



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Centro Universitario de la Costa

**CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA
JAIBA
Callinectes arcuatus Ordway,
EN EL SUR DE NAYARIT Y NORTE DE JALISCO,
MÉXICO**

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
PESQUERA CON ORIENTACIÓN EN IMPACTO AMBIENTAL

PRESENTA
Bíol. Rosa María Chávez Dagostino

Bahía de Matanchén Nayarit, diciembre de 1998

*A MIS PADRES
ROSA Y MIGUEL*

*A MI ESPOSA Y HIJOS
MIGUEL JUAN, ANGELICA Y PEPE*

AGRADECIMIENTOS.

A mi director de tesis Dr. Mario Oliva Suárez de la Universidad de la Habana, por su apoyo constante en todas las fases del trabajo,

A los asesores Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, Dr. Humberto Vega, M. en C. Fabio Cupul Magaña y M. en C. Amílcar Cupul Magaña,

A Bernardo Hernández y su grupo de trabajo del ITMAR, Veracruz; a Fernando Vega Villasante del CIBNOR, B.C.S., a Isis Fernández Luna de la Universidad de la Habana, por compartir sus valiosas experiencias en este trabajo y muy especialmente a Zolla Yolanda Pérez y al Guero, por su colaboración en el trabajo de campo,

A la Estación de Biología Marina y Pesquera Dr. Enrique Beltrán de la Cruz de Huanacaxtle, por permitir parte del trabajo experimental en sus instalaciones; a la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit por el apoyo para la realización del trabajo de campo en la Bahía de Matanchén y a la Cooperativa Pesquera de Cruz de Loreto, Jal., por las facilidades que otorgaron para la captura de las jalbas,

Al Dr. Armando Soltero Macías, exRector del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, por promover el desarrollo de las áreas relacionadas con la acuicultura, pesquerías y biología marina y permitirme el desarrollo en esas áreas,

A todos los que de alguna forma intervinieron para que este trabajo fuera realidad: Claudia Figueroa, Edmundo Andrade, Beatriz Salazar, Cynthia Andrade, Marcela Preclado, Lilliana Bojórquez y mis compañeras de Maestría Yolanda González y Elizabeth Reyes.

Finalmente agradezco a Miguel Ochoa, Juan, Angélica y Pepe por su paciencia.

CONTENIDO.

1 INTRODUCCION.	1
1.1 Antecedentes	6
1.1.1 Distribución y habitat	6
1.1.2 Características poblacionales	6
1.1.3 Crecimiento y ciclo de muda	9
1.1.4 Ciclo de muda y enzimas digestivas	13
1.2 Objetivos	14
2 AREA DE ESTUDIO.	
2.1 Localización	15
2.2 Climatología	15
2.3 Hidrología	15
3 MATERIALES Y METODOS	
3.1 Características de la población	17
3.2 Muda y crecimiento	19
3.2.1 Diseño experimental	19
3.2.2 Descripción de los estdios del ciclo	20
3.3 Inducción a la Muda	23
3.4 Determinación de enzimas digestivas y su relación con el ciclo de muda.	23
4 RESULTADOS	
4.1 Estructura poblacional	26
4.1.1 Proporción de sexos	26
4.1.2 Proporción de tallas	27
4.1.3 Madurez gonadal	28
4.1.4 Jaibas blandas	32
4.2 Relaciones biométricas	33
4.3 Abundancia	36
4.4 Datos fisicoquímicos	40
4.5 Ciclo de muda	41
4.5.1 Variaciones morfológicas	41

4.5.2 Duración del ciclo de muda	45
4.5.3 Incremento de talla y peso	46
4.5.4 Ablación	47
4.6 Enzimas digestivas	47
4.7 Comportamiento en el acuario	48

5 DISCUSION

5.1 Estructura poblacional	50
5.2 Relaciones biométricas	54
5.3 Abundancia	54
5.4 Datos fisicoquímicos	55
5.5 Ciclo de muda	56
5.6 Enzimas digestivas	57

6 CONCLUSIONES

Recomendaciones	60
-----------------	----

	62
--	----

7 BIBLIOGRAFÍA

63

ANEXOS

70

1 INTRODUCCION

Las jaibas son organismos bentónicos que pertenecen a la familia *Portunidae*, viven en aguas estuarinas o marinas someras y forman parte de las pesquerías ribereñas de varios países (Ruiz *et al*, 1985). Estos crustáceos decápodos son de caparazón más ancho que largo y el último par de patas llamadas pleópodos, están adaptadas para nadar ya que los dos últimos segmentos (propodio y dactilo) son aplanados. Además presentan ligera heteroquelia y catorce dientes triangulares frontales, característica que los distingue de otras especies.

