportaron que la mayor abundancia de *C. arcuatus* ocurre entre los 0 y 5 m de profundidad, en este trabajo se encontró una mayor incidencia de organismos de *C. arcuatus* a los 13 m de profundidad.

Del total de 1,372 organismos analizados, *C. arcuatus* presentó una mayor abundancia, con 53.7 % del total de jaibas, seguido de *C. toxotes* con el 25.1 % y con menos abundancia *C. bellicosus* con 21.2%. Este resultado difiere con datos reportados en trabajos previos (Molina-Ocampo, 1999, 2000; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003; Salazar-

Navarro et al., 2002), que presentan una mayor abundancia para *C. bellicosus*, pero en las capturas comerciales que se efectúan en la ribera. Que *C. bellicosus* sea la especie objeto de la pesquería efectuada con las trampas jaiberas en la zona ribereña, podría ser la razón por la que su presencia fue menor en las muestras obtenidas en altamar. Este hecho sugiere que *C. bellicosus* habita más comúnmente en zonas costeras, defiriendo así con lo reportado por Hendrickx (1984) que dice que *C. bellicosus* está relacionada con aguas más frías y de tipo marino, mientras que *C. toxotes* y *C. arcuatus* son típicamente tropicales y habitan en aguas salobres y salen al mar a desovar.

La mayor abundancia de organismos se presentó en Bahía Kino, Las Guásimas y Agiabampo-Topolobampo en Sonora y Sinaloa y en San Blas en Nayarit, siendo esta zona el área donde se realiza principalmente la pesca de jaibas en el litoral del Pacífico mexicano de acuerdo a Carta Nacional Pesquera (2004) y coincidiendo con los reportes que indican que los estados de Sinaloa y Sonora son los mayores productores del golfo (Ramírez-Félix et al., 2003; Carta Nacional Pesquera, 2004).

La distribución de frecuencias de tallas brinda información sobre la dinámica de la población, en procesos tales como el crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento, así como de potenciales movimientos migratorios de la población. No debe perderse de vista que *C. arcuatus* y *C. toxotes* son más pequeña que *C. bellicosus*, lo que implica que, aunque tengan edades similares, estas especies tendrán una talla diferente. En el análisis de la estructura de tallas de las tres especies se presentaron organismos desde 35 a 168 mm de AC. En general, las tallas encontradas en este trabajo coinciden con las reportadas por diversos autores (Paul, 1979; Salazar, 1980; Paul, 1981; Rocha-Ramírez, 1992; Chazaro-Olvera, 1992; Hendrickx, 1995; González et al., 1996; González et al., 1996; Escamilla, 1998; Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003; Reyes- Benítez et al., 2007).

Los resultados del análisis por mes para las tres especies indican una mayor abundancia en los primeros meses de muestreo, de septiembre a noviembre (otoño) con mayor incidencia de hembras y de organismos grandes (jóvenes y adultos). Este resultado podría sugerir una potencial migración de las especies hacia altamar, ya que de acuerdo a Arreola-Lizárraga et al. (2003) *C. arcuatus* y *C. bellicosus* se presentaron en el interior de las lagunas durante primavera y verano disminuyendo su abundancia en las mismas durante otoño, siendo escasa la presencia de las hembras dentro de la laguna en dicho periodo, presentándose

principalmente machos adultos. Este resultado también coincide con COBI (2004), en donde se reportó que en los meses de enero a marzo se capturaron las menores tallas de *Callinectes*. Igualmente Estrada (1999) menciona la dominancia de machos en las capturas. 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 altamar en estos periodos probablemente responde a un proceso migratorio con fines reproductivos.

Por otra parte, la predominancia de organismos pequeños en las muestras obtenidas de la FAC puede ser explicada en la forma en que opera la red de arrastre, debido a que los barcos camaroneros pescan a una velocidad promedio de tres nudos, esta es una velocidad relativamente lenta, se presume que los organismos de mayor tamaño tienen el tiempo para poder evadir las redes o escaparse.

