

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**

**Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras.**

**Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias.**



**Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes sp*)  
en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México.**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias  
En el área terminal de Ciencias Pesqueras**

**Presenta:**

**Heldail Aarón Gil López**

Tutora: Dra. Elaine Espino Barr.  
Cotutor: Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca.

Asesor: Dr. Heriberto Santana Hernández.

San Blas, Nayarit; Febrero de 2009.

M. EN C. FRANCISCO DE JESÚS CARO VELARDE  
COORDINADOR DEL POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICO-AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE NAYARIT

Por este conducto los integrantes del Comité de Revisión en el Postgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP) nos dirigimos a usted para comunicar que después de haber revisado el trabajo de Tesis de Maestría titulado: "Aspectos Ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes sp*) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México".

que presenta el Ingeniero Pesquero: Heldail Aarón Gil López,

tiene todos los méritos académicos y de investigación suficientes para ser presentado como Trabajo de Tesis en grado de Maestría.

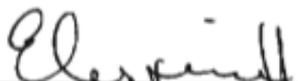
Se extiende la presente a los 6 días del mes de octubre de 2008.

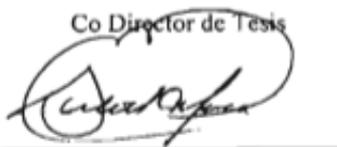
A T E N T A M E N T E

El Comité Tutorial

Directora de Tesis

Co Director de Tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Elaine Espino Barrón

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca

  
\_\_\_\_\_  
Asesor: Dr. Heriberto Santana Hernández

## INDICE

	Pág.
<b>Resumen</b>	1
<b>Abstract</b>	2
<b>Capítulo I.- Introducción, Hipótesis y Objetivos</b>	
1.1.- Introducción	3
1.2.- Hipótesis	7
1.3.- Objetivos	7
1.3.1.- Objetivo General	7
1.3.2.- Objetivos particulares	7
<b>Capítulo II. Revisión de literatura.</b>	
2.1.- Antecedentes de <i>Callinectes spp</i>	9
2.1.1.- Costa del Atlántico Americano	9
2.1.2.- Pacífico Americano	10
2.1.3.- Pacífico Mexicano	10
<b>Capítulo III. Materiales y Métodos</b>	
3.1.- Área de estudio	13
3.2.- Parámetros físico-químicos	14
3.3.- Abundancia de jaibas y su relación ecológica	15
3.4.- Aspectos biológicos	15
3.5.- Aspectos pesqueros	21
<b>Capítulo IV. Resultados</b>	
4.1.- Parámetros físico-químicos	27
4.2.- Aspectos biológicos	31
4.2.1.- Distribución espacial y estacional	31
4.2.2.- Estructura de la población y proporción de sexos	32
4.2.3.- Fecundidad y su relación con ancho de caparazón (AC)	34
4.2.4.- Temporalidad reproductiva	37
4.2.5.- Relación peso-ancho de caparazón	39
4.2.6.- Crecimiento en ancho de caparazón y peso	40
4.2.7.- Longevidad	44
4.2.8.- Talla mínima de captura	45
4.3.- Aspectos pesqueros	46
4.3.1.- Eficiencia y selectividad	46
4.3.2.- Unidad del Esfuerzo Pesquero	52
4.4.- Abundancia de jaibas y su relación ecológica	56
4.4.1.- Abundancia relativa	56
4.4.2.- Relación ecológica	57
<b>Capítulo V.- Discusión</b>	61
<b>Capítulo VI.- Conclusiones</b>	71
<b>Capítulo VII.- Literatura citada</b>	74

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
1	Descripción del tipo de sedimento en las 15 estaciones de muestreo.	31
2	Resultados de las regresiones ancho de caparazón-peso total de las tres especies.	39
3	Comparación de los parámetros de crecimiento e índice de crecimiento estándar $\phi'$ de <i>C. arcuatus</i> , <i>C. bellicosus</i> y <i>C. toxotes</i> , en diferentes sistemas lagunares del Pacífico Mexicano.	44
4	Captura por unidad de esfuerzo de las artes de pesca.	46
5	Parámetros de selectividad de los artes de pesca evaluados.	49
6	Prueba de Tukey de los valores de CPUE (Grupos homogéneos).	50
7	Análisis de Varianza de las tallas (AC) de los organismos capturados con los artes de pesca evaluados.	51
8	Prueba de Tukey (grupos homogéneos) para el ancho de caparazón por arte de pesca	52
9	Análisis de varianza entre las variables Captura y Número de viajes	55
10	Abundancia de organismos de jaiba por zona de captura durante abril'05 a marzo'06.	57
11	Análisis de varianza factorial.	58
12	Prueba de efecto del análisis de varianza factorial.	58

## LISTA DE FIGURAS

Fig.	Descripción	Pág.
1	Jaiba de la especie <i>C. bellicosus</i>	4
2	Sistema Lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas.	14
3	Red de arrastre, tipo camaronera	16
4	Características morfológicas de los órganos reproductores de las jaibas: a) macho maduro, b) hembra madura, c) hembra inmadura y d) hembra ovígera.	18
5	Lanzamiento de la atarraya	22
6	Uso del sacador	22
7	Trampa jaibera	23
8	Aros jaiberos: a) Aro con tamaño de malla de 45 mm, b) Aro con tamaño de malla de 76 mm, c) Aro con tamaño de malla de 101.6 mm y d) Aro con tamaño de malla de 127 mm.	24
9	Temperatura promedio mensual en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas	27
10	Valores promedio mensual de salinidad en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.	28
11	Valores promedio mensual de potencial de hidrógeno en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas	29
12	Valores promedio mensual de oxígeno disuelto en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas	30
13	Estructura de tallas de la población de las tres especies, capturadas en los arrastres y selectividad: a) <i>C. arcuatus</i> , b) <i>C. bellicosus</i> y c) <i>C. toxotes</i>	33
14	Fecundidad (número de huevos contra ancho de caparazón) de hembras ovígeras de <i>C. arcuatus</i>	35
15	Fecundidad estimada como número de huevos contra ancho de caparazón de hembras ovígeras de <i>C. bellicosus</i> .	36
16	Fecundidad estimada como número de huevos contra ancho de caparazón de hembras ovígeras de <i>C. toxotes</i> .	36
17	Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovígeras (Ov) de <i>C. arcuatus</i> en el área de estudio	37
18	Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovígeras (Ov) de <i>C. bellicosus</i> en el área de estudio	38
19	Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovígeras (Ov) de <i>C. toxotes</i> en el área de estudio	38
20	Relación ancho de caparazón-peso de las tres especies: a) <i>C. arcuatus</i> , b) <i>C. bellicosus</i> y c) <i>C. toxotes</i> .	40
21	Curvas de crecimiento del ancho de caparazón de <i>C. arcuatus</i> , <i>C. bellicosus</i> y <i>C. toxotes</i>	41
22	Curvas de crecimiento en peso total (g): a) <i>C. arcuatus</i> , b) <i>C. bellicosus</i> y c) <i>C. toxotes</i>	42
23	Valores de $\phi'$ (Fi prima de Munro) de los resultados de otros estudios de jaiba en el Pacífico Mexicano (1 por Quijano, 1985; 2 por Salgado <i>et al.</i> , 1994; 3 y 4	43

	por Escamilla, 1998; 5 por Molina, 1999b; 6 por Estrada, 1999; 7 y 8 por Hernández, 2000; 9 a 11 por Ramírez-Félix <i>et al.</i> , 2003; 12 a 15 por Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2003; 16 y 17 por Reyes, 2004 y 18 a 20 este estudio).	
24	Frecuencia acumulativa por ancho de caparazón de hembras ovigeras de a) <i>C. arcuatus</i> , b) <i>C. bellicosus</i> y c) <i>C. toxotes</i>	45
25	Curvas de selectividad: a) sacador de 50.8 mm, b) atarraya de 24.5 mm, C) aro de 45 mm de tamaño de malla, y d) aro de 76 mm	47
26	Curvas de selectividad: a) trampa de 60 mm de tamaño de malla, b) aro de 101.6 mm de tamaño de malla y c) aro de 127 mm de tamaño de malla	48
27	CPUE de jaiba por tipo de arte y grupos homogéneos ( $F(6,77)=68.9$ ; $p<0.000$ )	50
28	Valores de las medias de las tallas del ancho de caparazón de los organismos capturados con las artes de pesca y grupos homogéneos	51
29	Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de artes de pesca	53
30	Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el tiempo de pesca	53
31	Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de pescadores	54
32	Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de viajes de pesca	54
33	Límites de confianza de los valores de las variables captura y número de viajes	56
34	Valores medios calculados de organismos/ha por zona	58
35	Valores medios calculados de organismos/ha por tipo de sedimento	59
36	Valores medios calculados de organismos/ha por temporada (lluvias-secas)	59
37	Interacción entre los factores, abundancia (número de organismos/ha), zona y tipo de sedimento	60

## **AGRADECIMIENTOS:**

Primeramente a Dios, porque sin El nada se puede hacer.

A la Universidad Autónoma de Nayarit y al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias por la oportunidad de superarnos.

Al Instituto Nacional de Pesca a través de la Dirección General de Investigación Pesquera del Pacífico Sur, por su valioso apoyo.

Al Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca por todas las facilidades otorgadas.

Al Ing. Andrés Antonio Seefoo Ramos, Subdirector de Tecnología de la DGIPPS del INAPESCA, por promover la superación académica dentro de Nuestra Institución.

Al M.C. Donald E. Acál Sánchez, ex director de mi tesis, con quien inicié mi proyecto de investigación y que por asuntos administrativos no pudimos concluirlo, pero que gracias a su apoyo y asesoría se ha concluido el proyecto.

A la Dra. Elaine Espino Barr, tutora de mi trabajo de tesis, por su invaluable apoyo y dedicación, observaciones y recomendaciones para mejorar el documento final.

Al Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca, por todo su apoyo para la culminación del trabajo de tesis.

Al Dr. Heriberto Santana Hernández asesor de mi trabajo de tesis, esfuerzo y dedicación para siempre mejorar este documento final.

Al Biol. Oswaldo Morales Pacheco director del CRIP-SCO, por su apoyo incondicional.

Al C.P. José Luis Vega Mendoza, por su apoyo en las gestiones administrativas.

A todos mis compañeros de trabajo del CRIP-SCO, que de una u otra manera me motivaron a concluir este proyecto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

**DEDICATORIA:**



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

A mi Madre, por su apoyo incondicional.

A Rosa mi esposa, por su insistencia por superarme.

A mis hijos: Jeziel, Waldo y Esdras, por ser el motivo de mi superación.

A mis hermanos Armando y Araceli.

A mis amigos Sebastián, Saúl, Oswaldo, Ignacio, Raúl, Rigoberto, Herindo, Eduardo, Ramón, Rocío, Jesús, Aldrín, y a los que mi mente finita no logró que me acordara les pido perdón.

## RESUMEN

**Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (*Callinectes* sp) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México.**

La jaiba es un recurso importante recientemente incorporado a la pesca artesanal en el Sistema Lagunar "Mar Muerto" Oaxaca-Chiapas. La presente información tiene como propósito fundamental describir aspectos relacionados con la ecología, biología y la pesca de las jaiba *Callinectes arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* en esa localidad. Los muestreos mensuales de abril del 2005 a marzo del 2006 fueron para recabar parámetros fisicoquímicos como salinidad, ph, oxígeno disuelto y temperatura; información ecológica en cuanto al tipo de sustrato; biológica, relacionada con crecimiento, longevidad, fecundidad, estructura de tallas, periodo reproductivo, talla mínima de captura, abundancia relativa; y los pesqueros que incluyeron selectividad y determinación de la unidad de esfuerzo. Para la estimación de crecimiento en las especies identificadas se aplicó la ecuación del modelo de von Bertalanffy. En el cálculo de los parámetros de  $L_{\infty}$  y  $K$  se utilizó el método de Ford-Walford y para la  $t_0$  la ecuación empírica de Pauly (1979). Los valores de crecimiento para *C. arcuatus* son:  $K = 0.77 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 136.2 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.137$ ; para *C. bellicosus*:  $K = 0.84 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 177.2 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.116$ ; y finalmente para *C. toxotes* se obtuvieron:  $K = 0.61 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 195.9 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.158$ . Se observaron variaciones en las tres especies con respecto a la fecundidad y el ancho del caparazón, debido a diferencias en los tamaños de las especies. La temporada reproductiva para *C. arcuatus* se presentó de abril a julio, en la *C. bellicosus* en marzo y en *C. toxotes* de mayo a julio. En el análisis de selectividad y eficiencia de los artes de pesca, se encontró que se pueden utilizar los aros jaiberos de 76 mm, 101.5 mm, 127 mm, la trampa de 60 mm y el sacador de 50.8 mm de tamaños de malla; sin embargo, el más eficiente fue el aro de 76 mm y el sacador. El mejor ajuste del análisis de regresión lineal simple, así como el modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático, aplicado a las variables de captura, número de artes de pesca, número de viajes, número de pescadores y tiempo de pesca para determinar la Unidad del Esfuerzo Pesquero, fue el del número de viajes. El análisis estadístico de *Variance Factorial* determinó que las variables: zona, temporada y sedimento tienen efectos significativos sobre la abundancia del recurso. De acuerdo con esto, en la zona de Paredón el sedimento (arena lodosa) y la temporada de secas fueron las de mayor abundancia de jaibas.

## ABSTRACT

**Ecological, biological and fishing aspects of the crabs (*Callinectes sp*) in the Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México lagoon system.**

Crabs are a recent and important artisanal fishery in the estuary known as "Mar Muerto", located in Oaxaca-Chiapas coasts. The purpose of this research is to describe some ecological, biological and catching issues of the *Callinectes arcuatus*, *C. bellicosus* and *C. taxotes* crabs in this area. Monthly sampling from April 2005 to March 2006 were to gather physical and chemical parameters such as salinity, pH, dissolved oxygen and temperature, also ecological information such as the type of substrate; biological aspects related to growth, age, fertility, sizes, reproductive season, minimum size catch, relative abundance and fishing aspects such as selectivity and fishing unit. Growth of the identified species was estimated with the equation of the model by von Bertalanffy. To calculate the parameters of  $L_{\infty}$  and  $K$ , Ford-Walford method was used, and to obtain  $t_0$  the empirical equation by Pauly (1979). Values of growth for *C. arcuatus* were  $K = 0.77 \text{ year}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 136.2 \text{ mm}$  and  $t_0 = -0.137$ ; for *C. bellicosus*:  $K = 0.84 \text{ year}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 177.2 \text{ mm}$  and  $t_0 = -0.116$ ; and finally, for *C. taxotes*:  $K = 0.61 \text{ year}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 195.9 \text{ mm}$  and  $t_0 = -0.158$ . According to the fertility of these three crab species, variations were observed related to differences of sizes between the number of eggs and the width of the shell. The reproductive season for *C. arcuatus* was from April to June, for *C. bellicosus* in March and for *C. taxotes* crabs in May and June. The analysis of selectivity and efficiency of fishing gears with crab hoops of 76 mm, 101.5 mm and 127 mm, traps of 60 mm and the taker out with 50.8 mm mesh size; showed, in terms of efficiency, that the crab hoop of 76 mm and the taker out worked the best. The simple linear regression analysis and the polynomial model of second order of the quadratic type applied to the capture variables, number of fishing gears, number of trips, number of fishermen and fishing time to determine the Unit of the Fishing Effort, showed that the best adjustment were the number of trips. The statistical analysis of Factorial Variance determined that the variables area, season and sediment, have significant effects on the abundance of the resource. According to this, the area of Paredón, Chiapas, the sediment (muddy sand) and the season of droughts were the best for crab abundance.

## **I.- Introducción, hipótesis y objetivos**

### **1.1.- Introducción**

En la gran mayoría de las lagunas costeras del Océano Pacífico Mexicano, la actividad pesquera se ha concentrado principalmente en la captura de camarón del género *Penaeus* (*Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*) por su interés económico. Los pescadores ribereños no han impulsado el desarrollo de otras pesquerías menos importantes económicamente, pero sobresalientes por su abundancia y aceptación en el consumo humano, como es la pesca de especies de escama y de otros crustáceos como la jaiba\*.

La pesquería de jaiba en los estados de Oaxaca y Chiapas es relativamente reciente, se inició en 1989 con una captura anual de 2 toneladas. En 1994 las capturas empezaron a incrementarse hasta 42 t en Oaxaca y 218 t en Chiapas. En 2004, la pesquería en Chiapas se incrementó hasta 462 t, sin embargo en Oaxaca se observó un notable descenso de las capturas de 352t en 2000 a 25t en 2004.

El aprovechamiento de la jaiba se debe básicamente a la disminución de las capturas de camarón en los sistemas lagunares. Los pescadores ribereños, en diversos foros han solicitado que las autoridades en materia de investigación y fomento de la actividad pesquera en el estado de Oaxaca, realicen estudios y promuevan la pesquería de la jaiba en el Mar Muerto, para efecto de conocer la situación actual del recurso que permita un aprovechamiento sustentable.

---

\* Subdelegación de Pesca en el estado de Oaxaca, reunión de evaluación con pescadores ribereños del sistema lagunar Mar Muerto, 1994.

Las jaibas sostienen importantes pesquerías en varias partes del mundo. En México es un recurso que se aprovecha en todos los litorales y sistemas lagunares por medio de artes de pesca tradicionales y sencillos como las atarrayas, las figas, las redes de enmalle, los aros jaiberos o nasas, la red cuchara o sacadores, las trampas y los ganchos (González-Ramírez *et al.*, 1996, Estrada, 1999).

Las jaibas son cangrejos de la familia Portunidae (Crustácea: Decapoda), que se distinguen de otros crustáceos por presentar un caparazón ancho, aplastado dorsalmente, con nueve dientes sobre el margen anterolateral, el último más largo que los demás; el propodio y dactilo del quinto par de periópodos típicamente aplanados y generalmente ensanchados para facilitar la natación (Fig. 1).