El nombre de *Callinectes* proviene de los vocablos griegos *kalos* (fuerte) y *nektes* (nadador) y del latín *arcuatus* (arqueado). Williams (1974) hizo la revisión del género *Callinectes* y determinó que incluye 14 especies, distribuidas 11 en el Océano Atlántico y 3 en el Océano Pacífico, de las que solamente cuatro especies no se encuentran en territorio mexicano: *C. maracaiboensis*, *C. gladiator*, *C. exasperatus* y *C. latimanus*. La especie ha sido descrita varias veces por lo que presenta sinonimias: *C. pleuriticus* Ordway, 1863; *C. nitidus* Milne Edwards, 1879; *C. dubia* Kingsley, 1879 y *C. diacanthus* Young, 1900.

En aguas mexicanas, las jaibas del género están representadas por 10 especies (Fig. 1) de las cuales seis tienen importancia comercial por su distribución y tallas alcanzadas: *Callinectes sapidus*, *C. rathbunae* y *C. bocourti* en el Golfo de México y *C. arcuatus*, *C. bellicosus* y *C. toxotes* en el Pacífico, mismas que se capturan durante todo el año (no están sujetas a veda) para ser utilizadas enteras, congeladas o en forma de pulpa (Ramírez y Hernández, 1990; INP, 1997) y en forma blanda, solamente las especies del Golfo, cuyo aprovechamiento apenas inicia. Aunque en los últimos 10 años, la captura de jaiba se ha triplicado, habiéndose capturado 7,999 toneladas en el año de 1987 y 24,485 toneladas



Figura 1. Distribución del género *Callinectes* en México

en 1997, la pesca de la jaiba sigue siendo poco practicada. Por otro lado, la participación anual por litoral en la producción de jaiba en el país, es actualmente mayor para el Golfo de México y Caribe, que capturan en conjunto un poco más de las 14,000 toneladas en peso vivo, contra 10,073 en el Pacífico, sin embargo, durante los años 1990, 1995 y 1996, casi igualaron su producción ambos litorales (Anexo 2).

De acuerdo con los registros del INP para 1997 en el Pacífico, la captura en toneladas peso vivo fue de 26 para Jalisco y de 13 para Nayarit, ambas superadas por los demás estados costeros del mismo litoral, a excepción del estado de Michoacán, que no presenta registro para este año (Anexo 3).

Para nuestro país el recurso jaiba significa el 1.56 % de las pesquerías totales, hecho que le confiere el octavo lugar en cuanto a volumen en peso desembarcado durante 1997, siendo el estado de Veracruz el primer productor (Anexos 4 y 5).

Maduro (1974, citado en Ruiz *et al, op cit*) estimó que cerca del 90% de las jaibas que se consumen a través del mercado establecido, provienen del Golfo de México, específicamente de Veracruz y Tamaulipas. En Sinaloa, Nayarit y Jalisco, el aprovechamiento de jaiba se reduce a los pescadores y sus familias, como camada y ocasionalmente por establecimientos locales de mariscos preparados. Además, gran parte de esta captura, no se registra en la estadística pesquera.

La poca captura de jaiba en el Pacífico, se debe en parte a que el esfuerzo pesquero en las lagunas costeras de la zona, está dirigido casi en su totalidad a los camarones peneidos, no obstante, la jaiba puede perfilarse como un importante recurso alimenticio, generando una alternativa laboral y económica, sin embargo, los estudios poblacionales de *C. arcuatus* son escasos para Nayarit y Jalisco (Paul, 1981b), hecho que dificulta el establecimiento de una pesquería estable.

Por otro lado, uno de los aspectos más importantes en la vida de los

crustáceos es el crecimiento, mismo que se efectúa mediante mudas periódicas del exoesqueleto en un proceso conocido como ciclo de muda o ecdisis, que constituye la única posibilidad de aumentar de talla como resultado de los procesos de crecimiento que suceden en el resto del ciclo mediante la incorporación de moléculas estructurales a velocidades superiores a las que otras son degradadas, así, el organismo va elaborando una nueva cutícula debajo de su caparazón, mismo que se desecha y el nuevo se expande para alcanzar una talla mayor (Camerón, 1985).

El ciclo de muda se caracteriza por una fase larga y de no-crecimiento aparente que se denomina intermuda (IM) y por la fase de muda (MO), que es el tiempo que tarda en separar el exoesqueleto del cuerpo, lo que le confiere una textura blanda. Esta fase es muy corta y es precedida por la fase de premuda (PRM) en la que aparecen signos característicos que indican la proximidad de la muda. La muda es seguida de otra fase corta denominada postmuda (POS), en la que el aumento de talla y peso es evidente y el caparazón o exoesqueleto se endurece paulatinamente.

De forma general, el crecimiento en los crustáceos está regido por la presencia de mudas sucesivas, que son el resultado de la interacción de un par hormonal antagónico: una producida por el complejo neurosecretor órgano X - glándula del seno, situada en los pedúnculos oculares, denominada HORMONA INHIBIDORA DE LA MUDA y la otra llamada HORMONA DE LA MUDA O ECDISONA, situada en el órgano Y, localizado en la región anterior y ventral en *Callinectes sp* (Chang y O'Connor, 1978). Es por ello que para acelerar la muda en los crustáceos, se realizan ablaciones de los pedúnculos oculares eliminándose así, la presencia de la hormona inhibidora por lo que la hormona estimuladora de la muda, actuará libremente.