*C. arcuatus* presentó un peso de los 4.50 a los 217 gr, *C. bellicosus* de los 6.9 a los 337.20 gr y *C. toxotes* de los 8.80 a los 98.10 gr, mostrando así que al igual que en el caso de las tallas *C. bellicosus* presentó un mayor peso. Con estos resultados se realizó una relación ancho de cefalotórax (AC) vs. peso, ajustándose al modelo potencial con un crecimiento de tipo alométrico negativo para las tres especies de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes*

Cabe aclarar que lo que determina si hay isometría o alometría, es el exponente (b) de la relación longitud vs peso. De las relaciones biométricas establecidas, los valores correspondientes al coeficiente de regresión b resultaron muy cercanos a 3, sin embargo tanto los intervalos de confianza al 95 % como la prueba t de student (3,  $p < 0,05$ ), indican que las tres especies *Callinectes* analizadas tiende a crecer más en peso que en anchura de cefalotórax.

El crecimiento alométrico reportado en este trabajo para *C. arcuatus* difiere con lo reportado por Reyes-Benítez et al. (2007) quien reportó un crecimiento isométrico con un valores de  $b = 2.92$  muy cercanos a 3, también difiere con lo reportado por Paul (1982), Hernández-Moreno (2000), Molina-Ocampo (2001), Arreola-Lizárraga et al. (2003) y en las lagunas Las Guásimas y Lobos, México, Nevárez-Martínez et al. (2003), pero coincide con lo reportado por Fischer y Wolf (2006), quienes reportan valores  $b = 3.135$ , en el Golfo de Nicoya, Costa Rica y con Molina-Ocampo (2001), quien en particular, atribuyó el crecimiento alométrico, en este caso positivo, a un desfaseamiento en la condición biológica óptima de las hembras debido a bajas tasas de alimentación y mayor gasto energético en la temporada

reproductiva; aunque esto es razonable, Nevárez-Martínez et al. (2003) indicaron que con ambos sexos o separándolos obtuvieron crecimiento isométrico.

Cabe señalar que las bases de datos de Paul (1982), Molina-Ocampo (2001) y Nevárez-Martínez et al. (2003) se construyeron a partir de capturas comerciales donde la población estuvo representada principalmente por machos adultos y la base de datos del presente estudio se construyó a partir de recolectas con red de arrastre donde la población estuvo representada principalmente por jóvenes y hembras. Considerando lo anterior y la discordancia de los resultados de Nevárez-Martínez et al. (2003) con los obtenidos en este estudio, es posible sugerir que *C. arcuatus* tiende a tener un crecimiento isométrico que eventualmente puede tener un sesgo hacia el crecimiento alométrico debido a la presencia de hembras en la temporada reproductiva.

La alometría en el crecimiento de *C. bellicosus* coincidió con lo reportado por COBI en el 2004, en donde se presentó un coeficiente de alometría de 3.53 para *C. bellicosus*, este crecimiento alométrico es reportado también por Paul (1982) y Molina Ocampo (2001) y en otros estudios en la costa del Atlántico por Tagatz (1968), Olmi III y Bishop (1983) y García-Montes et al. (1987). Este resultado difiere con el reportado por Reyes-Benítez et al. (2007), en donde muestra un crecimiento isométrico para *C. bellicosus*.

En el caso de *C. toxotes* y debido a que su pesca es una actividad que solamente se practica en Sinaloa (González-Ramírez et al., 1996; Molina, 1999), los estudios son muy escasos e imposibilitan la comparación de los resultados de los estudios de crecimiento de este trabajo con otros estudios.

El conocimiento de los parámetros de crecimiento, se puede aplicar para estimar el tamaño que alcanzarán los organismos hasta una talla máxima asintótica en un tiempo dado en este caso con un periodo de vida de entre los dos y tres años de edad para las tres especies.