Figura 1.- Jaiba de la especie *C. bellicosus*

Estas especies viven en zonas de manglar, desembocaduras de ríos, estuarios y lagunas costeras (Williams, 1974; Hendrickx, 1995; Hernández, 2000). Algunos autores mencionan altas concentraciones en áreas con abundancia de microalgas y pastos marinos (Molina, 1999a). Las jaibas se alimentan de moluscos, cangrejos y

pequeños peces (Brusca, 1980; Paul, 1981), por lo que son considerados depredadores bentónicos (Hines *et al.*, 1987).

En el Pacífico Mexicano están registradas tres especies de jaiba del género *Callinectes*: *C. arcuatus* (Ordway, 1963), *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) y *C. toxotes* (Ordway, 1963). La distribución geográfica de *C. arcuatus* va de San Diego, California, E.U.A. hasta el Sur de Colombia incluyendo el Golfo de California; la distribución de *C. bellicosus* va desde el Sur de California, E.U.A. hasta el Golfo de Tehuantepec, incluido también el Golfo de California y *C. toxotes* desde el Sur del Golfo de California hasta Colombia (Hernández, 2000).

Estas especies soportan grandes intervalos de salinidad: *C. arcuatus* tolera cambios de entre 1 y 65 ‰, y *C. bellicosus* en aguas con salinidades marinas de 30 a 38 ‰, en cambio *C. toxotes* se encuentra en aguas con salinidades entre 0 y 55 ‰ (Brusca, 1980; Paul, 1982a; Correa-Sandoval, 1991; Hendrickx, 1995).

Algunos autores señalan que la temperatura es un factor que influye en la definición de la temporada reproductiva, ya que observaron un incremento en la abundancia de hembras ovígeras (Tagatz, 1968a; Villareal, 1992; Hernández, 2000).

En general se considera que la distribución de las especies del género *Callinectes* está relacionada con las condiciones oceanográficas requeridas para la eclosión de los huevecillos, supervivencia de larvas y procesos de muda. Debido a esto, durante su

periodo de vida, las jaibas realizan movimientos locales en los sistemas lagunares (Norse, 1977 y Villareal, 1992).

Su ciclo de vida se inicia con el apareamiento de machos y hembras mientras la hembra regenera el caparazón después de una muda. Durante este proceso el macho se encuentra montado sobre la hembra realizando su copulación y al mismo tiempo está protegiendo a la hembra de depredadores dado a que su cuerpo se encuentra suave, este proceso puede durar de entre 36 a 48 horas en que se termina de endurecer su caparazón y al término del mismo el macho deja de copular (Montemayor-López, 2001 y COBI, 2001). Las hembras mantienen sus huevecillos en la región abdominal durante tres semanas aproximadamente. Después se alejan de los sistemas lagunares para que los huevecillos eclosionen en mar abierto. Así aparece la larva en estadio "zoea" y tiene un proceso de cambios de 7 a 8 mudas hasta el estadio de "megalopa". Cuando se presenta este fenómeno se traslada hacia las lagunas costeras y por último concluye su metamorfosis en la forma definitiva de jaiba juvenil y se desarrolla en el ambiente bentónico. Aunque existen controversias, se estima que estas especies pueden llegar a vivir hasta cuatro años y se pueden reproducir desde el primer año (Dittel y Epifanio, 1984; Hendricks, 1995; Molina, 1999a).

Actualmente en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, la captura de jaibas tiene una marcada tendencia hacia una pesquería estable e importante debido al impacto y derrame económico que está generando. Por ello es necesario conocer en la etapa inicial de esta pesquería su situación real, que permita a los pescadores y a la

dependencia normativa establecer un manejo adecuado (veda, talla mínima de captura, artes de pesca adecuados, esfuerzo permisible, etc.).

### **1.2.- Hipótesis**

Debido a la magnitud del sistema lagunar y a la utilización de diferentes artes de pesca se plantea que:

- Existen diferencias en las abundancias de jaiba en las tres zonas de muestreo propuestas (Rincón Juárez, El Conchalito y Paredón).
- Hay diferencias de la CPUE de cada arte de pesca.
- Hay diferencias de la abundancia de las especies en estudio entre la temporada de lluvias y secas.

### **1.3.- Objetivos**

#### **1.3.1.- Objetivo General.**

Conocer los aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de la jaiba en el sistema lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas, que permitan proponer opciones para una pesca sustentable.

#### **1.3.2.- Objetivos particulares.**

- Conocer la abundancia, estructura de la población, longevidad, crecimiento en peso y talla de la jaiba durante un ciclo anual, en el sistema lagunar Mar Muerto.

- Determinar su distribución espacial y estacional.
- Analizar su periodo reproductivo, estimar la fecundidad, relación talla-peso y proporción de sexos.
- Evaluar la eficiencia y selectividad de diferentes artes de pesca para la captura de jaiba.
- Determinar la talla mínima de captura.
- Determinación de la Unidad de Esfuerzo Pesquero.

## II.- Revisión de literatura

### 2.1.- Antecedentes de *Callinectes* spp en:

#### 2.1.1.- Costa del Atlántico Americano

La gran mayoría de la información publicada sobre jaibas está relacionada a las especies *Callinectes sapidus* y *C. rathbunae*, especies que se encuentran en la costa atlántica de los Estados Unidos, el Golfo de México y hasta el sur de Brasil. Se han realizado diversos estudios importantes sobre su ecología y biología. Se determinó que la longevidad de las jaibas es de cuatro años (Olmi III y Bishop, 1983; Andrade, 1996). Van Engel (1990) señaló que el crecimiento de *C. sapidus* se afecta por algunos factores adversos como cambios fisicoquímicos del agua, alimentación deficiente y pérdida de apéndices; el apareamiento se efectúa todo el año, excepto en el periodo frío; y al finalizar la última muda, la hembra inicia su etapa de madurez. Tagatz (1968a, 1968b) indica que los incrementos en las tallas de las hembras de *C. sapidus* son mayores que en machos al aumentar el estado de madurez.

Norse (1977) señala que la tolerancia a los cambios de salinidad es más amplia en adultos que en juveniles y resalta la distribución geográfica de las especies en función de los gradientes de temperatura y salinidad. Botsford (1990) describe que en el pasado, el manejo de la jaiba se caracterizó por el uso de estrategias de conservación debido a dos problemas: a) al conocimiento incompleto de la dinámica de las poblaciones y b) al desconocimiento de los efectos ambientales; debido a ello, se utilizó la estrategia de capturar solo a los machos. Cadman (1990) proporciona datos sobre los efectos de temperatura y salinidad en el crecimiento de juveniles de la jaiba azul *C. sapidus* en cautiverio, sometidas a cinco temperaturas y tres salinidades,

observando hasta dos ecdisis sucesivas y señala que estos dos parámetros afectan el crecimiento.

En el litoral del Golfo de México sobresalen trabajos realizados sobre la biología y distribución de *Callinectes rathbunae* (Chávez y Fernández, 1976). García *et al.* (1988) aportaron información sobre composición, abundancia y distribución de portúnidos en el sureste del Golfo de México. Rocha *et al.* (1992) estudiaron la abundancia y distribución de las especies del género *Callinectes* en lagunas costeras en Veracruz, indicando que *C. sapidus* es más abundante que *C. rathbunae* y *C. similis*.

#### 2.1.2.- Pacífico Americano

Los trabajos más reconocidos para las especies del género *Callinectes* que se distribuye en la costa del Pacífico del continente americano, son los realizados por Garth y Stephenson (1966) y Hendrickx (1995) quienes describen que *C. arcuatus* y *C. toxotes* se encuentran en toda la costa del Pacífico mexicano y Mar de Cortés. Estévez (1972) estudió la biología de *C. arcuatus* y *C. toxotes* en el Pacífico colombiano. Dittel y Epifanio (1984 y 1990) contribuyeron con información sobre el ciclo de vida de *C. arcuatus*.

#### 2.1.3.- Pacífico Mexicano

En el Pacífico mexicano, las aportaciones sobre el género *Callinectes* se han incrementado desde los años 70's, Paul (1977, 1981, 1982a, 1982b) publicó estudios referentes a *Callinectes spp.*, contribuyendo con información sobre los hábitos alimenticios, potencial pesquero, crecimiento, muda, abundancia y distribución en las

costas de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Brusca (1980) informó que *C. arcuatus* y *C. bellicosus* son muy comunes en la costas del Golfo de California, siendo más abundante la segunda y que representa un potencial pesquero importante. Salazar (1980) estudió el comportamiento reproductivo, algunos aspectos pesqueros, datos biométricos y de alimentación de *C. arcuatus* y *C. toxotes* en la laguna del Caimanero, en el estado de Sinaloa, Correa-Sandoval (1991) describe en su catálogo aspectos taxonómicos y de distribución geográfica de los cangrejos en el Golfo de California. Los más recientes son los realizados por Sánchez-Ortiz y Gómez-Gutiérrez (1992) sobre la distribución y abundancia de larvas de *Callinectes bellicosus* en Bahía Magdalena, B. C. S., en él describen la migración de las hembras ovígeras hacia la bocabarra para la eclosión de sus huevecillos. Villarreal (1992) describe el efecto de la temperatura en la abundancia de *C. arcuatus* en el Delta del río Colorado.

Salgado *et al.* (1994) realizaron un estudio de crecimiento de *C. arcuatus* y de eficiencia de los artes de pesca en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Escamilla (1998) estudió a *C. arcuatus* y *C. bellicosus* en la laguna de La Paz, demostrando que *C. arcuatus* tiene mayor abundancia en verano (agosto) y *C. bellicosus* en invierno (febrero). En un estudio al norte del litoral del estado de Sonora, Molina (1999b) estimó el crecimiento asintótico de la *C. bellicosus* y señaló que con base en la relación ancho-peso, esta especie presenta un patrón de crecimiento alométrico negativo ( $b = 2.44$ ).

En su estudio de *C. arcuatus* en la laguna de Cuyutlán, Colima, México, Estrada (1999) describe aspectos poblacionales (distribución espacial y temporal, tallas,

relaciones biométricas, factor de condición, reproducción y fecundidad). Hernández (2000) describe algunos aspectos ecológicos y biológicos de las especies *C. arcuatus* y *C. bellicosus* en la laguna costera "Las Guásimas" en el estado de Sonora, México, mencionando que la abundancia relativa en ambas especies fue mayor por la noche que en el día, que la relación ancho-peso en ambas especies presentan un crecimiento isométrico y que los parámetros de crecimiento determinados por el método de von Bertalanffy para *C. arcuatus* fueron de:  $K = 0.84 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 140 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.124 \text{ año}^{-1}$  y para *C. bellicosus*:  $K = 0.9 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 169 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.110 \text{ año}^{-1}$ .

Los estudios más recientes son el de Montemayor-López (2001) y Montemayor-López *et al.* (2002) donde proponen un Plan de Manejo para la pesquería de jaiba en el litoral del Pacífico Noroeste Mexicano. Salazar *et al.* (2003) realizaron un estudio biológico pesquero para el manejo sustentable de la jaiba *C. bellicosus* y *C. arcuatus* en las Bahías de Topolobampo, Navachiste, Santa María La Reforma, Ensenada el Pabellón-Altata y Ceuta en las costas de Sinaloa, México. Ramírez-Félix *et al.* (2003), Nevárez-Martínez *et al.* (2003) y Reyes (2004) hicieron un diagnóstico del recurso en el Pacífico mexicano y la dinámica poblacional de dos especies en la Bahías de Las Guásimas y Lobos, Sonora, México.

En cambio, los estudios realizados sobre jaiba en los estados de Oaxaca y Chiapas son escasos y solo describen la presencia de las especies *C. arcuatus*, *C. toxotes* y *C. bellicosus* en el Mar Muerto y en el sistema lagunar Huave (Chávez, 1979; Gamboa-Contreras, 1992).

### III.- Materiales y métodos

#### 3.1.- Área de estudio

El Sistema Lagunar Mar Muerto está localizado en la llanura costera del Golfo de Tehuantepec, al sureste de México, entre las coordenadas geográficas 93° 50' y 94° 25' Longitud Oeste y 15° 58' y 16° 17' Latitud Norte. Tiene una longitud aproximada de 12 km en su parte más ancha y 60 km de largo (Fig. 2). Forma parte de la planicie costera de la vertiente Occidental del Océano Pacífico, ocupando la porción distal Este del estado de Oaxaca (47,000 has) y al Oeste del estado de Chiapas (21,000 has).

Por su origen se considera como laguna de plataforma de barrera interna tipo Gilbert Beaumont, tipo III-A, según la clasificación Lankford (1977); presenta comunicación permanente con el mar a través de la boca de Tonalá de aproximadamente 1,500 m de longitud y profundidades variables de 2 a 5 m (SAGARPA, 2004).

Su hidrología está influenciada por los ríos Cuabstrada, Guadalupe, Tapanatepec, Zacatengo, Novillero, Lagartero y Tiltepec. La precipitación media anual de la región es de 2,100 mm con un intervalo que va de 1,500 a 2,800 mm, siendo el mes de junio el de mayor precipitación. La máxima evaporación anual media registrada es de 3,800 mm y la mínima de 2,150 mm (Anónimo, 1993).

De acuerdo con el sistema climático de Köppen, modificado por García (1973), en la zona de estudio se presenta el clima cálido Aw (w)j'g, intermedio en cuanto a grado de humedad entre el más seco de los cálidos subhúmedos, un porcentaje de lluvia

invernal menor a 5% de la anual, con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales. La temperatura ambiental media anual es de 26.7°C y tiene su máximo en mayo con 30.4 °C y la mínima en diciembre con 22.6°C.

Durante la época de secas, predominan las ondas frías denominadas "Nortes", lo que produce vientos con altas velocidades que afectan en algunos casos las actividades de pesca en este sistema lagunar, no así en la época de lluvias en la que los vientos son generalmente débiles (Roden, 1961).



Figura 2.- Sistema Lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas.

### 3.2.- Parámetros físico-químicos

De abril 2005 a marzo 2006 se realizaron mediciones mensuales, de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto del agua mediante un equipo multianalizador marca Hariba, modelo U-22, a bordo de una embarcación con motor fuera de borda de 60 Hp en 15 estaciones distribuidas en todo el sistema lagunar. Para determinar el tipo de

sustrato se usó una draga, se tomaron 300 gramos de sedimento en cada sitio de muestreo, colocándose en bolsas de plásticos en una hielera para su preservación. El análisis mediante un método granulométrico, consistió en tomar 25 gramos de sedimento de cada una de las muestras, disolverlas en una solución acuosa de hexametáfosfato de sodio y dejar reposar 12 horas, se sometieron a una temperatura de 100 °C para su secado y posteriormente se tamizaron, la interpretación y clasificación se hicieron con base en los criterios de Udden (1914), Wentworth (1922), Folk (1954), Shepard (1973) y SEPESCA (1992).

### 3.3.- Abundancia de jaibas y su relación ecológica.

Los organismos capturados durante los muestreos se relacionaron con los factores ambientales, sedimento, zona y temporada, aplicando un modelo de análisis de varianza factorial, en el cual se consideraron los efectos con la abundancia de jaiba (Statística, 1999).

### 3.4.- Aspectos biológicos

Durante el mismo periodo de los muestreos fisicoquímicos, se realizaron los biológicos, utilizando una red tipo camaronera de arrastre de 4.02 m de relinga superior y de 24.5 mm de tamaño de malla, de hilo monofilamento 0.40 mm de diámetro (Fig. 3).



Figura 3.- Red de arrastre, tipo camaronera

Se hicieron 60 lances en cada área de influencia de las comunidades: Rincón Juárez, Conchalito y Paredón. Los lances fueron de 15 minutos de arrastre y la distancia recorrida se determinó utilizando un GPS (Global Position System), ubicando la posición de inicio del lance y al término del mismo. La abundancia se estimó por el método de área barrida mediante la ecuación:

$$A = (d) * (ab)$$

Donde  $A$ = área barrida (ha)

$d$ = distancia recorrida por la embarcación (m)

$ab$ = abertura de la boca de la red (m)

Los organismos capturados se identificaron hasta especie, sexo y estado de desarrollo embrionario, de acuerdo a los criterios de Hendrickx (1995) y Estrada (1999), y su abundancia se estandarizó a organismos por hectárea.

Con los valores del peso ( $\bar{P}$ ) y ancho del caparazón ( $\bar{AC}$ ) se realizó un análisis de regresión para conocer la relación morfométrica (Ricker, 1975) entre ambas variables, con la fórmula:

$$P = a \cdot AC^b$$

Con el fin de conocer si existe una relación proporcional entre la longitud y el peso de los organismos de jaiba en las tres especies, se aplicó el estadístico "t" de tablas con la hipótesis nula  $H_0 : b = 3$  e hipótesis alterna  $H_a : b \neq 3$ , mediante la fórmula:

$$t = \frac{b - 3}{s} \cdot \sqrt{SC_s}$$

El sexo en las especies se diferenció de la siguiente manera, los machos por el abdomen largo y delgado en forma de T, las hembras maduras tienen su abdomen ancho, redondeado, semicircular y libre, las hembras inmaduras tienen su abdomen con forma triangular y sellado al cuerpo y las hembras ovígeras tienen visiblemente la masa de huevos externos en su abdomen (Van Engel, 1958, 1990; Hendrickx, 1995) (Fig. 4).

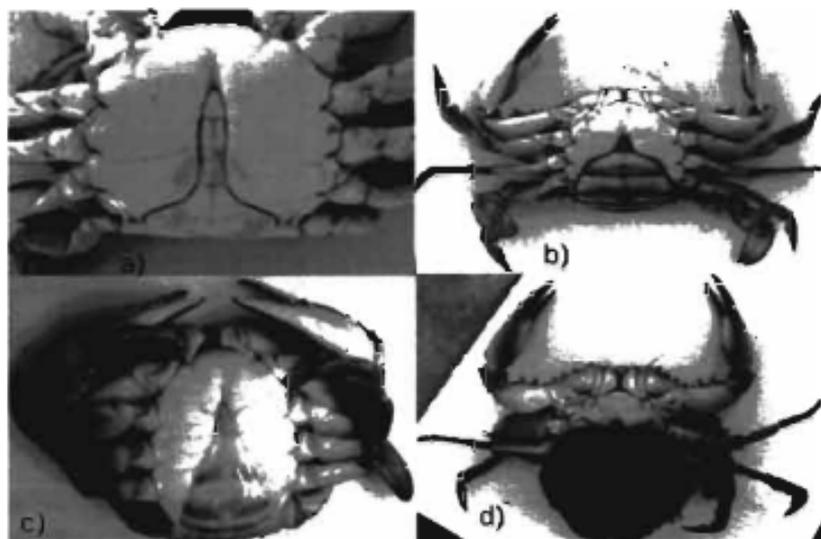


Figura 4.- Características morfológicas de los órganos reproductores de las jaibas: a) macho maduro, b) hembra madura, c) hembra inmadura y d) hembra ovígera.