Los resultados de las especies analizadas *C. arcuatus* y *C. bellicosus* son similar a los reportados por Reyes-Benítez et al. (2007) quien encontró que ambas especies de jaibas presentaron un crecimiento rápido el primer año de vida con un valor de  $K= 1$ , mostrando mayor longevidad  $L_{\infty} = 175$  para *C. bellicosus* y  $L_{\infty} = 161$  para *C. arcuatus*, con un periodo de vida de 3 años. No se cuenta con datos de estudios poblacionales para *C. toxotes*, siendo este el primer análisis de estos parámetros para la especie.

Diversos estudios de crecimiento de *C. arcuatus* como el reportado por Estrada (1999), estimo una  $L_{\infty} = 160.9$  mm,  $K = 1.43$ , en tanto que Nevárez-Martínez et al. (2003), registraron valores de  $L_{\infty} = 161$  mm,  $K = 1$ . Finalmente, Fischer y 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.

Ramos-Cruz (2008) estimó para *C. arcuatus* una  $K = 0.3524$ ,  $L_{\infty} = 140.3$  mm en el sistema lagunar Joya-Buenavista, Chiapas, con un valor muy inferior al aquí obtenido. Gil y Sarmiento (2001), utilizando el método de Ford-Walford estimaron  $L_{\infty} = 152.9$  mm, y  $K = 0.63$  mm/año, 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 máxima.

En cuanto a los coeficientes instantáneos de mortalidad, se obtuvo el de mortalidad natural ( $M$ ), que es aquella causada por cualquier origen diferente de la pesca (depredación, enfermedades, estrés del desove y del envejecimiento) así como variaciones ambientales (Pauly, 1980; Jones, 1984), mortalidad por pesca ( $F$ ) y mortalidad total ( $Z$ ). El coeficiente instantáneo de mortalidad natural  $M$  obtenido en el presente trabajo para *C. arcuatus* fue de  $M = 1.5$ , la mortalidad por pesca  $F = 1.4$  y la mortalidad total  $Z = 2.9$ . Teniendo los valores de  $Z$  y  $F$  se pueden obtener la tasa de explotación ( $E$ ), dando como resultado para esta especie un valor de  $E = 0.48$ , con este valor de  $E$  se puede concluir que esta especie se encuentra explotada de forma sustentable, ya que valores de  $E$  cercanos a 0.5 o similares son indicadores de niveles adecuados de explotación, valores por debajo de 0.5 reflejan subexplotación y valores por encima de 0.5 sobreexplotación de acuerdo a Gulland y Rosemberg (1992). Ahora bien, para *C. bellicosus* se obtuvo un valor de  $M = 1.95$ ,  $F = 0.75$  y  $Z = 2.7$ , dando como resultado un valor de tasa de explotación de  $E = 0.28$ , lo cual indica una subexplotación de la especie. Y por último *C. toxotes* presento una mortalidad  $M = 1.35$ , la mortalidad por pesca  $F = 1.05$  y la mortalidad total  $Z = 2.4$ , dando como resultado para esta especie un valor de  $E = 0.44$ , sin grado significativo de una sobreexplotación.

Estos resultados son de gran importancia para saber si la pesca de jaibas por las redes de arrastre ha afectado a las poblaciones presentes en altamar, por ejemplo, vemos que no existe una sobre explotación para ninguna de las tres especies. Sin embargo, dado que al

menos dos de las tres especies aquí analizadas son objeto de la pesca ribereña, se sugiere que se lleve a cabo un análisis donde se considere el efecto combinado de ambas pesquerías, con la finalidad de definir el estado de salud de las poblaciones de jaiba.

En la estimación de los parámetros de reclutamiento, se obtuvo para las tres especies de jaibas un reclutamiento continuo durante todo el año, teniendo la mayor incidencia de organismos en diferentes meses del año, en el caso de la especie *C. arcuatus* su mayor incidencia se presentó de mayo a julio, *C. bellicosus* presentó un mayor número de reclutas en los meses de julio a septiembre y para *C. toxotes* de junio a agosto. Como se puede notar el mayor número de reclutas se presentó en los meses de verano, coincidiendo con lo reportado por Reyes-Benítez et al. (2007) y que a su vez coincide con el patrón reproductivo observado en trabajos previos (Hernández-Moreno, 2000; Nevárez-Martínez et al., 2003). Este hecho tiene importantes repercusiones para el recurso, ya que coincide con la veda del camarón (misma que se efectúa durante abril a agosto), siendo por lo tanto un periodo donde no opera la flota camaronera e igualmente con la veda de la pesca ribereña, lo cual beneficia a las diversas poblaciones de jaiba, tal como fue planteado por López-Martínez et al. (2008, 2010, 2011), González-Ochoa et al. (2009), Rábago-Quiroz et al. (2011) y Morales-Azpeitia et al. (2011).

Por último, se realizó la comparación de tallas de organismos obtenidos por pesca de altamar, del presente trabajo, con las tallas de organismos obtenidos por la pesca ribereña en las principales localidades donde se pesca jaiba en Sonora. Para este estudio se trabajó solamente con las especies *C. arcuatus* y *C. bellicosus* ya que *C. toxotes* no es objeto de pesca. Al realizar el análisis de la ji cuadrada de bondad de ajuste, se puede decir que ambas estructuras de tallas difieren significativamente, no existiendo un importante traslape entre las dos pesquerías, ya que se tratan de diferentes artes de pesca, diferentes áreas y diferentes estacionalidades. En la pesca ribereña se puede observar que se capturan organismos de tallas más grandes, y en las muestras de jaibas componentes de la FAC se observa mayor incidencia de tallas pequeñas y medianas.

En este estudio de obtuvieron jaibas dentro de un rango de los 35 a los 168 mm de AC, teniendo esto en cuenta y considerando que las jaibas *Callinectes* son sexualmente maduros con una talla promedio de 58-60 mm de AC (Dittel y Epifanio, 1984; Estrada, 1999), esto indica que dentro de las jaibas capturadas en altamar se capturan organismos antes de alcanzar

su madurez sexual, pudiendo ocasionar con esto, un problema de sobrepeso por crecimiento, hecho que deberá corroborarse con investigación orientada al respecto.

## X. CONCLUSIONES

En las capturas incidentales de la flota camaronera se presentaron especies de jaibas del género *Callinectes* de cinco especies: *C. arcuatus*, *C. bellicosus*, *C. robustus*, *C. ruber* y *C. toxotes*.

La abundancia porcentual de *C. arcuatus* fue de 53.71 %, *C. bellicosus* 21.20 % y *C. toxotes* 25.07%.

Con este trabajo se amplió la distribución para *C. toxotes* al norte del Golfo de California, y se amplió el rango de distribución batimétrica para las tres especies.

Las tres especies analizadas presentaron mayor abundancia en la zona centro y al norte del Golfo de California.

La especie más longeva fue *C. arcuatus* con 2.85 años, y la menos longeva *C. bellicosus* con 1.5 años.

*C. bellicosus* presentó una mayor mortalidad natural y *C. arcuatus* una mayor mortalidad por pesca. La tasa de explotación (E) indicó que aparentemente ninguna de las tres especies están siendo sobreexplotadas.

Se presentó mayor cantidad de reclutas en los meses de verano, para las tres especies. Se capturaron mayores tallas en la pesca ribereña que en altamar.

Se recomienda que se siga con estudios a jaibas capturadas en altamar ya que la información obtenida en este trabajo es la única enfocada hacia esta fracción poblacional. Debido a que este estudio aporta un apilamiento en la profundidad para las tres especies y también se amplió la distribución para *C. toxotes*, nos da a conocer que hay mucha información y temas por abordar con datos de jaibas en esta región. Por otra parte, sería conveniente analizar datos más actuales de jaibas de la región de altamar, y se evalué el efecto que pueda ocasionar la pesca por arrastre, ya que en este estudio se encontraron jaibas antes de alcanzar su madurez sexual, pudiendo ocasionar con esto, un problema de sobrepesca por crecimiento.