Para determinar la fecundidad, se aplicó el método gravimétrico que se basa en el peso de una muestra de los huevos de hembras ovígeras (Holden y Raitt 1975; Álvarez-Lajonchere, 1979; Pineda *et al.*, 1981). Se seleccionaron 51 hembras ovígeras con huevos color amarillo a naranja (diecisiete de cada especie), se le desprendió la masa ovígera, se pesó y se colocaron en alcohol a 70%, posteriormente en un recipiente dentro de un horno a 50 °C por un periodo de ocho horas para deshidratar y homogeneizar su peso y se volvió a pesar.

Se tomaron nueve submuestras de 0.010 gramos de cada organismo por especie y se contabilizaron los huevos, utilizando un microscopio estereoscopio marca Carl Zeiss. Con base en el promedio de las nueve submuestras se estimó la fecundidad para cada

especie extrapolando a la masa total de huevos, utilizando la fórmula de la ecuación siguiente:

$$F = nG/g$$

Donde:

F = fecundidad

n = número de huevos en la submuestra

G = peso total de la gónada (g)

g = peso de la submuestra (g)

Se realizó un análisis de regresión de tipo lineal  $F=a+AC*b$  y potencial  $F=a*AC^b$  para conocer la relación del ancho de caparazón (AC) y el número de huevos.

Para la estimación de crecimiento de las especies identificadas se aplicó la ecuación del modelo de von Bertalanffy (Gulland, 1964), el cual propone que el crecimiento está en función de tres parámetros,  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$ , que pueden estimarse con los datos de la edad y la talla (AC), por lo que se utilizó el paquete FISAT (FAO-ICLAM Stock Assessment Tools), para la obtención de las clases modales por el método de Bhattacharya. Posteriormente para la rutina de obtención de los valores de  $L_{\infty}$  y K se aplicó el método de Ford-Walford (Ricker, 1975). Como este método no estimó  $t_0$ , este parámetro se obtuvo de la ecuación empírica de Pauly (1979):

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

Obtenidos estos valores, se desglosó la fórmula de crecimiento en talla y en peso:

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

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

En donde:

$AC_t$  = ancho del caparazón al tiempo t.

$P_t$  = peso del organismo en el tiempo t.

$L_{\infty}$  = ancho asintótico del organismo.

$K$  = coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy.

$t_0$  = tiempo teórico en el que el organismo tiene talla cero.

$b$  = pendiente de la ecuación de la relación longitud-peso

Para determinar la longevidad de la especie se utilizó la ecuación propuesta por (Pauly 1980). Se ha demostrado que el parámetro de curvatura o coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy,  $K$ , se relaciona con la longevidad de los peces (Beverton y Holt, 1959; Pauly, 1980):

$$T \text{ máx.} = 3/K$$

Donde:

K = coeficiente de crecimiento

Tmax. = Longevidad

Se realizó un análisis comparativo de los valores de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$  y K) de este estudio con otros, mediante el índice de crecimiento de  $\phi'$  phi prima de Munro de acuerdo a la siguiente fórmula:  $\phi' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L_{\infty}$  (Etim y Sankare, 1998; Pajuco y Lorenzo, 1998; De Anda-Montañez *et al.*, 1995; Molina, 1999b).

### 3.5.- Aspectos pesqueros

Los muestreos para estimar la selectividad se realizaron trimestralmente, teniendo como base de operaciones las comunidades: Rincón Juárez, Conchalito, en el estado de Oaxaca y Paredón, en el estado de Chiapas, de tal manera que se cubrió la mayor extensión del Sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Se colocaron 20 aros en cada lugar: cinco de cada tamaño de malla (45 mm, 76.2 mm, 101.6 mm y 127 mm); se utilizó una atarraya de 25.4 mm de tamaño de malla, un sacador con malla de 5.08 mm y 5 trampas jaiberas con malla de 6.0 mm.

La atarraya es un arte de pesca de forma cónica de 2.10 m de altura y 3.23 m de diámetro, de hilo nylon monofilamento de 0.25 mm de diámetro, con tamaño de malla de 25.4 mm, se opera con una persona. Al lanzarla para capturar organismos toma una forma circular y su área de operación es en aguas someras principalmente (Fig. 5).



Figura 5.- Lanzamiento de la atarraya

El Sacador es un arte de pesca en forma de cuchara, se utiliza un alambre de 4 mm de diámetro en forma ovoide de 35 mm ancho X 45 mm de largo, con una red de 50.8 mm de tamaño de malla, de hilo de polietileno de 2.5 mm de diámetro, sostenida con un palo de 2.5 m de longitud (Fig. 6). Es operado por un pescador, algunas veces desde el cayuco o a pie, en busca de jaibas en el fondo o debajo de troncos; al ser capturadas se depositan en un canasto.



Figura 6.- Uso del sacador

**La trampa:** Arte de pesca de forma cúbica, construida con dos compartimentos de alambre forrado de hule, con una altura de 36 cm, 55.5 de largo y 57.7 cm de ancho, con malla tipo diamante de tamaño de 60 mm de largo X 35 mm de ancho, con una entrada a la altura de 27.5 cm de lo alto de la trampa. Las dimensiones de la entrada son de 24 cm de ancho, 11 cm de alto y 9.5 cm de largo. Tiene una buchaca vertical central para carnada de 11 cm de largo. La trampa se deposita en el fondo con una boya de señalamiento, por periodos de 12 a 24 horas (Fig. 7).



Figura 7.- Trampa jaibera

**Los aros jaiberos:** Son artes construidos con acero inoxidable de 6 mm de grueso y 50 cm de diámetro, se utilizan como boyas de señalamiento envases de refrescos desechables, cabo de polietileno de 4 mm de diámetro para la hechura de los tirantes y paño de red (Fig.8), en este caso se usaron cuatro diferentes tamaños de malla (45 mm, 76 mm, 101.6 mm y 127 mm).

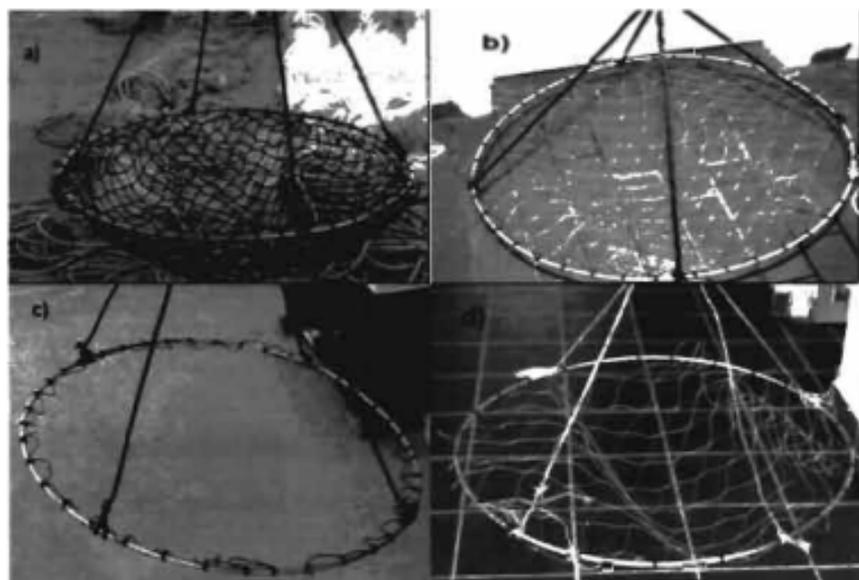


Figura 8.- Aros jaiberos: a) Aro con tamaño de malla de 45 mm, b) Aro con tamaño de malla de 76 mm , c) Aro con tamaño de malla de 101.6 mm y d) Aro con tamaño de malla de 127 mm.

Se utilizaron restos de pescado como carnada en las trampas y aros, los cuales se depositaron durante un periodo de 1 hora, en un mismo estrato de profundidad. Los aros se revisaron cada 10 minutos. Se realizaron lances con la atarraya durante el periodo de muestreo. De igual manera el sacador se trabajó en el mismo tiempo. Las trampas se revisaron al concluir el periodo de muestreo dándole a todos los métodos de pesca el mismo tiempo de permanencia. Los organismos capturados se depositaron en cubetas numeradas para cada arte de pesca, con agua y hielo para disminuir su metabolismo.

Con una báscula tipo reloj con capacidad de 1,000 g e intervalo de 1 g se determinó el peso individual (P) y la talla de los organismos (AC: ancho de caparazón) con un

vernier de 150 mm y de 0.05 mm de precisión. Con los datos obtenidos de tallas (AC) se aplicó la fórmula de la curva logística (Sparre y Venema, 1992):

$$AC = 1 / 1 + \exp(S1 - S2 * L)$$

Donde:

AC = longitud del caparazón

S1 y S2 = constantes de la ecuación lineal que relaciona el tamaño de la malla de la red y de los organismos capturados (Sparre y Venema, 1992).

La eficiencia se determinó con base en las capturas por unidad de esfuerzo de los artes de pesca experimentados durante el estudio de la jaiba.

Se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existen diferencias significativas en las tallas (AC) de las capturas con los diferentes artes de pesca, a partir de la hipótesis nula,  $H_0 =$  *Las tallas de los organismos en las capturas con los artes de pesca son iguales*,  $H_a =$  *Las tallas de los organismos son diferentes*.

A los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en kg/hr de los artes de pesca experimentados, se les aplicó un análisis de contraste para conocer los grupos más homogéneos y determinar cuál o cuáles eran los más eficientes (Statistica, 1999).

De acuerdo al modelo de Reige y Henderson (1973) a los componentes de intensidad de pesca se le da un fuerte énfasis a la determinación de la unidad de esfuerzo y su relación con la captura, como un índice de abundancia de las especies pesqueras. En

el caso de las pesquerías ribereñas donde existe una variedad de métodos y sistemas de captura, la determinación de la unidad de esfuerzo es de suma importancia.

Esfuerzo pesquero: El esfuerzo aplicado en la pesquería se basó en la información recabada en los libros diarios de cada permisionario durante cada salida mensual de muestreo en las comunidades antes descritas del sistema lagunar mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Se obtuvo la captura de jaiba por viaje de pesca, el número de pescadores, las horas de operación y la captura en kilogramos diarios.

Para la determinación de la Unidad del Esfuerzo Pesquero aplicado para la pesquería de jaiba en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, se realizaron análisis de dispersión y tendencia de las capturas registradas con relación a diferentes medidas del esfuerzo: número de pescadores, tiempo efectivo de pesca, número de viajes y número de artes de pesca. Se aplicó un análisis de regresión lineal simple para cada caso, así como un modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático con el fin de observar el mejor ajuste.

#### IV.- Resultados

##### 4.1.- Parámetros físico-químicos.

Los muestreos mensuales se realizaron en las 15 estaciones previamente establecidas en todo el sistema lagunar (Fig. 2), obteniendo información de los parámetros de temperatura, salinidad, potencial de hidrógeno (ph) y oxígeno disuelto en el agua, cuyos resultados se presentan en la figuras 9, 10, 11 y 12.

La temperatura superficial presentó pequeñas diferencias entre las lecturas tomadas en los puntos determinados de cada zona de muestreo (Paredón, Conchalito y Rincón Juárez) en los meses de abril, junio y enero. El dato registrado más bajo fue en el mes de diciembre con 23.4 °C y el más alto en mayo con 32.1 °C (Fig. 9).

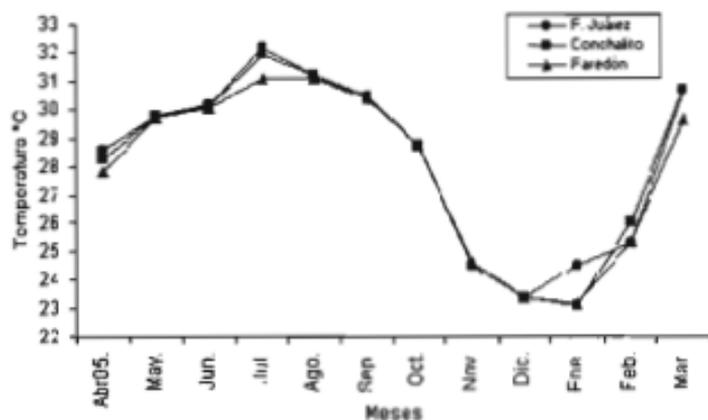


Figura 9.- Temperatura promedio mensual en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

Los valores mensuales de salinidad (Fig. 10) presentaron fluctuaciones principalmente en la parte media e interna de la laguna (Conchalito y Rincón Juárez). En el área de Paredón (bocabarra) la salinidad es más estable; en esta zona la fluctuación fue entre 28.6 ‰ y 37.2 ‰, con una media de 33.1 ‰. En las áreas de las otras dos comunidades, las fluctuaciones son muy similares, de 22.4 a 33.4 ‰ en la parte más interna y de 23.1 a 35.1 ‰ en la parte media, con promedios anuales de 28.3 y 29.8 respectivamente. Las variaciones se deben principalmente a la entrada de agua dulce por precipitación en la temporada de lluvias y a los afluentes de los ríos de Cabestrada, Guadalupe, Tapanatepec, Zacatenco y Novillero. Así mismo se observa la poca influencia de la bocabarra hacia el interior de la laguna debido a la geomorfología de este sistema lagunar.

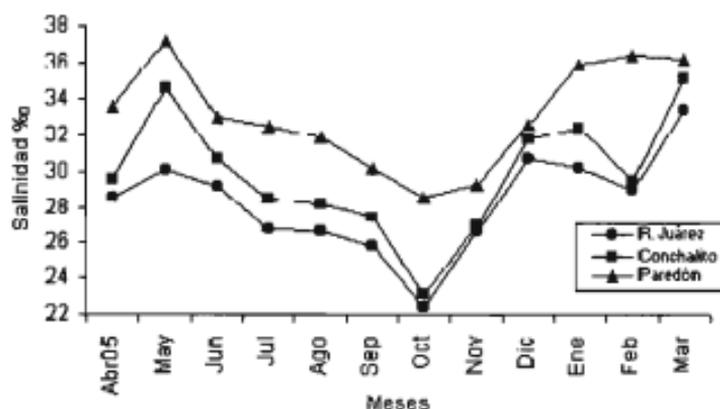


Figura 10.- Valores promedio mensual de salinidad en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

El potencial de hidrógeno (ph) tiene una tendencia sin variaciones en los meses de mayo a septiembre en las tres zonas con un promedio de 8.2, con un pequeño

incremento en octubre y en enero, una baja en febrero y un nuevo incremento de marzo a abril de 8.85, por lo que puede determinar que durante todo este periodo de estudio el sistema lagunar presentó una tendencia levemente alcalina (Fig. 11).

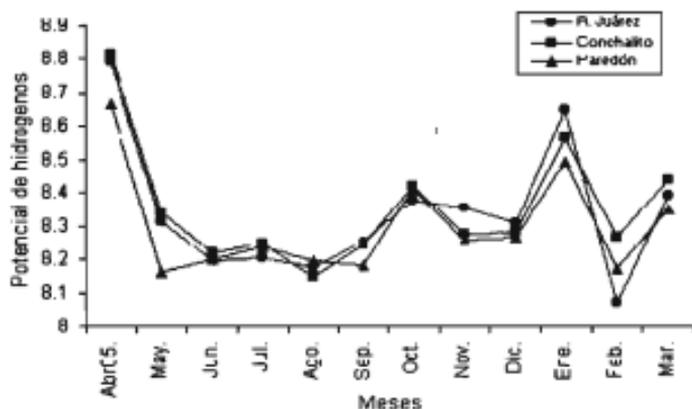


Figura 11.- Valores promedio mensual de potencial de hidrógeno en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

Los valores promedio de oxígeno disuelto (Fig. 12) en el sistema lagunar siguen un patrón similar con pequeñas fluctuaciones entre cada área, sin embargo, durante todo el año la fluctuación entre los meses es variable, hay un incremento en los meses de agosto a octubre con respecto a los meses de abril a julio. En noviembre hay un descenso a un valor promedio de 6.7mg/l y en diciembre nuevamente sube a un valor promedio de 8.2 mg/l. Se mantuvo estable de enero a marzo con un valor promedio de 8.3 mg/l. Es probable que los vientos denominados "Nortes" influyan en el comportamiento del oxígeno disuelto en el sistema lagunar, al generar los movimientos de la columna de agua provocando con ello la oxigenación de la misma por efecto atmosférico y no fotosintético.

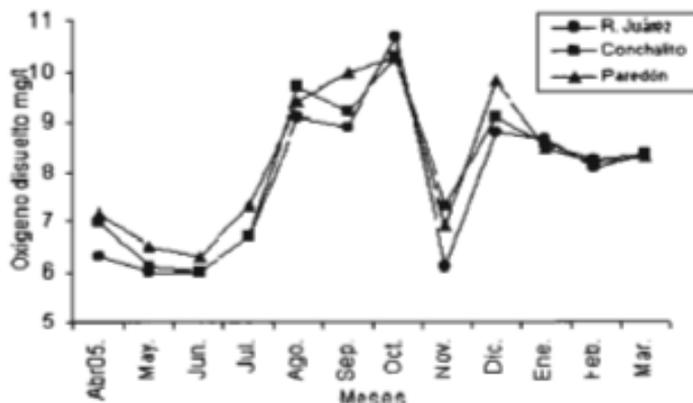


Figura 12.- Valores promedio mensual de oxígeno disuelto en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

El análisis de sedimento realizado en las 15 estaciones distribuidas en todo el sistema lagunar permitió conocer su definición de acuerdo a la metodología descrita con anterioridad, se encontraron cuatro tipos de sustratos: **Lodo (Lo)** compuesto en promedio por 97.5% de lodo y 2.5 de arena, **Arena (Ar)** con promedio de 95% de arena y 5% de lodo, **Lodo arenoso (LoAr)** en promedio de 87.4% de lodo y 12.6% de arena y **Arena lodosa (ArLo)** integrada en promedio por 72.2% de arena y 27.8% de lodo, en las tres zonas: Paredón, Conchalito y Rincón Juárez (Tabla 1).

La información generada durante este muestreo de sedimento permitió realizar algunas comparaciones de la abundancia de organismos capturados durante los muestreos biológicos y estimar la preferencia de las jaibas por alguna de las variantes de sedimento encontradas en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

Tabla 1.- Descripción del tipo de sedimento en las 15 estaciones de muestreo

Estación	Zona	Sedimento	%
1	R. Juárez	Lodo	97.5
2	R. Juárez	Lodo	97.3
3	R. Juárez	Lodo arenoso	87.6
4	R. Juárez	Arena lodosa	72.3
5	R. Juárez	Arena	94.6
6	Conchalito	Arena	96.4
7	Conchalito	Lodo arenoso	87.2
8	Conchalito	Lodo	98.6
9	Conchalito	Lodo	98.5
10	Conchalito	Arena lodosa	71.8
11	Paredón	Lodo	96.6
12	Paredón	Lodo	96.7
13	Paredón	Arena	95.1
14	Paredón	Arena lodosa	72.5
15	Paredón	Lodo arenoso	87.4

#### 4.2.- Aspectos biológicos

##### 4.2.1.- Distribución espacial y estacional

Los organismos recolectados durante el proceso de captación con las trampas, sacador atarraya y aros, sumaron un total de 1,611 organismos y los muestreos de arrastre capturaron 1305, haciendo un gran total de 2,916 organismos, de los cuales 1,561 (1,111 machos y 450 hembras) fueron *C. arcuatus*, 908 organismos (533 machos y 375 hembras) de *C. bellicosus* y 477 (262 machos y 215 hembras) de *C. toxotes*. Considerando que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es un índice de la abundancia del recurso (Gulland, 1964), la especie *C. arcuatus* es la más abundante,

seguida de la *C. bellicosus* y *C. toxotes*, en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

La distribución espacial de las especies de jaibas existentes en este sistema están bien definidas: se encontró que la especie *C. arcuatus* predominó en dos zonas, en la parte interna y media del sistema lagunario (Rincón Juárez y Conchalito, Oax.) y *C. toxotes* en segundo término, con ausencia total de *C. bellicosus*. En la parte de Paredón, Chiapas, predominó la *C. bellicosus* y la *C. arcuatus*, con ausencia de *C. toxotes*, aunque algunas hembras ovigeras se capturaron cerca de la Bocabarra.

#### 4.2.2.- Estructura de la población y proporción de sexos

La estructura de tallas obtenidas durante el estudio de las tres especies (Fig. 13) estuvo integrada por juveniles y adultos.

La especie más predominante fue *C. arcuatus*, presentando un intervalo de tallas de 25 mm a 130 mm, con 93% de los organismos en el intervalo de 75 a 115 mm de AC, presentaron una distribución unimodal, la mayor abundancia de ejemplares chicos se dio en los meses de febrero y marzo; aunque su presencia fue mínima, se capturó durante todo el año. Los organismos grandes se detectaron también durante todo el periodo de estudio, con mayor presencia de mayo a agosto.

El intervalo de tallas de la especie *C. bellicosus* fue de 15 mm a 170 mm, presentó una distribución de tipo bimodal, una de ella en los 100 mm y la otra en 135 mm de AC. Se capturaron pocos ejemplares chicos (<50) en los meses de enero y febrero y

en aguas muy someras, cercanas a encierros rústicos de camarón. Los ejemplares adultos se encontraron durante todo el año con mayor abundancia en los meses de marzo a mayo de preferencia en áreas cercana a la bocabarra.

Los intervalos de tallas de *C. toxotes* se encontraron entre 35 mm y 180 mm, la presencia de organismos menores a 50 mm fue en enero y los adultos en los meses de agosto y octubre. Presentaron cuatro modas en diferentes rangos de talla, la primera en los 65 mm, la siguiente en los 125 mm, la tercera en los 145 mm y la cuarta en los 160 mm de AC.

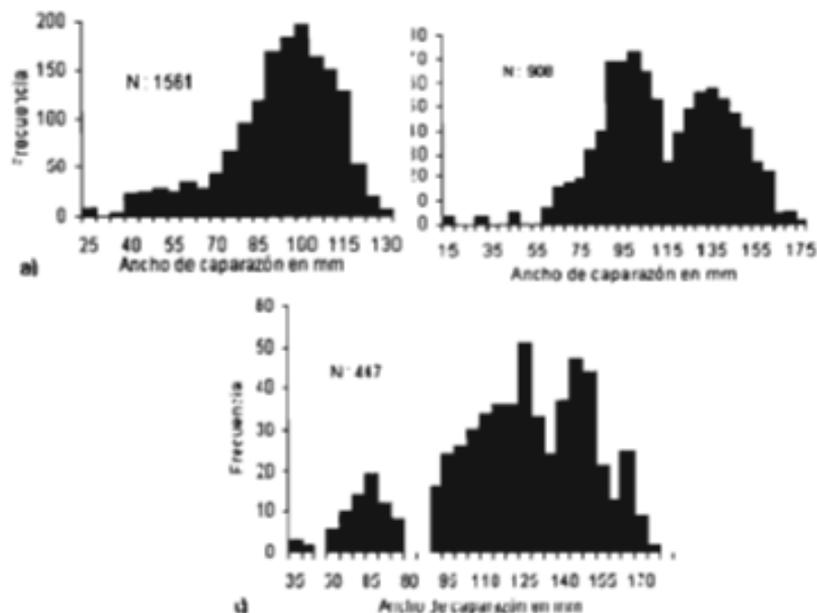


Figura 13.- Estructura de tallas de la población de las tres especies, capturadas en los arrastres y selectividad: a) *C. arcuatus*, b) *C. bellicosus* y c) *C. toxotes*.

La relación entre hembras y machos en los arrastres fue de 1.1: 1 h:m, sin embargo en las capturas globales (todas las especies) obtenidas en la experimentación de los artes de pesca para selectividad, la relación fue de 1.9:1 m:h y por especie, para *C. arcuatus* de 2.6: 1 m:h, *C. bellicosus* de 1.4:1 m:h y *C. toxotes* de 1.2:1 m:h.

Las relaciones entre machos y hembras obtenidas por diferentes métodos de captura, probablemente fueron porque la red de arrastre es un arte de pesca activo y captura una proporción de 1.1: 1 h:m, contrariamente a la operación de los artes de pesca como los aros y la trampa que incitan por la carnada a que los organismos vayan hacia estos artes de pesca y sean atrapados.

#### 4.2.3.- Fecundidad y su relación con el ancho de caparazón (AC)

Los resultados de la fecundidad de las tres especies en este sistema lagunar tuvieron variaciones, debido a diferencias en sus tamaños.

La fecundidad de *C. arcuatus*, considerada la más pequeña, varió de 340,219 huevos en una hembra de 72 mm de AC a 1'759,802 huevos en una de 108 mm de AC, promedio global de 872,968 huevos por hembra. El análisis de regresión lineal y potencial entre el número de huevos y el ancho de caparazón no es significativa ( $n = 17$ ,  $R^2 = 0.333$ ,  $p < 0.05$ ) para el ajuste lineal ni para el potencial ( $n = 17$ ,  $R^2 = 0.369$ ,  $p < 0.05$ ); en ambos análisis se observó un alto grado de dispersión de la información (Fig.14).

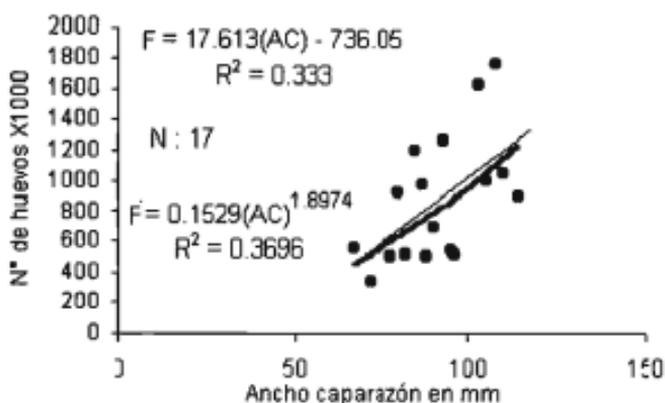


Figura 14.- Fecundidad (número de huevos contra ancho de caparazón) de hembras ovígeras de *C. arcuatus*.

La fecundidad de *C. bellicosus* varió de 1'340,661 huevos en una hembra de 130 mm de AC a 2'582,208 huevos en una hembra de 140 mm de AC. El promedio total fue de 2'142,116 huevos por hembra. Las regresiones lineal y potencial de huevos contra ancho de caparazón no fue significativa ( $n = 17$ ,  $R^2 = 0.34$  y  $0.39$  respectivamente,  $p < 0.05$ ) y también con un alto grado de dispersión (Fig. 15).

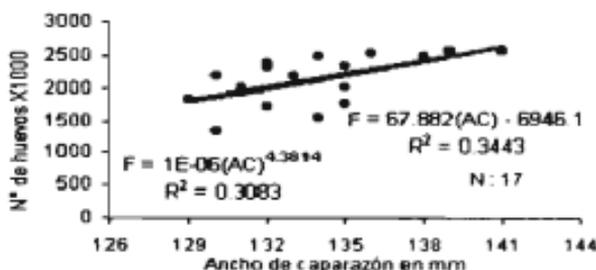


Figura 15.- Fecundidad estimada como número de huevos contra ancho de caparazón de hembras ovígeras de *C. bellicosus*.

La fecundidad de *C. toxotes* también presentó una variación en las 17 hembras muestreadas con respecto al número de huevos y su relación con el ancho del caparazón: una hembra de 138 mm de AC tuvo 1'450,272 huevos y 3'128,124 huevos en una de 162 mm de AC, con un promedio global de 2'101,074 huevos por hembra. El análisis de regresión de tipo lineal y potencial realizado para la relación número de huevos contra ancho de caparazón, mostró un coeficiente de determinación bajo (Fig. 16).

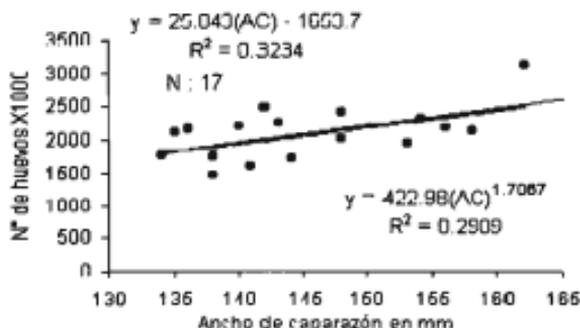


Figura 16.- Fecundidad estimada como número de huevos contra ancho de caparazón de hembras ovígeras de *C. toxotes*.

#### 4.2.4.- Temporalidad reproductiva

Del total de hembras capturadas de *C. arcuatus* (450), 55 resultaron maduras y de éstas 34 fueron ovígeras. Las maduras se presentaron en todos los meses (Fig. 17), con mayor abundancia en los meses de abril y julio. En abril se capturaron 10 hembras ovígeras en estadio III, con tallas de 70 a 100 mm de AC y 13 en estadio IV, con tallas de 67, 90 y 114 mm; en julio 8 hembras en estadio V, con intervalo de tallas de 67 a 114 mm y tres en estadio IV de 66 a 101 mm de ancho de caparazón (AC).

Si bien hubo presencia de hembras maduras durante todo el año, se puede decir que existe una marcada temporalidad de abril a julio, como época reproductiva, para esta especie.

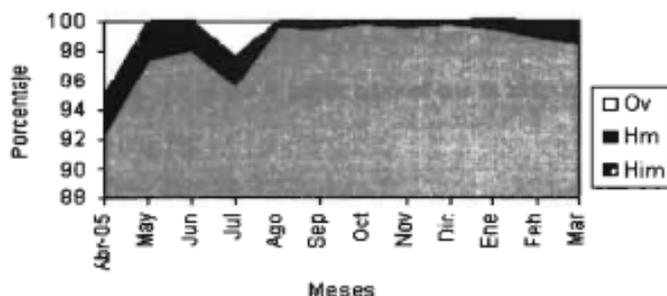


Figura 17.- Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovígeras (Ov) de *C. arcuatus* en el área de estudio.

En el caso de la *C. bellicosus*, de las 215 capturadas, 65 hembras resultaron maduras y 38 ovígeras; ocho jaibas en marzo en estadio III, con tallas de 129 mm y el resto (30) en septiembre, 21 ejemplares en estadio V y nueve en el estadio IV, con

intervalos de tallas de 129 a 141 mm, siendo su mayor incidencia reproductiva en este mes (Fig.18).

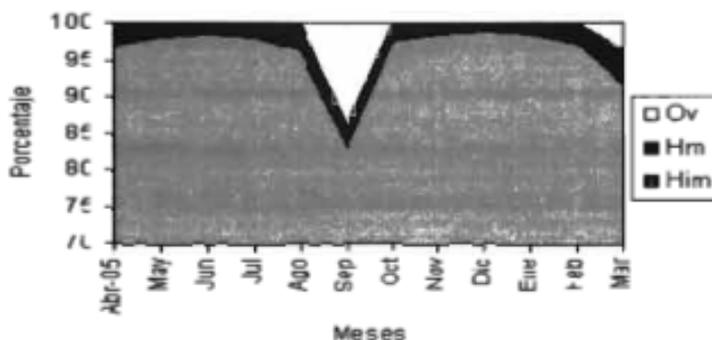


Figura 18.- Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovigeras (Ov) de *C. bellicosus* en el área de estudio.

De *C. toxotes* se capturaron 86 hembras maduras de las 215 en total, siendo solamente 34 ovigeras, doce en estadio III, 12 en estadio IV en mayo y las otras diez en julio en estadio V, con tallas en un intervalo de 134 a 162 mm de AC, en el mes de mayo y julio respectivamente, por lo que se puede suponer que su temporalidad reproductiva es de mayo a julio (Fig.19).

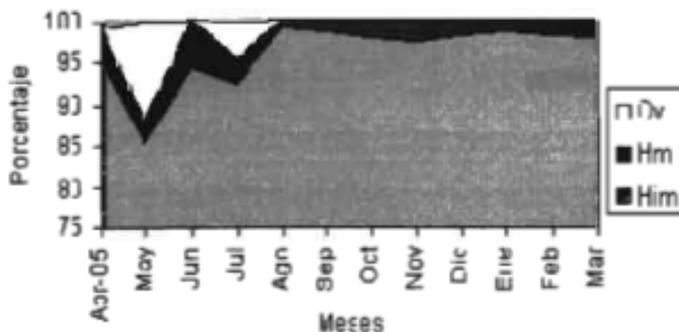


Figura 19.- Abundancia porcentual por mes de hembras inmaduras (Him), hembras maduras (Hm) y hembras ovigeras (Ov) de *C. toxotes* en el área de estudio.

#### 4.2.5.- Relación peso-ancho de caparazón.

Los resultados de las regresiones peso-talla (AC), para todos los organismos (machos-hembras), de las tres especies se describen en la tabla 2, las pruebas estadística de "t" aplicada a cada especie indicaron un rechazo a la hipótesis nula por ser la pendiente diferente de 3 (hipótesis nula  $H_0 = 3$  y hipótesis alterna  $H_a \neq 3$ ), sin embargo, los valores obtenidos y descritos en la citada tabla muestran que las jaibas *C. arcuatus* y *C. bellicosus* presentaron un crecimiento alométrico positivo, en el caso de *C. toxotes* su crecimiento fue alométrico negativo (Fig. 20).

Tabla 2. Resultados de las regresiones ancho de caparazón-peso total de las tres especies

Especie	a	b	R <sup>2</sup>	Nº de organismos
<i>C. arcuatus</i>	4E-05	3.1614	0.9595	1,561
<i>C. bellicosus</i>	8E-05	3.0023	0.9684	908
<i>C. toxotes</i>	0.0016	2.4339	0.9628	447

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

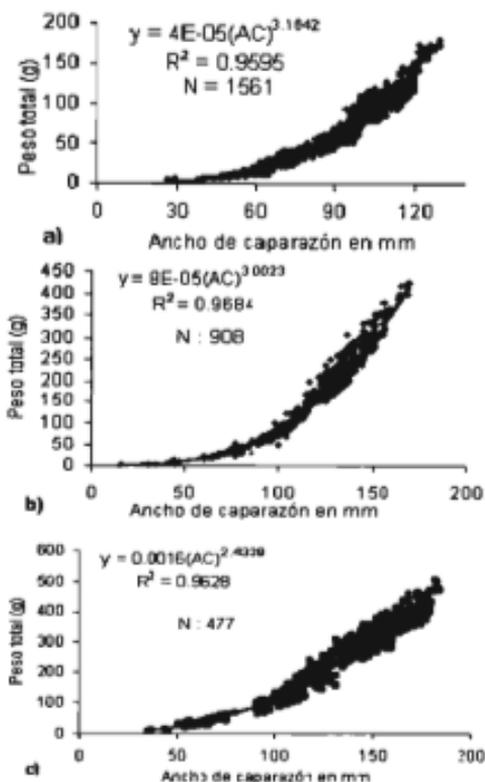


Figura 20.- Relación ancho de caparazón-peso de las tres especies: a) *C. arcuatus*, b) *C. bellicosus* y c) *C. toxotes*.

#### 4.2.6.- Crecimiento en ancho de caparazón y peso

Tomando como base las clases de tallas promedios calculadas, se estimaron las constantes de la función de crecimiento de von Bertalanffy para cada especie obteniendo para *C. arcuatus*:  $K = 0.77 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 136.2 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.137$ ; para *C. bellicosus*:  $K = 0.84 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 177.2 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.116$  y para *C. toxotes* una  $K = 0.61 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 195.9 \text{ mm}$  y  $t_0 = -0.158$ , por lo tanto, se infiere que la edad relativa

en la cual los organismos de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* alcanzan el crecimiento máximo asintótico es entre los 5 y 6 años (Fig. 21). Los valores de los parámetros obtenidos para cada especie se observan en la tabla 3.