## X. LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1990. Estudios biológicos-pesqueros de las jaibas *Callinectes bellicosus* Stimpson y *Callinectes arcuatus* Ordway, en Bahía Magdalena, B.C.S. Informe de Actividades a DEPI, CICIMAR-IPN 8:23-30.
- Anónimo. 2000. Jaiba del estado de Sonora *Callinectes bellicosus* en Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo INP/SEMARNAP. 329-348.
- Anónimo. 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2003. SAGARPA. CONAPESCA.
- Arreola, J. A., L. G. Hernández, S. Hernández, F. J. Flore S, C. Lechuga y A. Ortega. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* and *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae) in a coastal lagoon of Northwest Mexico. *Crustaceana* 76:651-664.
- Beverton, R. J. H y S. J. Holt. 1956. On the dynamics of exploited fish populations, U.K. Minist. Agric. Fish. Invest. (2) 19:553.
- Brusca, R. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona, Fénix, Arizona, EEUU.
- Carta Nacional Pesquera. 2004. Segunda sección, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Correa-Sandoval P. F. 1991. Catálogo y bibliografía de cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. Comunicaciones Académicas CICESE. México.
- Castro, J. L. 1965. Peces sierra, rayas, mantas y especies afines de México. *Anal. Inst. Nac. Biol. Pes* 8:170-258
- COBI (Comunidad y Biodiversidad). 2004. Reporte la pesquería de la jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) en la Región de Bahía de Kino y el canal de infiernillo entre 1998 y 2002 International-México. The Tinker Foundation a través del Centro de Estudio de Desierto y Océanos (CEDO) y de World Wildlife Fund México. Programa Golfo de California.
- Dittel, A. I y C. E. Epifanio. 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: zoea, megalope, 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. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México (7) 9:12.
- Escamilla, M. R. 1998. Aspectos de la biología de jaibas del género *Callinectes* en el estero El Conchalito. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN México. Ensenada de la Paz, B.C.S.
- 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.
- Falciai, L. y R. Minervini. 1995. Guía de los crustáceos decápodos de Europa. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- García A. R. 2009. Bases para el manejo y ordenamiento del recurso camarón en el alto Golfo de California. Doctorado en evaluación y manejo de Recursos Naturales. CIBNOR.
- García, J. F., A. Gracia y L. A. Soto. 1987. Morfometría, crecimiento relativo y fecundidad de la jaiba del golfo *Callinectes similis* Williams, 1966 (Decapoda: Portunidae). Ciencias Marinas 13:137-161.
- García, J. M. y J. V. Gómez. 2005. La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. Conservación International 432:566.
- García, J. M. y J. V. Gómez. 2005. La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: situación económica-financiera e impacto socio-ambientales Conservación Internacional 7:200-220.
- Gayanilo, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1995. The FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. FAO Computerized information series (Fisheries), Roma 8:186.
- Gil, L. A. y S. Sarmiento. 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 10: 41-90.
- Gómez. G. A. 1996. Distribución, abundancia, reproducción y morfometría del género *Portunus* (Brachyura: Portunidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México, Tesis de Maestría. CICIMAR, INP. Baja California Sur, México

- González, P.G., J. García y P. A. Loreto. 1996. Pesquería de jaiba. En Casas Valdés M. y G. Ponce Díaz (Eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I México. Instituto Politécnico Nacional 207-225.
- González, O. A., J. López y N. Y. Hernández. 2009. Population characteristics of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* caught as shrimp bycatch in the Gulf of California. *Interciencia* 34 (11): 808-811.
- Gulland, J. A. y A. A. Rosenberg. 1992. Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO Documento Técnico de Pesca 323. Roma, FAO 9:100-112
- Hendrickx, M. E. 1983. 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. 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* 11 (1):49-64.
- Hendrickx, M. E. 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). *Anuales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 11 (1): 49-64.
- Hendrickx, M. E 1995. Cangrejos in W. Fisher, W. Krupp, C. Schneider, K. Sommer, E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Plantas e Invertebrados 1: 565-636.
- Hernández, L.G. 2000. Aspectos sobre la ecología y biología de las jaibas *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Crustacea: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, Sonora México. Tesis de Maestría. CIBNOR. La Paz, BCS, 1:40-56.
- Hernández, L. y J. A. Arreola. 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* 55 (1): 225-233.