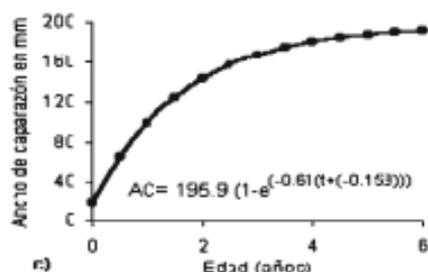


Figura 21.- Curvas de crecimiento del ancho de caparazón de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes*

Con relación al crecimiento en peso en las tres especies el parámetro de peso asintótico de *C. arcuatus* fue  $P_{\infty} = 226.47$  g; *C. bellicosus*,  $P_{\infty} = 450.45$  g y *C. toxotes* con un  $P_{\infty} = 606.32$  g (Fig. 22). El crecimiento en peso presentó un patrón rápido en las primeras etapas, haciéndose lento cuando se acercaba a su peso asintótico.

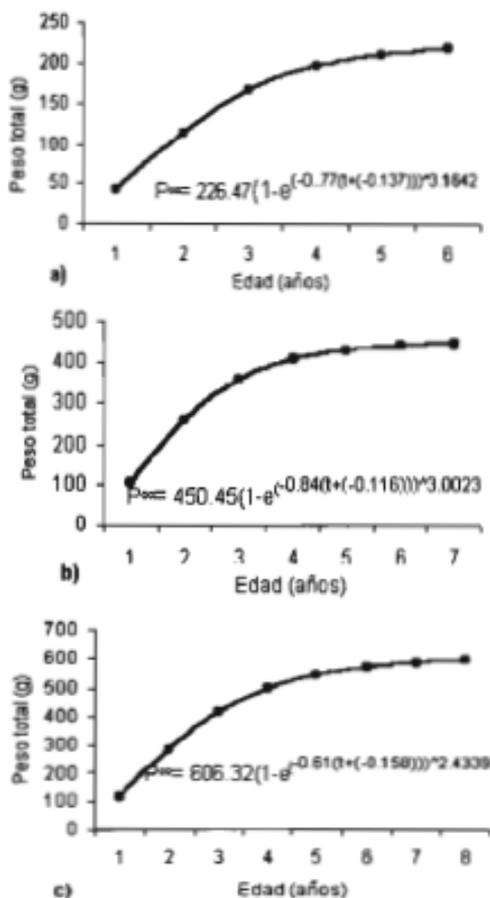


Figura 22.- Curvas de crecimiento en peso total (g): a) *C. arcuatus*, b) *C. bellicosus* y c) *C. toxotes*

El índice de  $\phi'$  calculado con los parámetros de crecimiento de este estudio se compararon con los de estudios realizados en el Pacífico Mexicano por otros autores

(Fig. 23); se observan algunas coincidencias, por lo que se demuestra la confiabilidad de los mismos (Tabla 3).

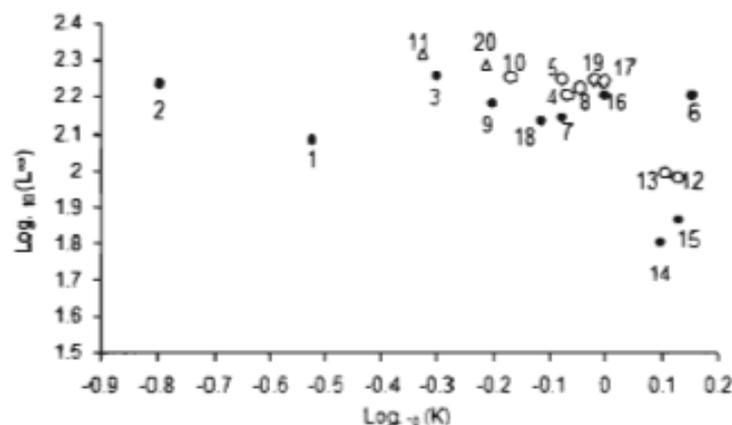


Figura 23.- Valores de  $\phi'$  (Fi prima de Munro) de los resultados de otros estudios de jaiba en el Pacífico Mexicano (1 por Quijano, 1985; 2 por Salgado *et al.*, 1994; 3 y 4 por Escamilla, 1998; 5 por Molina, 1999b; 6 por Estrada, 1999; 7 y 8 por Hernández, 2000; 9 a 11 por Ramírez-Félix *et al.*, 2003; 12 a 15 por Nevárez-Martínez *et al.*, 2003; 16 y 17 por Reyes, 2004 y 18 a 20 este estudio). Nota: • *C. arcuatus*, o *C. bellicosus* y  $\Delta$  *C. toxotes*).

Tabla 3. Comparación de los parámetros de crecimiento e índices de crecimiento estándar  $\phi'$  de *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes*, en diferentes sistemas lagunares del Pacífico Mexicano. Valores medios de  $\phi' = 4.20$ ; N = 20.

Sistema lagunar	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\phi'$	Autor
Huizache-Caimanero	121.4 (AC)	0.33	0.040	3.69	Quijano (1985)
Cuyutlán, Col.	172.4 (AC)	0.16	-0.119	3.68	Salgado <i>et al.</i> (1994)
Conchalito, B.C.S.	181.5 (AC)	0.50	-0.198	4.22	Escamilla (1998)
Cuyutlán, Col.	160.9 (AC)	1.43	0.119	4.57	Estrada (1999)
Guásimas, Son.	139.6 (AC)	0.84	-0.120	4.21	Hernández (2000)
Mar Muerto, Oax.	152.9 (AC)	0.63	-0.109	4.17	Ramírez-Félix <i>et al.</i> (2003)
Guásimas, Son.	64.0 (Lc)	1.25	-0.193	3.71	Nevárez-Martínez <i>et al.</i> (2003)
Lobos, Son.	74.0 (Lc)	1.35	-0.171	3.87	Nevárez-Martínez <i>et al.</i> (2003)
Guásimas, Son.	161.0 (AC)	1.00	-0.188	4.41	Reyes (2004)
Mar Muerto, Oax.	136.2 (AC)	0.77	-0.137	4.15	Este estudio
Conchalito, B.C.S.	161.4 (AC)	0.86	-0.116	4.35	Escamilla (1998)
Guásimas, Son.	177.1 (AC)	0.96	-0.100	4.48	Molina (1999b)
Guasimas, Son.	168.8 (AC)	0.90	-0.110	4.41	Hernández (2000)
Mar Muerto, Oax.	179.7 (AC)	0.68	-0.180	4.34	Ramírez-Félix <i>et al.</i> (2003)
Lobos, Son.	96.0 (Lc)	1.35	-0.159	4.09	Nevárez-Martínez <i>et al.</i> (2003)
Guásimas, Son.	98.5 (Lc)	1.28	-0.167	3.71	Nevárez-Martínez <i>et al.</i> (2003)
Guásimas, Son.	175.0 (AC)	1.00	-0.188	4.41	Reyes (2004)
Mar Muerto, Oax.	177.2 (AC)	0.84	-0.116	4.42	Este estudio
Mar Muerto, Oax.	208.7 (AC)	0.47	-0.009	4.31	Ramírez-Félix <i>et al.</i> (2003)
Mar Muerto, Oax.	195.9 (AC)	0.61	-0.158	4.37	Este estudio
Promedio				2.40	
N = 20					

#### 4.2.7.- Longevidad

Los resultados obtenidos en la ecuación propuesta por Pauly (1980) para determinar la longevidad de las tres especies de jaiba encontradas en este sistema lagunar, se describen a continuación: *C. arcuatus* tuvo una longevidad de 3.8 años, *C. bellicosus*, de 3.5 años y *C. toxotes* de 4.9 años.

#### 4.2.8.- Talla mínima de captura

El conocimiento de la talla en la cual los organismos alcanzan la primera madurez sexual es importante para el manejo de cualquier pesquería. La madurez sexual se define como la primera talla de captura o edad en la cual el 50% de las hembras (Lc 50%) alcanza el desarrollo de las gónadas u órganos sexuales secundarios y se pueden identificar por las características, como los cambios en las relaciones morfométricas.

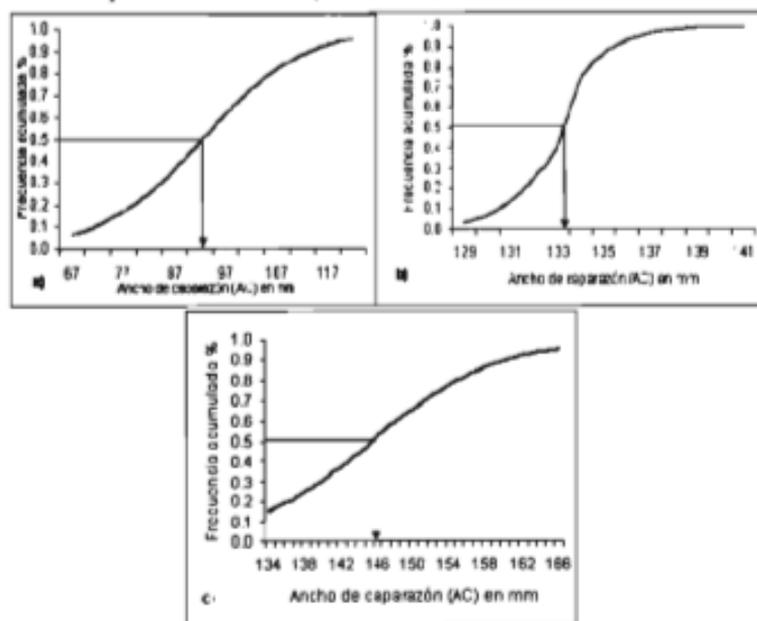


Figura 24.-Frecuencia acumulativa por ancho de caparazón de hembras ovígeras de a) *C. arcuatus*, b) *C. bellicosus* y c) *C. toxotes*.

Los valores obtenidos de Lc 50% para *C. arcuatus* fueron de 92 mm, para *C. bellicosus* de 133.8 mm y para *C. toxotes* de 146.5 mm. Las hembras más pequeñas detectadas sexualmente maduras para las tres especies en el sistema lagunar Mar Muerto correspondieron a un ancho de caparazón (AC) para *C. arcuatus* de 66 mm,

para *C. bellicosus* de 129 mm y *C. toxotes* de 134 mm y las tallas de ancho de caparazón máxima detectadas fueron para *C. arcuatus* de 114 mm, para *C. bellicosus* de 141 mm y *C. toxotes* de 162 mm (Fig. 24).

#### 4.3.- Aspectos pesqueros

##### 4.3.1.- Eficiencia y selectividad

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de los artes de pesca utilizados en la captura de jaiba, se utilizó como índice de eficiencia (Tabla 4), con los resultados siguientes:

Tabla 4.- Captura por unidad de esfuerzo de las artes de pesca.

Arte de pesca	Nº de Organismos	Peso total (kg)	Esfuerzo (hr)	CPUE (org/hr)	CPUE (kg/hr)
Atarraya de 25.4 mm	250	16.98	12	21	1.415
Aro de 45 mm	245	20.60	12	20	1.716
Sacador de 50.8 mm	319	54.73	12	26	4.56
Trampa de 60 mm	219	21.2	12	18	1.76
Aro de 76 mm	331	51.17	12	27	4.26
Aro de 101.6 mm	133	17.58	12	11	1.46
Aro de 127 mm	114	20.61	12	9	1.71

\* kg = kilogramo, hr = hora, org = organismo

La CPUE obtenida por cada arte de pesca utilizado, permitió determinar la eficiencia del mismo, siendo el sacador y el aro de 76 mm de tamaño de malla los que tuvieron los valores más altos: 4.56 kg/hr y 4.26 kg/hr, respectivamente.

La captura de jaiba en este sistema lagunar se realiza con diversos artes de pesca: 74% se captura con el aro jaibero con tamaños de malla de 2 a 3 pulgadas, 15 % atarraya, 8% sacador y 3% con trampas. La fase experimental de los artes de pesca para la captura de jaiba permitió obtener las curvas de selectividad mediante la aplicación de la ecuación logística (Sparre y Venema, 1992), en donde la longitud de selectividad ( $L_{50}$ ) se localiza en el punto de inflexión de la curva; los resultados se muestran en las figuras 25 y 26 y los parámetros de selectividad en la tabla 5.

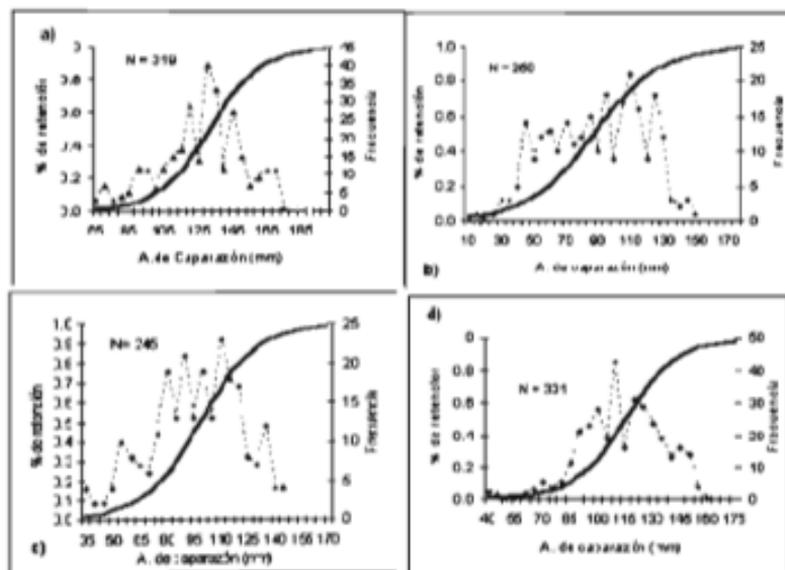


Figura 25.- Curvas de selectividad: a) sacador de 50.8 mm, b) atarraya de 24.5 mm, C) aro de 45 mm de tamaño de malla, y d) aro de 76 mm.

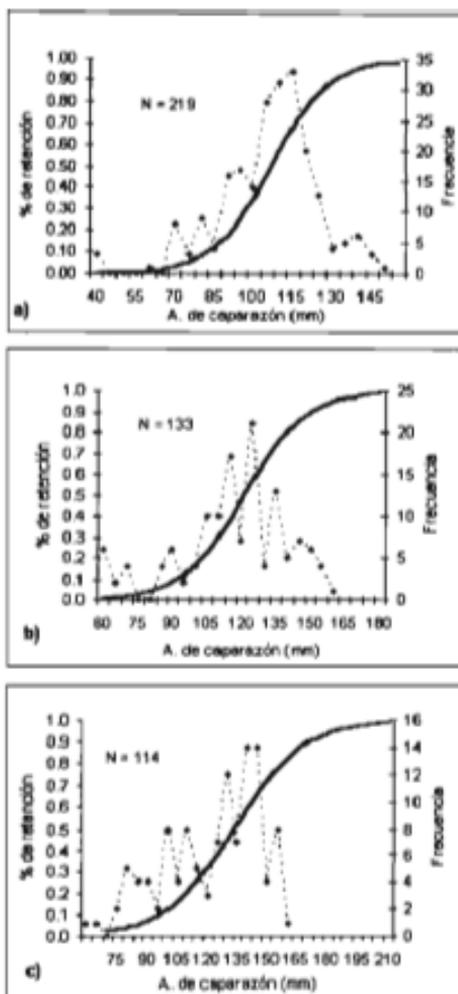


Figura 26.- Curvas de selectividad: a) trampa de 60 mm de tamaño de malla, b) aro de 101.6 mm de tamaño de malla y c) aro de 127 mm de tamaño de malla.

Tabla 5.- Parámetros de selectividad de los artes de pesca evaluados.

Arte de pesca	S1	S2	n	Ls 25	Ls 50	Ls 75	Lm	fs
Atarraya de 25.4 mm	4.2	0.048	250	65	87.5	110	110	3.4
Aro de 45 mm	6.1	0.062	245	81	98.5	116	110	2.1
Sacador de 50.8 mm	8.7	0.066	320	115	131.5	148	130	2.5
Trampa de 60 mm	9.7	0.091	219	95	107	119	115	1.7
Aro de 76 mm	8.6	0.070	331	100	115.5	131	110	1.5
Aro de 101.6 mm	9.2	0.075	133	107	121.5	136	125	1.1
Aro de 127 mm	7.7	0.058	114	115	133.8	152.7	150	1.0

Lm = longitud promedio, fs= factor de selección, n = número de individuos, S1 y S2 = constantes de la relación lineal, Ls 25 = longitud de selección 25% de individuos retenidos, Ls 75= longitud de selección 75% de individuos retenidos y Ls 50= longitud de selectividad.

Los resultados de la evaluación de las artes de pesca demuestran que las longitudes de selectividad (Ls 50) de cada arte están sobre los 100 mm de ancho de caparazón en la especie de mayor abundancia, con excepción de la atarraya y el aro de tamaño de malla de 45 mm. Las tallas de primera captura fueron de 92 mm de AC para *C. arcuatus*, 133.8 mm para *C. bellicosus* y 146.5 mm para *C. toxotes*, por lo que se considera que la talla mínima de captura puede ser desde los 100 mm para *C. arcuatus*, 140.0 mm para *C. bellicosus* y 150.0 mm para *C. toxotes*, propuesta que debe ser rectificadada o ratificada mediante evaluaciones posteriores. Por lo tanto los artes de pesca considerados que se pueden utilizar en esta pesquería en el sistema lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas, son los aros de 76 mm, de 101.5 mm, de 127 mm, la trampa de 60 mm y el sacador de 50.8 mm de tamaños de mallas. Deben evitarse las atarrayas y el aro con malla de 4.5mm.

Con respecto a la eficiencia y la selectividad, el análisis estadístico aplicado a la CPUE determinó la existencia de dos grupos homogéneos, siendo el grupo 2 el de mayor eficiencia (sacador y aro de 76 mm) (Fig. 27 y tabla 6).

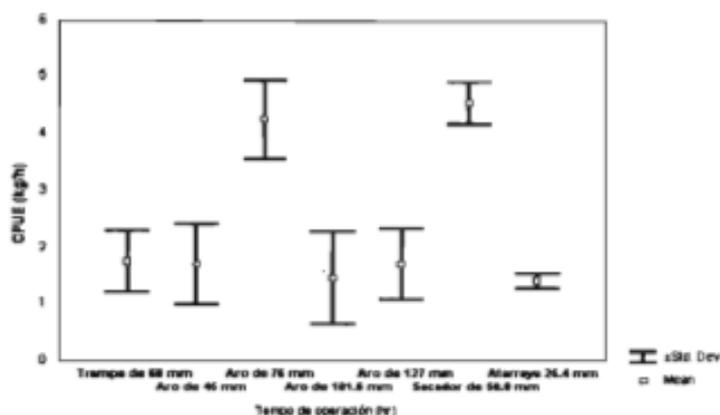


Figura 27.- CPUE de jaiba por tipo de arte y grupos homogéneos ( $F(6,77)=68.9$ ;  $p<0.000$ ).

Tabla 6.- Prueba de Tukey de los valores de CPUE (Grupos homogéneos).

Arte de pesca	Medias	Grupo 1	Grupo 2
Atarraya de 25.4 mm	1.414750	XX	
Aro de 101.6 mm	1.458417	XX	
Aro de 127 mm	1.709333	XX	
Aro de 45 mm	1.711667	XX	
Trampa de 60 mm	1.760833	XX	
Aro de 76 mm	4.264034		XX
Sacador de 50.8 mm	4.562186		XX

El análisis estadístico de varianza (Tabla 7) aplicado a las tallas ancho de caparazón, de los organismos capturados en los siete artes de pesca evaluados, demostró que existen diferencias significativas entre las capturas. Los valores de las medias:

obtenidos de las tallas de ancho de caparazón en las capturas con cada arte de pesca evaluado se muestran en la figura 28.

Los resultados de la evaluación de las artes de pesca, demuestran que la longitudes de primera captura (Lc 50%) con algunos artes están sobre los 100 mm de AC en las tres especies: el sacador con 50.8 mm de tamaño de malla y los aros de 76 mm, 101.6 y 127 mm de tamaño de malla.

Tabla 7.- Análisis de Varianza de las tallas (AC) de los organismos capturados con los artes de pesca evaluados.

Suma de efecto	Grados de libertad efecto	Suma del cuadrado del efecto	Suma de error	Grados de libertad error	Suma del cuadrado del error	F	P
364685.8	6	60780.9	969949.5	1604	604.7	100.5	.00

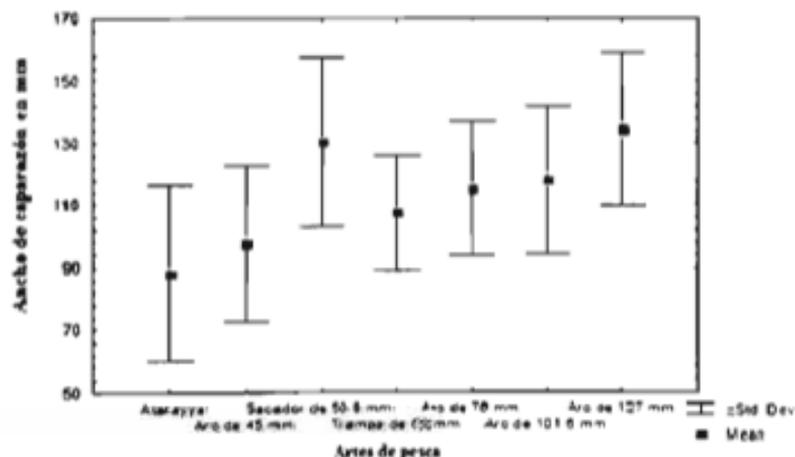


Figura 28.- Valores de las medias de las tallas del ancho de caparazón de los organismos capturados con las artes de pesca y grupos homogéneos.

La prueba de Tukey (Tabla 8) describe la existencia de cinco grupos, de los cuales dos grupos son homogéneos el grupo 4 integrado por el aro de 76 mm y el aro de 101.6 mm de tamaño de malla y el grupo 5 formado por el sacador de 50.8 mm y el aro de 127 mm de tamaño de malla.

Tabla 8.- Prueba de Tukey (grupos homogéneos) para el ancho de caparazón por arte de pesca

Arte de pesca	Medias	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Atarraya de 25.4 mm	88.3	xx				
Aro de 45 mm	97.8		xx			
Trampa de 60 mm	107.5			xx		
Aro de 76 mm	115.2				xx	
Aro de 101.6 mm	118.1				xx	
Sacador de 50.8 mm	130.3					xx
Aro de 127 mm	134.2					xx

#### 4.3.2.- Unidad del Esfuerzo pesquero

El análisis de dispersión y tendencia de las capturas registradas a las diferentes medidas del esfuerzo: número de pescadores, tiempo efectivo de pesca, número de viajes y número de artes de pesca permitió conocer la medida de Unidad del Esfuerzo más adecuada para esta pesquería.

En las figuras 29 a 32 se presentan los diagramas de dispersión para las cuatro medidas de esfuerzo, en los cuales se observa que hay una tendencia mejor definida para la categoría de Número de viajes y Número de artes de pesca.

Se aplicó un análisis de regresión lineal simple para cada caso así como un modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático con el fin de observar el mejor ajuste

de los datos en cada categoría a los dos modelos matemáticos. Las ecuaciones para el modelo lineal y cuadrático se presentan en los diagramas de dispersión.

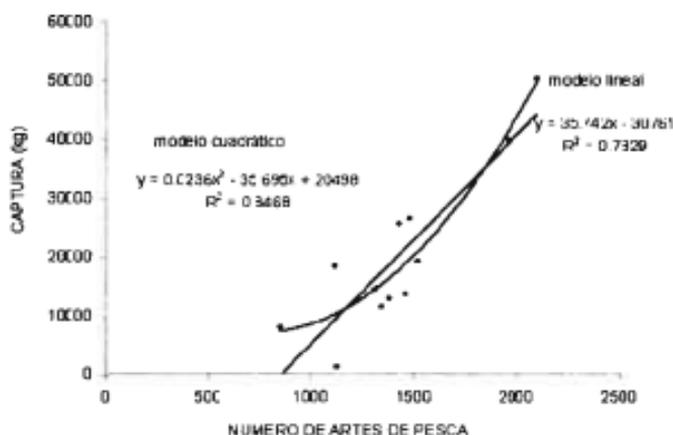


Figura 29.- Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de artes de pesca.

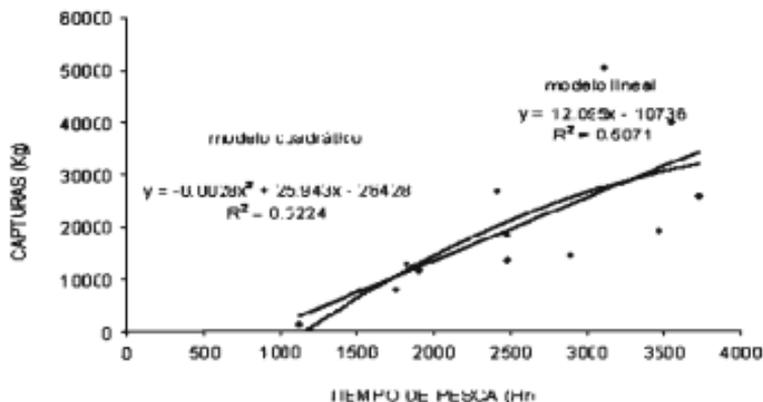


Figura 30.- Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el tiempo de pesca.

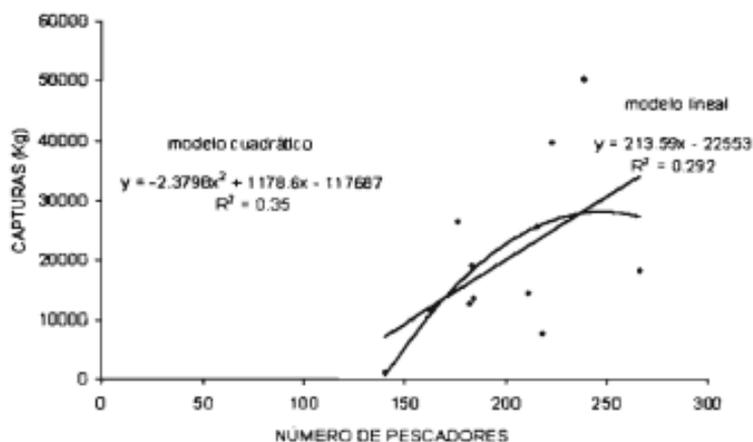


Figura 31.- Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de pescadores.

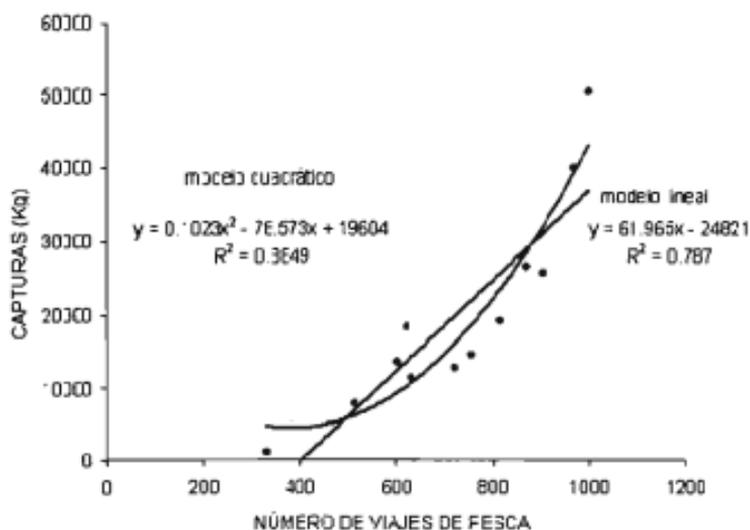


Figura 32.- Resultados de la regresión lineal simple y del modelo polinomial de segundo orden del tipo cuadrático entre la captura y el número de viajes de pesca.

En los cuatro casos se obtuvo un mejor ajuste de los datos al modelo polinomial de segundo orden, y en el caso de las Capturas contra Número de viajes, la relación fue la de mayor coeficiente de determinación en comparación con los demás. El análisis de varianza para esta variable se presenta en la tabla 9 en donde se observa un ajuste estadístico apropiado al modelo al obtener un estadístico F menor al 0.05 para un nivel de confianza de 95%.

Tabla 9.- Análisis de varianza entre las variables Captura y Número de viajes.

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN					
Coeficiente de correlación		0.94068			
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>		0.88488			
R <sup>2</sup> ajustado		0.85930			
Error típico		5191.97			
Observaciones		12			
<b>Análisis de</b>		<b>Suma de</b>	<b>Promedio de los</b>		<b>Valor crítico</b>
<b>varianza</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>cuadrados</b>	<b>cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>de F</b>
Regresión	2	1864891.532	932445.766.1	34.59	5.95843E-05
Residuos	9	242609851.4	26956650.16		
Total	11	2107501384			

Al graficar los cinturones de confianza de 95% para los valores predichos, se observa también un buen ajuste con excepción de dos datos considerados como aberrantes (Fig.33).

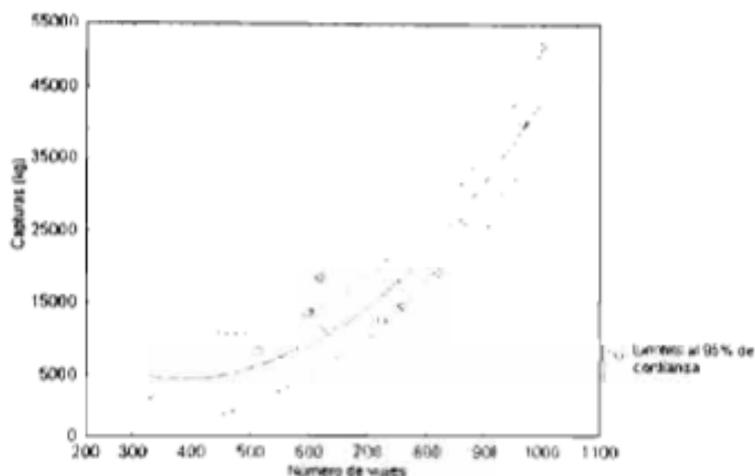


Figura 33.- Límites de confianza de los valores de las variables captura y número de viajes

#### 4.4.- Abundancia de jaibas y su relación ecológica.

##### 4.4.1.- Abundancia relativa

En cada zona se realizaron 45 arrastres de 15 minutos, cada uno durante el periodo de abril'05 a marzo'06. Con la distancia recorrida y los organismos capturados se estimaron el área barrida y la abundancia relativa de jaiba por ha en cada zona de muestreo, los resultados se observan en la tabla 10. En total se capturaron 1,305 organismos en 13.3 ha.

Tabla 10.- Abundancia de organismos de jaiba por zona de captura durante abril'05 a marzo'06.

Mes	Rincón Juárez	Conchalito	Paredón
abril	8	21	17
mayo	2	16	137
junio	11	19	63
julio	1	24	47
agosto	4	2	35
septiembre	0	10	30
octubre	0	0	17
noviembre	0	0	60
diciembre	0	60	62
enero	9	79	126
febrero	17	86	226
marzo	16	22	78
Total org.	68	339	898
Área (Ha)	4.41	4.45	4.46

La mayor abundancia se presentó en la zona de Paredón, seguida de la zona de Conchalito y menor abundancia en la zona de Rincón Juárez. El mes de febrero fue el de mayor abundancia y octubre el de menor.

#### 4.4.1.- Relación ecológica

Los resultados del análisis estadístico de varianza factorial determinaron que las variables zona, temporada y sedimento, tienen efectos significativos sobre la abundancia del recurso (Tabla 11); en la tabla 12 se describe el efecto de la prueba aplicada.

Tabla 11.- Análisis de varianza factorial

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Modelo	12	8487.1	707.2	4.97
Error	163	23151.1	142.0	Prob > F
C. Total	175	31638.3		<.0001

Tabla 12.- Prueba de efecto del análisis de varianza factorial

Fuente	Nparm	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F Ratio	Prob > F
Zona	2	2	2379.0320	8.3750	0.0003
Tipo de sedimento	3	3	1135.1554	2.6641	0.0497
Temporada	1	1	1312.5767	9.2414	0.0028
Tipo de sedimento*zona	6	6	2291.9301	2.6895	0.0162

En la figura 34 se describe la abundancia (número de organismos por hectárea) por zona de muestreo y se observa que en la zona de influencia de la comunidad de Paredón se encuentra la mayor abundancia de ejemplares de jaiba, una media calculada de 10 org./ha, seguido de la zona de la comunidad de Conchalito con un valor calculado de 5.6 org./ha y una menor representación en la zona de la comunidad de R. Juárez (0.65 org./ha).

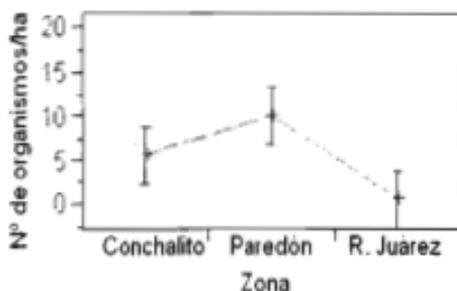


Figura 34.- Valores medios calculados de organismos/ha por zona

El análisis de la relación entre la abundancia de jaibas y el sedimento (Figura 35), determina que existe una mayor concentración de jaibas en el tipo de sedimento denominado arena lodosa (ArLo) con una media calculada de 8.93 org./ha, seguido del tipo de sedimento lodo (Lo) un valor de medio calculado de 7.2 org./ha, posteriormente el sedimento lodo arenoso con un valor de 3.42 org./ha y por último el sedimento arena con valor medio 2.22 org./ha.

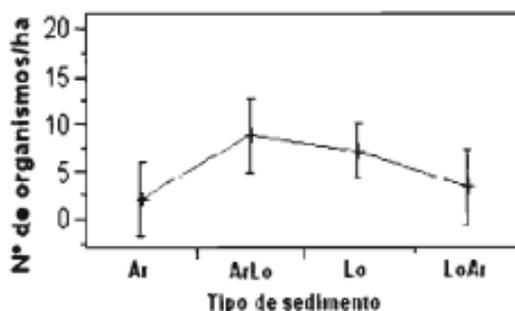


Figura 35.- Valores medios calculados de organismos/ha por tipo de sedimento.

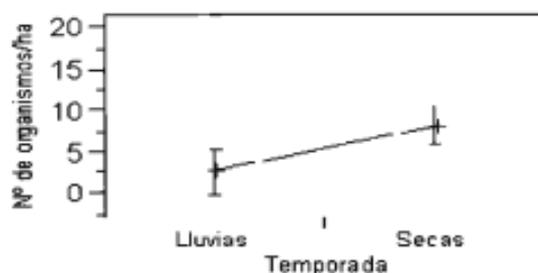


Figura 36.- Valores medios calculados de organismos/ha por temporada (lluvias-secas).

Analizando el factor temporada (lluvias-secas) se obtuvo el resultado de que la mayor abundancia (número de organismos por hectárea) se presenta en la temporadas de secas (Figura 36), con valores medios calculados de 8.23 org/ha y en temporadas de lluvias de 2.67 org/ha.

La interacción (Figura 37) entre la abundancia (número de organismos/ha), la zona y tipo de sedimento, presentó una diferencia entre los resultados particulares entre abundancia y sedimento, ya que en este análisis interactúa un factor más que es la zona. El resultado es que la mayor abundancia se presenta en la zona de Paredón con el sedimento lodo, arena lodosa, lodo arenoso y arena, en la zona de Conchalito la mayor abundancia se presenta de la manera siguiente: Arena lodosa, lodo, lodo arenoso y arena y en la zona de Rincón Juárez, el resultado fue: lodo arenoso, arena, arena lodosa y lodo.