- Herald E.S., W. Schneebeil, N. Green y K. Innes. 1960. Catch records for seventeen shark derbies held at Elkhorne Slough, Monterey Bay, California. Calif. Dept. Fish and Game 1:59-67.
- Kaiser, J. M., Jeremy S. Collie, Stephen J. Hall, Simon Jennings, Ian R. Poiner. 2001. Efectos de la pesca en los hábitats bentónicos marinos. 76 (6):651-664.
- Killeher, K. 2005. Discarding in the world's fisheries: an update. FAO Fisheries Technical Paper 470- 131.
- López, J. 2000. Dinámica de la pesquería del camarón (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorenses, y su relación con algunos parámetros océano-atmosféricos. Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S. México.
- López, J., E. Morales., F. Paredes., D. Lluch y C. Cervantes. 2001. La pesquería de camarón de altamar en Sonora. En: Lluch-Belda D., J. Elorduy-Garay, Lluch-Cota S. y G. Ponce-Díaz (Eds). Centros de Actividad Biológica (BACs) en el Noroeste de México. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT.
- López, J., F Arreguín., Hernández, S., García, A.R., y W, Valenzuela. 2003. Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and relation of this variation to temperature. Fisheries Research 61:95-105.
- López, J., S. Hernández., C. Rábano., E. Herrera., E, R. Morales. 2008. Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo tecnológico de las artes de pesca. En: Santinelli J. (Ed.) La situación del sector pesquero en México. México, D.F 2:13-47
- López, J., E. Herrera, J. Rodríguez. y S. Hernández. 2010. Composición taxonómica de peces integrantes de la fauna de acompañamiento de la pesca industrial de camarón del Golfo de California, México. Biol. Trop. 58(3): 925-942.
- Loran, N. R., A. J. Valdez y G. F. Escudero.1993. Algunos aspectos poblacionales de las jaibas *Callinectes spp* en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Ciencia Pesquera. 9:1-103.
- López, J., N Rodríguez., N. Y. Hernández y E. Herrera. 2011. Population parameters of the Pacific (Perciformes: Gerreidae) captured by the shrimp trawling fishery in the Gulf of California. Biol. Trop. 59:887-897.

- Madrid, J., F. Amezcua., E. Morales. 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fish Res* 83:81–89
- Molina, R. E. 1998. La pesquería de jaiba (*Callinectes bellicosus*) en el estado de Sonora. Informe interno, CRIP-Guaymas.
- Molina, R. E. 1999. La pesquería de jaiba en la costa de Sonora. *Pesca y Conservación* 3 (7): 68.
- Molina, R. E. 2000. Jaiba del estado de Sonora *Callinectes bellicosus* en Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo. INP/SEMARNAP .(7) 329-348.
- Molina, R.E. 2001. Jaiba del Estado de Sonora *Callinectes bellicosus*, En EDITORES. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. INP/SEMARNAP, Sonora, México.
- Montemayor, G. 2001. Aspectos biológicos y de las capturas de jaiba verde *Callinectes bellicosus* en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Unidad funcional de Manejo de Jaiba Verde. *Conservación Internacional México*, A. C (2):50-62 .
- Morales, R., J. López., J. Rodríguez y J. T. Ponce. 2011. Distribución, abundancia y patrón reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* Gill 1863 (Perciformes: Mullidae) y *Urobatis halleri* Cooper 1863 (Rajiformes: Urolophidae) en el Golfo de California. *Investigación y Ciencia* 52:3-14
- Nava, J.M. 1995. Impacto a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características en la comunidad béntico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas.
- Nevárez, M., J. López., C. Cervantes., E. Valle., R. Miranda y M. Anguilano. 2003. Evaluación biológica y pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora. En M.E. Hendrickx (ed.). *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans* 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM 303 (2):125-138.
- Olmi, E. y J.M. Bishop. 1983. Variations in total width-weight relationships of blue crabs, *Callinectes sapidus*, in relation to sex, maturity, molt stage, and caparace form. *J. Crust. Biol.* 3:575-581.