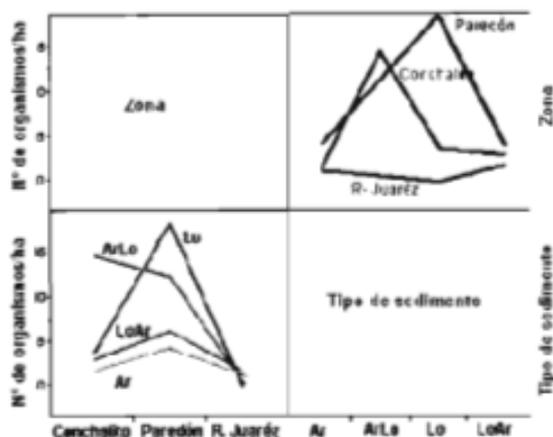


Figura 37.- Interacción entre los factores, abundancia (número de organismos/ha), zona y tipo de sedimento

## V.- Discusión

La pesquería de jaiba en el sistema lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas es una actividad reciente y con crecimiento ascendente por lo que se deben de establecer los criterios de explotación para mantener esta pesquería en forma sustentable al aplicarse la reciente Norma Oficial Mexicana NOM-039-PESC-2003. Aunque actualmente las capturas se mantienen estables, existen prácticas de pesca y comercialización que de no detenerse a tiempo, pueden transformarse en vicios de tradición local difíciles de erradicar, por ejemplo la captura de ejemplares chicos y hembras ovígeras.

El sistema lagunar presenta diversas características como áreas con sustratos de lodo, lodo arenoso, arenosos lodosos y arenosos, en algunos se encontraron pastizales. La forma de la laguna e influencia mareal de la bocabarra de Tonalá permiten una distribución espacial de las tres especies de *Callinectes* detectadas en este sistema lagunar.

Algunos autores mencionan que la abundancia de cierta especie depende de los cambios en la temperatura y la salinidad, como es el caso de *C. arcuatus* en las lagunas del sur de Sinaloa (Paul, 1982b) y en el delta del río Colorado (Villareal, 1992); otros autores determinan que la abundancia está relacionada con el tipo de sustrato y su relación alimentaria (Chávez, 1998, citado por Hernández, 2000; García-Kauffman y Franco-López, 1989; Rosas-Vázquez y Sánchez-Zamora, 1994; Molina, 1999a; y Hernández, 2000). En este trabajo no se encontró relación entre los parámetros químicos y físicos (salinidad, temperatura, pH y oxígeno disuelto) con la

abundancia de jaibas, sin embargo, se hace una descripción de su comportamiento mensual durante un ciclo anual. La mayor coincidencia de la abundancia se dio en el sedimento lodoso y zona, siendo ésta el área de influencia de la comunidad de Paredón, Chiapas. Los valores de abundancias de organismos encontrados en este estudio son altos, comparados con los reportados por Hernández (2000) en la Laguna Las Guásimas, en el estado de Sonora, que reporta fluctuaciones de 0 y 3.78 organismos por 1000 m<sup>2</sup> (mil metros cuadrados).

La distribución espacial de las tres especies mostró diferencias: en la parte más interna y media de la laguna, predominó la especie la *C. arcuatus*, desplazando a *C. toxotes* \* que era más abundante años anteriores, y ausencia de *Callinectes bellicosus* que prefiere aguas más marinas. La zona de Paredón tiene una influencia marina, por la bocabarra, y tuvo menor abundancia de *C. arcuatus*, si se considera que prefiere aguas de moderada eurihalinidad.

Las tres especies se encuentran presentes durante todo el año, sin embargo, en verano (junio y julio) *C. arcuatus* presenta su mayor incidencia y en invierno (enero y febrero) su menor abundancia, lo que coincide con los resultados obtenidos de Paul (1977) en el sur de Sinaloa, Escamilla (1998) en la Bahía de la Paz y Villareal (1992) en el delta del Río Colorado. Es opuesto a lo señalado por Hernández (2000) en la laguna de Las Guásimas, en Sonora, México y coincidente con Reyes (2004) en el mismo sistema lagunar.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

\* Gil-López (informe final de jaiba 2001) Doc. Interno. Crip. Salina Cruz, Oax.

*C. bellicosus* presenta su mayor incidencia en otoño (septiembre y octubre) y posteriormente cuando termina el invierno e inicia la primavera (marzo); la más baja abundancia es en invierno (noviembre a febrero). Estos resultados coinciden con Reyes (2004), pero no con Hernández (2000) ya que sus resultados de mayor abundancia estacional son en invierno. La disminución de ejemplares de *C. bellicosus* coincide con las bajas temperaturas durante los meses de noviembre a febrero registradas en este sistema lagunar, por lo que se deduce que la temperatura tiene un impacto en esta especie al ser menos vulnerable para ser capturada ya sea que emigra a zonas menos frías o se entierra en sitios más profundos (Villareal, 1992).

*C. toxotes* presenta su mayor abundancia en verano y principio de otoño (junio a septiembre) y menor en invierno. Las tres especies en este sistema lagunar coinciden en una disminución de la abundancia en la temporada de invierno.

*C. arcuatus* presentó un intervalo de tallas de 25 mm a 130 mm, *C. bellicosus* se encontró en intervalo de tallas de 15 mm a 170 mm y *C. toxotes* de 35 mm a 180 mm. Estos resultados variaron en las especies *C. arcuatus* y *C. toxotes* con los encontrados en un estudio anterior (Gil-López, 2001) en el mismo sistema lagunario. Los valores obtenidos en ese estudio \* fueron: *C. arcuatus* con tallas de 26 mm a 140 mm, *C. bellicosus* de 15 a 167 mm y en *C. toxotes* de 35 a 193 mm, observando una disminución en la estructura de tallas de organismos más grandes en estas dos especies.

Los valores de tallas de *C. arcuatus* encontrados en este estudio son similares a los de Hendrickx (1995) en el Pacífico Centro-Oriental y en otros existen diferencias muy

---

\* Gil-López (informe final de jaiba 2001) Doc. Interno. Crip. Salina Cruz, Oax

pequeñas como es en el caso de Hernández (2000), Estrada (1999), Salgado *et al.* (1994), Escamilla (1998). No coincide con Reyes (2004), probablemente por que las variaciones en las estructuras de tallas en los diferentes sistemas lagunarios dependan a las presiones de explotación son principalmente sobre los organismos de mayor tamaño.

Los valores de las tallas en *C. bellicosus* se encuentran dentro de los reportados por Escamilla (1998), Hernández (2000) y Reyes (2004). Con respecto a *C. toxotes* los reportes encontrados son solamente descritos por Salazar (1980) y Paul (1977) en el Caimanero de 175 mm y 193 mm, respectivamente.

Los individuos de las tres especies capturadas con la experimentación de los artes de pesca para analizar su selectividad tuvieron una relación macho:hembra de 1.9:1. Por especies resultó para *C. arcuatus* de 2.6:1 m:h, *C. bellicosus* de 1.4:1 m:h y *C. toxotes* de 1.2:1 m:h. Gil-López (2001)\* obtuvo diferentes valores: para *C. arcuatus* de 10:1, en *C. bellicosus* 2.2:1 y *C. toxotes* de 3.3: 1 m:h. Estos valores fueron altos en las tres especies con respecto a los obtenidos por Paul (1981), Quijano (1985) en el estado de Sinaloa, Estrada (1999) en Colima, con la especie *C. arcuatus*, Hernández (2000) en la Guásima, Sonora, Escamilla (1998) en la Paz, B.C.S. con *C. arcuatus* y *C. bellicosus*, coincidiendo con Reyes (2004) para *C. arcuatus*, aunque no para *C. bellicosus*. Esta marcada proporción de machos, puede estar influenciada por la conducta reproductiva de las hembras, aunque hay meses con picos de reproducción en cada especie, se detectó actividad reproductiva durante todo el año, y tomando en cuenta que todas las hembras ovígeras emigran hacia aguas marinas, repercute en su

distribución espacial y se detecta en la proporción de machos-hembras en zonas de captura, aunque también puede deberse al efecto dominante del macho por alimento.

La relación entre hembras y machos en los arrastres fue de 1.1: 1 h:m, misma que pudiera deberse a que el tipo de arte utilizado en el muestreo (red de arrastre de tipo camaronera) atrapa toda la variedad de organismos ya que el arte va hacia ellos y no ellos al arte como en el caso de los artes de pesca pasivos con carnada.

Aunque existe una reproducción durante todo el año, *C. arcuatus* presentó la mayoría de hembras ovígeras de abril a junio, con tallas de 96 mm de ancho de caparazón.

En la especie *C. bellicosus*, se encontraron hembras ovígeras de 129 mm de caparazón con mayor incidencia en septiembre y *C. toxotes* de mayo a julio y con tallas de caparazón de 134 mm. Estos picos de incidencia de hembras ovígeras pueden estar asociados de manera directa con la variación de la temperatura del agua (Paul, 1977).

Los valores de número de huevos de *C. arcuatus* son similares a los obtenidos por Quijano (1985) en Huizache-Caimanero, Sinaloa y a los obtenidos por Estrada (1999) en la laguna de Cuyultlán, Colima, con excepción de la cantidad máxima, siendo ésta más alta que la obtenida en este estudio, pero los valores promedio globales son muy semejantes con los estudios antes descritos. Aunque Paul (1982b) registró para esta misma especie valores de 1'000,000 de huevos como mínimo y 2'000,000 como máximo.

Esta gran variabilidad probablemente se deba a que las hembras de esta especie puedan desovar hasta tres veces en el año, y en cada uno de estos desoves haya una disminución en la cantidad de huevos (Paul *et al.*, 1983; Quijano, 1985) y también puede haber pérdida de huevecillos al momento de la captura y del manejo subsecuente (Estrada, 1999).

En lo que respecta a las especies *C. bellicosus* y *C. toxotes*, los valores obtenidos son más altos debido a que el peso de la masa ovígera de estas especies es mayor que *C. arcuatus* pero tienen una relación proporcional a su mayor peso. Smith (1985, citado por SEPESCA, 1994) describe que algunas especies pueden desovar hasta 4'500,000 huevecillos.

En este estudio se observó un crecimiento alométrico positivo en el tipo de crecimiento en las especies de *C. arcuatus* y *C. bellicosus*, coincidiendo con Salgado *et al.* (1994), Estrada (1999) y Quijano (1985), y Hernández (2000) con *C. arcuatus*; los resultados de *C. bellicosus* coinciden con Reyes (2004). Aunque los valores de la pendiente resultan similares, ellos las describen como asimétrico, no así con Escamilla (1998) y Molina (1999b) cuyos resultados son de tipo alométrico negativo. En el caso de la *C. toxotes*, la relación fue alométrica negativa ( $b= 2.4$ ).

Hernández (2000) señala que la composición de organismos de todas las tallas (juveniles y adultos) y la proporción de sexos de 1:1 pudo influir en la tendencia del crecimiento isométrico observado, este estudio coincide en que la composición de

juveniles y adultos en el análisis de la relación talla-peso influye en el resultado de crecimiento isométrico, no así en la proporción de sexos.

Los datos de crecimiento obtenidos para cada especie en Mar Muerto Oaxaca-Chiapas, se compararon con los valores de otros estudios en diversos sistemas lagunares mediante el índice de crecimiento  $\phi'$  de Munro, siendo los valores estimados en esta investigación coincidentes con los encontrados por otros autores en las especies de *C. arcuatus* y *C. bellicosus*. Los resultados de *C. toxotes* coincidieron con los valores obtenidos en ese mismo sistema lagunar por (Gil-López, 2001).

Las diferencias en crecimiento entre las tres especies son evidentes, *C. arcuatus* es la especie más pequeña, seguida de *C. bellicosus* y la más grande es *C. toxotes*. Aunque existen reportes de otros autores sobre tallas más grandes en *C. arcuatus* (Hendrickx, 1983) y Paul *et al.* (1983), es probable que esta diferencia sea por la explotación a la que está sometida, por ser la especie más abundante en todo el sistema lagunar. Sin embargo otros autores consideran que cuando dos o más especies utilizan un mismo nicho ecológico, la competencia por alimento puede ser un factor en el crecimiento de la especie dominante (Equihua y Benitez, 1990, citado por Hernández, 2000).

Los valores obtenidos de la estimación de la longevidad para las tres especies, son coincidentes con algunos resultados obtenidos por otros autores en otros sistemas lagunares (Escamilla, 1998; Hernández, 2000; Nevárez-Martínez *et al.*, 2003 y Guillory, 2003).

La talla de primera madurez o de captura (Lc 50%) de *C. arcuatus* es de 92 mm, para *C. bellicosus* de 133.8mm y para *C. toxotes* de 146.5mm. Los valores propuestos por

---

\* Gil-López (informe final de jaiba 2001) Doc. Interno. Crip. Salina Cruz, Oax

Ramírez-Félix *et al.* (2003) son para *C. arcuatus* de 95 mm, *C. bellicosus* de 115 mm y *C. toxotes* de 120 mm, menores a los obtenidos en este trabajo, por lo que es necesario que la propuesta de este estudio se aplique en este sistema lagunar específicamente.

Las capturas por unidad de esfuerzo obtenidas por cada arte de pesca permitió determinar su eficiencia, siendo el sacador y el aro de 76 mm de tamaño de malla los que tuvieron los mejores rendimientos: 4.56 kg/hr y 4.26 kg/hr, respectivamente. Aunque algunos de los artes de pesca son considerados como pasivos (red, trampas y aros) y otros activos (atarraya y sacador), el tiempo de captura fue estandarizado en 12 horas de operación total, la mayoría de los artes trabajaron a la misma profundidad, con excepción del sacador, que por su sistema de operación es usado en aguas más someras, pero fue evaluado en la misma área que los otros artes.

Los valores obtenidos de CPUE en este estudio, resultaron bajos en comparación con los reportados por Salgado *et al.* (1994) en la laguna de Cuyutlan, Colima, utilizando aro y gancho de 7.78 kg/hr y 9.84 kg/hr, respectivamente. En su fase experimental de artes de pesca, Salazar (1980) reporta en la laguna del Caimanero, en Sinaloa, valores promedios de CPUE en trampas de 3.28 kg/hr y en el cucharón de mano, de 5.97 kg/hr, valores similares a los obtenidos con el sacador en el Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

Los resultados de la evaluación de las artes de pesca demuestran que los tamaños obtenidos en la selectividad (Ls 50%) de los artes de pesca denominados: aros de 76 mm, 101.5 mm, 127 mm, trampa de 60 mm y sacador de 50.8 mm, están sobre los:

100 mm de ancho de caparazón de la especie más abundante (*C. arcuatus*). Para la captura de *C. bellicosus* y *C. toxotes* se propone el uso de los aros de 101.8 mm y 127 mm de tamaño de malla, de esta manera se pasa de una pesca multispecífica a mono específica para cada especie. Se considera que se pueden utilizar estos artes de pesca en esta pesquería en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

La determinación del esfuerzo de pesca en las pesquerías ribereñas es un problema complejo, debido a que existe una gran variedad de especies, se utilizan diversos artes de pesca y embarcaciones, y no se puede llevar un registro fiel de los días de pesca de cada unidad.

La bibliografía que presentan alternativas de determinaciones de unidades de esfuerzo, para las pesquerías ribereñas son pocas: Gómez-Muñoz (1990) hace un estudio en donde determina que el viaje de pesca es un buen indicador de las capturas por unidad de esfuerzo, Silva *et al.* (1991) utilizaron el número de pescadores por año, Flores-Hernández *et al.* (1992) determinaron que el número de embarcaciones por mes es un buen indicador del esfuerzo de pesca, Christensen (1993) utiliza el número de días como índice de unidad de esfuerzo, González (1997) determina los viajes de pesca como un indicador de la unidad de esfuerzo para aplicarse a la pesquería ribereña en el estado de Colima, México y González *et al.* (2000) concluyen que las variables viajes de pesca y tiempo de pesca son adecuadas para evaluar el esfuerzo.

Lo anterior indica que tampoco existe un consenso a nivel mundial sobre cual es el mejor indicador de la unidad de esfuerzo pesquero en las pesquerías ribereñas, aunque la mayoría usa más el término viaje de pesca, lo que es un resultado coincidente con los obtenidos por Gómez-Muñoz (1990) y González (1997).

Para el caso de esta pesquería, puede considerarse que un buen indicador de las capturas es el registro del número de viajes. Así, el aprovechamiento sostenido de recurso puede manejarse con base en la disponibilidad del mismo y el número de viajes adecuado para lograrlo, considerando factores económicos como relación costo-beneficio, número de usuarios y necesidades del mercado.

Los análisis aplicados demostraron una relación entre las zonas, sedimento, temporada y abundancia (número de organismos). La variable arena lodo en la zona de Conchalito, Oaxaca fue el sedimento que representó la mayor abundancia. Al interactuar las zonas y los sedimentos con la abundancia, el mejor tipo de sedimento es lodo y la zona de Paredón, Chiapas, porque la abundancia predominante por zona corresponde a la zona de Chiapas (Paredón).

El recurso jaiba fue más abundante en temporada de secas, que en lluvias, contrariamente a lo mencionado por Dittel y Epifanio (1984) que mencionan la presencia de una mayor abundancia de *C. arcuatus* en épocas de lluvias de 0.0396 ind./m<sup>2</sup> y 0.0168 ind./m<sup>2</sup> en secas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

## VI.- Conclusiones

- La temperatura superficial no presentó variaciones en las tres zonas pesqueras de influencia de las comunidades de Paredón, Conchalito y R. Juárez.
- La salinidad es más estable en la zona de Paredón con valor promedio de 33.1 ‰, las otras dos zonas tiene más variación con promedios anuales de 28.3 y 29.8 respectivamente.
- El potencial de hidrógeno (ph) se mantiene en las tres zonas con un promedio de 8.2, por lo que se considera levemente alcalino.
- Los valores promedio de oxígeno disuelto en el sistema lagunar, siguen un patrón similar con pequeñas fluctuaciones entre cada área.
- Se identificaron tres especies pertenecientes al género *Callinectes* en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas: *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes*.
- Se encontraron cuatro tipos de sustratos: lodo (Lo), arena (Ar), lodo arenoso (LoAr) y arena lodosa (ArLo) en las tres zonas: Paredón, Conchalito y Rincón Juárez.
- La especie más abundante en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, es *C. arcuatus*, seguido de *C. bellicosus* y *C. toxotes*.
- Las tallas máximas y mínimas obtenidas fueron de 25 mm y 130 mm de AC para *C. arcuatus*, 15 mm y 170 mm de AC para *C. bellicosus* y 30 mm y 180 mm de AC para *C. toxotes*.