- Otto, R. y G.S. Jamieson. 2001. Commercially important crabs, shrimps and lobsters of the North Pacific Ocean. PICES Scientific Repor. 19, 79.
- Paul, G.K. 1979. The ecology and fisheries possibilities of *Callinectes* spp. (Brachyura: Portunidae) in Sinaloa, Mexico. Memories of the 1st International Symposium on Fisheries Organization and Education, Cancun, México.
- Paul, R.K.G. 1981. Natural diet feeding and depredatory activity of crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae).– Marine Ecology Progress Series 6:71-99.
- Paul R.K.G. 1982. Observation on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) in the Gulf of California, Mexico. Crust. 42:96-100.
- Paul R.K.G. 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. Estuar. Coast. Shelf Sci. 14:13-26.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish “stock”. Journal du Conseil. Conseil International pour l’Exploration de la Mer 39(2):175-192.
- Pérez, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México., en: Yáñez- Arancibia. A. (ed.). Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. Progr. Univ. Alimentos, Inst. Cienc. Mar y Limnog., y Inst. Nal. Pesca, Univ. Nal. Auton. México, México, D.F. 748:201-254.
- Rábago C. H., J. López., E. Herrera., M. O. Nevárez y J. Rodríguez. 2008. Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. Biol. Trop. 59(1):255-267.
- Rábago, C.I., J. López., J.E. Valdéz y M. Nevárez. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. Biol. Trop. 59(1):255-267.
- Ramírez, E., J. Singh., H. Gil., S. Sarmiento., I. Salazar., G. Montemayor., A. García., G. Rodríguez y N. Castañeda. 2003. La Pesquería de Jaiba ( *Callinectes spp.*) en el Pacífico

- Mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. Doc. Técnico. SAGARPA. CONAPESCA. CRIP Mazatlán, Sinaloa.
- Ramos, 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. PanAmerica Journal of Aquatic Sciences (2008) 3 (3):259-268.
- Reyes, E., J. López, M.O. Nevárez y R. Morales. 2007. Dinámica poblacional de *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) y *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) en Las Guásimas, Sonora, México durante el periodo 2002 a 2004. (2) 17-30.
- Rocha, R.A., S. Chazaro y P.M. Muller. 1992. Ecología del genero *Callinectes* (Brachyura Portunidae) en seis cuerpos costeros del estado de Veracruz, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 19(1):33-41.
- Ruiz, M., C. Ruiz., J. Simental., L. A. López. y J. Castro. 1985. Contribución al conocimiento biológico pesquero de: *Callinectes arcuatus* (Ordway 1863) estero “El Sábalo”, Mazatlán, Sin. Tesis de licenciatura.
- Salazar, I., V. Macías., V. y A. Ramos. 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.
- Salazar, J. N. 1980. Contribución al conocimiento de la biología y algunos aspectos pesqueros de dos especies de jaibas *Callinectes arcuatus* Ordway (1863) y *Callinectes toxotes* Ordway (1863) de la Laguna de Caimero, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. CICIMAR IPN.
- Salazar, I., V. Macías y A. Ramos. 2001. Estudio biológico pesquero para el manejo sustentable de la pesquería de jaiba *Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus* 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.

- Sánchez, C.A. y J. Gómez. 1992. Distribución y abundancia de los estadios planctónicos de la jaiba *Callinectes bellicosus* (Decapoda: Portunidae), en el complejo lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Revista de Investigaciones Científicas UABCS* 3(1):47-60.
- Villarreal, C. G. 1992. Algunos aspectos de la biología de *Callinectes arcuatus* (Crustacea: Decapoda: Portunidae) en el Delta del Río Colorado, México– *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 10(1):14.
- Van, E. 1987. Factors affecting the distribution and abundance of the blue crab in Chesapeake Bay. Pp. 179-209 in S.K. Majundar, L.W. Hall, Jr. y H.M. Austin (eds.). *Contaminant and Management of Living Chesapeake Bay Resources*. Pennsylvania Academy of Sciences, Easton, PA.
- Williams, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fishery Bull.* 72: 685–798.