- Existe una mayor abundancia de machos de las tres especies en el sistema lagunar.
- Existe una relación proporcional directa entre el peso y el número de huevos en las tres especies, con las fórmulas:  $P = a \cdot AC^b$  y  $F = nG/g$ .
- Se observó reclutamiento durante todo el año en las tres especies, los picos de desoves fueron mayores en abril y julio para *C. arcuatus*, para *C. bellicosus* en septiembre y *C. toxotes* de mayo a julio.
- La relación peso total-ancho de caparazón presentan una tendencia de crecimiento alométrico positivo en las especies *C. arcuatus* y *C. bellicosus*, y en el caso de la especie *C. toxotes*, alométrico negativo.
- Los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para *C. arcuatus* fueron de  $L_{\infty} = 136.2$  mm,  $K = 0.77$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.137$ ; para *C. bellicosus* los valores fueron  $L_{\infty} = 177.2$  mm,  $K = 0.84$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.116$  y para *C. toxotes*  $L_{\infty} = 195.9$  mm,  $K = 0.61$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.158$ . En los tres casos, la longevidad estimada con estos parámetros fue de 3.8, 3.5 y 4.9 años, respectivamente.
- La tallas mínimas de captura son para *C. arcuatus* de 92 mm, para *C. bellicosus* de 133.8 mm y para *C. toxotes* de 146.5 mm.
- Los artes de pesca más eficientes fueron el sacador y el aro de 76 mm de tamaño de malla, con valores de: 4.56 kg/hr y 4.26 kg/hr, respectivamente.

La captura de jaiba en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas debe realizarse con los aros de 76 mm, de 101.5 mm, de 127 mm, la trampa de 60 mm y el sacador de 50.8 mm de tamaños de mallas.

Los viajes de pesca son la mejor medida para determinar la unidad de esfuerzo en la pesquería de jaiba en el área de estudio.

La mayor abundancia de jaibas se presentó en la zona de Paredón, seguida de la zona de Conchalito y en menor abundancia en la zona de Rincón Juárez, con 10,0, 5.6 y 0.65 org./ha, respectivamente.

Existe una mayor concentración de jaibas en el tipo de sedimento denominado arena lodosa (ArLo) con 8.93 org./ha.

La mayor abundancia de jaibas se presenta en la temporada de secas, con un valor de 8,23 org./ha.

El orden de abundancia de jaibas en la zona de Paredón según su sedimento es: lodo (17.3 org./ha), arena lodosa (12.1 org./ha), lodo arenoso (6.2 org./ha) y arena (3.1 org./ha); en Conchalito fue: arena lodosa (14.9 org./ha), lodo (3.0 org./ha), lodo arenoso (2.5 org./ha) y arena (1.3 org./ha); y en Rincón Juárez, el resultado fue: lodo arenoso (1.6 org./ha), arena (0.9 org./ha), arena lodosa (0.1 org./ha) y lodo (0.1 org./ha).

## VII.- Literatura citada

- Álvarez-Lanjonchere, L., 1979. Modificaciones introducidas al método volumétrico para la determinación de la fecundidad en peces. *Centro de investigaciones Marinas, Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba.* 47-56.
- Anónimo, 1993. Caracterización biológica pesquera del camarón de la Laguna Mar Muerto del Estado de Oaxaca. Estudio Técnico que para obtener la concesión para la captura de camarón presenta la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña "Pescadores del Mar Muerto" S.C.L. Secretaría de Pesca. Dirección General de Administración de Pesquerías. 193 p + anexos.
- Andrade, H. M., 1996. Aspectos sobre la biología y ecología de las jaibas del género *Callinectes* de la laguna Ría Celestún. Yucatán, México. Tesis de Maestría, CINESTAV, IPN. 95 p.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt, 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In: CIBA Foundation, colloquia on ageing. Vol. 5. The lifespan of animals, edited by G.E.W. Wolstenholme and M. O'Connor. London, Churchill, 5: 142-180.
- Botsford, L. W., 1990. Comparative analysis of crustacean harvest management with implications for blue crab. *Bulletin of marine Science*, 46(1): 244.
- Brusca, R., 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2ª Ed. The University of Arizona Press. E.U.A. 513 p.
- Cadman, L., 1990. Some effects of temperature and salinity on the growth of juvenile blue crab. *Bulletin of marine Science*, 46(1): 244
- Chávez, E. A. y M. S. Fernández, 1976. Contribución al conocimiento de la biología de la jaiba prieta (*Callinectes rathbunae*: Decapoda: Portunidae) del Estado de Veracruz. *Revista de la Sociedad mexicana de Historia Natural*, 23: 273-291
- Chávez, E. A., 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa sur occidental de México. UNAM, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 6(2):15-44
- Correa-Sandoval, P. F., 1991. Catálogo y bibliografía de cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. *Comunicaciones Académicas CICESE*. México 117 p.

- COBI, 2001. Nuestros Recursos Pesqueros: La Jaiba. Comunidad y Biodiversidad, A.C. Guaymas, Sonora. México. 32 p.
- Christensen, M. S., 1993. The artisanal fishery of the Mahakam River floodplain in East Kalimantan, Indonesia. 3. Actual and estimated yields, their relationship to water levels and management options. *J. Appl. Ichthyol.*, 9(3-4):202-209
- De Anda-Montañez, J., F. Arreguin-Sánchez y S. Martínez-Aguilar, 1995. Length-based growth estimates for Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California, México. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 40: 179-183
- Dittel, A. y C. E. Epifanio, 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: Zoeae, Megalopae and Juveniles. *Journal of Crustacean Biology*, 4:491-494
- Dittel, A. y C. E. Epifanio, 1990. Distribution of portunid crab larvae in a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Bulletin of Marine Science*, 46(1):245.
- Escamilla, M. R., 1998. Aspectos de la biología de jaibas del género *Callinectes* en el estero El Conchalito, ensenada de La Paz, B.C.C. Tesis de Maestría. CICIMAR-INP. México. 96 p.
- Estévez, N., 1972. Estudio preliminar sobre la biología de dos especies alopatricas de cangrejos del Pacífico Colombiano. Museo del mar. Bogotá, Colombia. *Boletín*, 4:1-17
- Estrada, V. A., 1999. Aspectos poblacionales de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, México. 68 p.
- Etim, L. y Y. Sankare, 1998. Growth and mortality, recruitment and yield of the fresh-water shrimp, *Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1851 (Crustacea, Palaemonidae) in the Fahe reservoir Côte d' Ivoire, West Africa. *Fish. Res.*, 38 (3): 211-223
- Flores Hernández, D., J. Ramos Miranda, P. Sánchez Gil y A. Yáñez Arancibia, 1992. Catch per unit effort analysis of artisanal fisheries of Campeche, México, EPOMEX. *Jaina Bol. Inf.*; 3(4):3.

- Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62:344-359.
- Gamboa-Contreras, J. A., 1992. Prospección biológica de los macroinvertebrados bentónicos de la Laguna de Mar Muerto, Oaxaca y Chiapas. Informe Parcial Anual (Bienio 1992/1993). División Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F. 9 p.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geología. UNAM. México. 243 p.
- García, J. F., L. A. Soto y A. Gracia., 1988. Cangrejos portunidos del suroeste del Golfo de México: Aspectos pesqueros y ecológicos. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 15(1): 135-150.
- García-Kauffman, I. y J. Franco-López., 1989. Aspectos ecológicos de las poblaciones del género *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. *ENEP I. México, Revista de Zoología*, (1): 19-24.
- Garth, J. S. y W. S. Stephenson, 1966. Brachyura of the Pacific coast of America (Brachyrhyncha. Portunidae). *Allan Hancock Mon.* 1: 154 p.
- Gómez-Muñoz, V.M., 1990. A model to estimate catches from a short fishery statistics survey. *Bull. Mar. Sci.*, 46(3):719-722.
- González, B. A., 1997. Caracterización del sistema de pesca de la pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Col., México. Bases para su manejo. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, DF. 201 pp.
- González, B. A., E. Espino Barr, M. Cruz Romero y A. Ruiz Luna, 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo Col., México. UABC, Ensenada, *Ciencias Marinas*, 26(1): 113 -124.
- González-Ramírez, P., J. A. García-Borbón y P. A. Loreto-Campos, 1996. Pesquería de jaiba. 207-225. En: Casas-Valdez, M. y G. Ponce-Díaz (Eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Vol. I. CIBNOR.350 p.
- Gulland, J. A., 1964. Manual of methods for fish stock assessment. P. 1. *Fish population Analysis*. *FAO Manuals in Fish. Sci.* N° 4, 154 p.

Guillory, V., 2003 // <http://www.blue-crab.net/>.

Hendrickx, M. E. 1983. 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). pp.17

Hendrickx, M. E., 1995. Cangrejos. 565-636. En Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. h. Niem (Eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. I Plantas e invertebrados. FAO. Roma. I. 646 p.

Hernández, M. L. G., 2000. Aspectos sobre ecología y biología de las jaibas *C. arcuatus* y *C. bellicosus* (Crustácea: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S. 56 p.

Hines, A. H., R. N. Lipcius y A. M. Haddon, 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex and molt stage of blue crab *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake bay. *Mar. Ecol.* 35:55-64.

Holden, M. J. y D. F. S. Raitt., 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Parte 2. *Manual de Ciencia Pesquera*. Documentos técnicos de la FAO sobre la pesca. (115): revisión 1:211p.

Lankford, R.R., 1977. Coastal lagoons of México, their origin and classification. En Wiley M. (Edit.). *Estuarine processes*. Academia press incorporation. New York. Vol. 2. pp. 182-215.

Molina, R. E., 1999a. La pesquería de jaiba en la costa de Sonora. *Pesca y conservación*. 3: (7) 6-8.

Molina, R. E., 1999b. La pesquería de jaiba (*Callinectes bellicosus*) en el estado de Sonora. Informe interno, CRIP-Guaymas, 15 p.

Montemayor López, G. 2001. Aspectos biológicos y de las capturas de jaiba verde *Callinectes bellicosus* en Bahía Kino y Canal de Infiernillo, Sonora. Pp. 11-19 in G. Montemayor-López & J. Torre-Cosío, eds., *Unidad funcional de Manejo de Jaiba Verde*. Conservación Internacional México, A. C., 62 pp.

Montemayor-López, G., J. G. Jiménez-Rodríguez., I. Salazar-Navarro., V. Macías-Sánchez. y A. Ramos-González. 2002. Propuesta de Plan de Manejo para la

pesquería de jaiba en el litoral del Pacífico noroeste mexicano. SAGARPA. Instituto Nacional de la Pesca. 15 p.

- Nevárez Martínez, M., J. López Martínez, A. Cervantes Valle, E. Miranda Mier, R. Morales Azpeitia y M. Anguilano Carrasco, 2003. Evaluación biológica y pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora. Pp 125-138, in: M.E. Hendrickx, Ed. Contribution to the Study of East Pacific Crustaceans. Vol. 3. Inst. Cienc. Mar. Limnol., UNAM, México. ISBN 970-32-2187-4. Pp. 169-175.
- Norse, E. A., 1977. Aspect of the zoogeographic distribution of *Callinectes* (Brachyura:Portunidae). *Bull. Mar. Sci.* 27 (3): 440-447.
- Olmi III, E. J. y J. M. Bishop, 1983. Variations in total width-weight relationships of blue crabs *Callinectes sapidus* in relation to sex, maturity, molt stage and carapace form. *Jour. Crust. Biol.* 3 (4): 575-581.
- Pajuelo, J.M. y J.M. Lorenzo. 1998. Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pises: Sparidae) off the Canary Island. *Fish. Res.* 36(2 y 3): 75-86.
- Paul, R. K., 1977. Bionomies of crabs of the genus *Callinectes* (Portunidae) in a lagoon complex on the Mexican Pacific coast. Ph.D. Thesis. University of Liverpool. Inglaterra. 136 p.
- Paul, R. K., 1981. Natural diet feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura: Portunidae). *Mar. Ecol.* 6: 71-99.
- Paul, R. K., 1982a. Observations on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura: Portunidae) in the Gulf of California, México. *Crust.* 42(1): 96-100.
- Paul, R. K., 1982b. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda-Brachyura: Portunidae) in lagoon system on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine Coast and Shelf Science.* 14: 13-26.
- Paul, R. K. G., A. B. Bowers and F. J. Flores Verdugo, 1983. Growth and ecdysis of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway (Decapoda: Brachyura), with reference to the exploitation of soft-shell crabs in Sinaloa, México. Reporte final. Department of Marine Biology, Universidad de Liverpool, Port Erin,

Isle of Man, Great Britain e Instituto de Ciencias del Mar, Estación Mazatlán, Sin. México. 74 pp.

- Pauly, D., 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. En: R. Froese and D. Pauly (eds). Fishbase 1998: concepts, design, and data sources. ICLARM, Manila, Philippines. 293 p.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish "stock" J. Cons. CIEM. 39.2:175-192.
- Pineda, B. J., A.J. Diaz de León C. y F. Uribe O., 1981. Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interreptus* (Randall, 1852) en Baja California. Instituto Nacional de la Pesca. Depto. De Pesca. México *Ciencia Pesquera*, 1: 99-118.
- Quijano, A. D., 1985. Fecundidad y crecimiento de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, en el sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 65 p.
- Ramírez Félix E., J. Singh Cabanillas, H. Gil López, S. Sarmiento Náfate, I. Salazar Navarro, G. Montemayor López, A. García Borbón, G. Rodríguez Domínguez y N. Castañeda-Lomas, 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes spp.*) en el Pacífico Mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. CONAPESCA-INP, SAGARPA. 48 pp.
- Reige, H.A. y H. F. Henderson, 1973. Towards a broad ecological model of fish communities and fisheries. *Trans. Am. fish. Soc.*, 1021:56-72 pp.
- Reyes, B. E.N., 2004. Dinámica poblacional de la jaiba azul *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) y la jaiba verde *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) en la Bahía de las Guásimas, Sonora, México. Tesis de Maestría, DGECyTM. México 73 p.
- Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Dept. of environm. Fish. And Mar. Serv. Ottawa. 382 p.
- Roden, G. I., 1961. La circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. *Geofísica Internacional*. 1(3):55-76.

- Rocha, A., S. Cházaro y P. M. Miller, 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) en seis cuerpos de agua costeros del Estado de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 19(1): 33-41.
- Rosas-Vázquez C. y A. Sánchez-Zamora, 1994. Fisiología de la adaptación de crustáceos decápodos al ambiente lagunar costero. 305-332, En: De la Lanza E. G y C. Cáceres-Martínez (Eds.). *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. UABCS. México. 525 pp.
- SAGARPA, 2004. Carta Nacional Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de la Pesca. 128 p.
- Salazar, T. J., 1980. Contribución al conocimiento de la biología y algunos aspectos pesqueros de dos especies de jaibas *Callinectes arcuatus* Ordway (1863) y *Callinectes taxotes* Ordway (1863) de la laguna de Caimanero, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura CICIMAR-INP, 89 p.
- Salazar I., V. Macías y A. Ramos, 2003. Estudio Biológico pesquero para el manejo sustentable de la pesquería de jaiba *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) y *C. arcuatus* (Ordway, 1863) en las bahías de Topolobampo, Navachiste, Santa María La Reforma, Ensenada el Pabellón-Altata y Ceuta en las costas de Sinaloa, México. Periodo: enero de 1999 a diciembre de 2001. Doc. Técnico. SAGARPA. INP. CRIP Mazatlán, 42 p.
- Salgado, J. M., F. Asencio B. y V. C. García, 1994. Algunos aspectos biológicos-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la laguna de Cuyutlán, Colima. SEPESCA/INP/CRIP MANZANILLO. *Boletín informativo* 13: 15-27.
- Sánchez-Ortiz, C. A. y J. Gómez-Gutiérrez, 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. *Rev. Inv. Cient.* UABCS 3 (1): 47-60.
- SEPESCA, 1992. Manual de métodos de muestreo y evaluación de poblaciones de moluscos y otros recursos bentónicos. Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F. 73 p.
- SEPESCA, 1994. Biotecnología para el cultivo de la jaiba. *Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de la jaiba*. SEPESCA/UNAM. México. 95 p.
- Shepard, F. P., 1973. *Submarine Geology*. Harper and Row Publisher. New York. 517 p.

- Silva, S.S. de, J. Moreau, U. S. Amarasinghe, T. Chookajom y R.D. Guerrero, 1991. A comparative assessment of the fisheries in lacustrine inland waters in three Asian countries based on catch and effort data. *Fish. Res.*, 11(2):177-189
- Sparre, P. y S. C. Venema, 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 – Manual. Documento Técnico de pesca. FAO. 306/1 Valparaíso, Chile. 420 p.
- Statistica, 1999. Manual del usuario. Microsoft inc. USA.325 p.
- Tagatz, M. A., 1968a. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(1): 17-33.
- Tagatz, M. A., 1968b. Growth of juvenile blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(2): 281-287.
- Udden, J.A., 1914. Mechanical composition of clastic sediments. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25:655-744
- VAN ENGEL, W. A., 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 2. Reproduction, Early Development, Growth and Migration. *Commercial Fisheries Review*. 20 (6): 6-17 pp.
- Van Engel, W. A., 1990. Development of the reproductively functional form in the male blue crab, *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science*. 46(1): 13-22
- Villareal, Ch. G., 1992. Algunos aspectos de la biología de *Callinectes arcuatus* (Crustácea: Decápoda: Portúnidae) en el delta del Río Colorado. México. *Proc. San Diego Soc. Nat. Hist.* 10: 1-4.
- Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30:377-392
- Williams, A. B., 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fisher Bull.* 72 (3): 685-798