En dinámica de poblaciones, el crecimiento se define como el incremento de talla o peso de los individuos con respecto al tiempo. Los propósitos del cálculo del crecimiento de individuos en una población, son el pronóstico del tamaño que éstos alcanzarán en un tiempo determinado, el conocimiento de los efectos de las condiciones ambientales y la administración del recurso. El

crecimiento puede expresarse en aumento de talla y peso absoluto o porcentual, durante un tiempo determinado, sin embargo, el crecimiento relativo es descrito generalmente por ecuaciones de crecimiento alométrico e isométrico mediante ecuaciones de regresión (Lackey y Hubert, 1983). Los datos morfométricos pueden utilizarse para distinguir hembras de machos u organismos jóvenes (inmaduros) de organismos sexualmente maduros.

Aunque los organismos de la misma especie presentan semejanzas en la forma del cuerpo y por lo tanto en la forma de crecimiento relativo, las variaciones pueden explicar diferencias intraespecíficas relacionadas con las condiciones ambientales. El análisis morfométrico también se utiliza en la identificación de especies y el establecimiento de tallas de captura para especies de interés comercial (García-Montes *et al*, 1987).

Por otra parte, las enzimas digestivas juegan un papel decisivo en la nutrición de los crustáceos, por lo que su conocimiento reviste un especial interés al relacionarlo con el ciclo de muda en los cultivos de jaiba. La producción de estas enzimas muestra un patrón cíclico mismo que debe modificarse en cuanto a la secreción enzimática con relación al estadio del ciclo de muda en que se encuentra el organismo, ya que en fase de premuda la alimentación de los organismos disminuye considerablemente.

Muchas especies presentan variaciones estacionales y a lo largo del día (fotoperíodo) condiciones que funcionan como un botón externo, que inicia distintos procesos bioquímicos y fisiológicos. Las variaciones cíclicas de las variables bioquímicas han sido de interés científico desde el inicio del siglo y han sido reconocidas como parte principal de la fisiología de crustáceos, donde el estímulo de la luz juega un papel importante (Fañuá-Moles *et al*, 1992; Fuentes-Pardo *et al*, 1992).

El presente documento, intenta ofrecer un panorama del recurso en la costa norte de Jalisco y sur de Nayarit, con la finalidad de aportar datos que permitan determinar el potencial de aprovechamiento en forma tradicional y alternativa, así como en su manejo.

1.1 Antecedentes.

Si bien los estudios que se han realizado en jaibas en general son abundantes, destaca principalmente la bibliografía relacionada con la especie *C. sapidus*, que es la que ha sido más estudiada en el Atlántico por los investigadores norteamericanos y mexicanos, debido a su consumo desde el siglo pasado por los pobladores de la costa este de los Estados Unidos de Norte América y más recientemente en el Golfo de México. En el litoral del Pacífico mexicano, los estudios son menos abundantes y reportan en general, datos sobre captura, fecundidad, biometría, crecimiento y distribución de las especies *C. arcuatus*, *C. toxotes* y *C. bellicosus*.

1.1.1 Distribución y habitat.

El rango de distribución geográfica para *Callinectes arcuatus* es desde Los Ángeles California, hasta Mollenda, Perú, incluyendo las Islas Galápagos y el Golfo de California (Garth y Stephenson, 1966 citado en Hendrickx, 1981).

Esta especie muestra adaptación a un amplio espectro de condiciones ambientales como la temperatura, por lo que presenta una distribución más extensiva que las otras especies del mismo género en el Pacífico. Vive en estuarios y sistemas lagunares costeros o aguas marinas costeras, cerca de la boca de los ríos y en la plataforma continental hasta unos 40m de profundidad, sobre fondos lodosos y lodosos-arenosos (Fisher *et al*, 1995). Hendrickx (*op cit*) estudió la fauna marina y costera con respecto a la familia Potunidae, al sur de Sinaloa, donde *C. arcuatus* fue colectada en todos los ambientes, mostrando gran abundancia con relación a las demás especies capturadas.

1.1.2 Características poblacionales.

Mediante la revisión de 199 lotes con un total de 655 ejemplares, Rathbun en 1938 (citado en Williams, *op cit*) encontró que la talla máxima para hembras

era de 11.4 cm y para machos de 12.3 cm de ancho total. Maduro (citado en Ruiz *et al*, *op cit*), Estévez (1972) y Paul (1977), no reportan ejemplares mayores de 13.0 cm, aunque Fisher *et al* (*op cit*), reporta un ejemplar macho de 15cm.

Desde la década de los sesentas, existen trabajos en el Pacífico mexicano, sobre crustáceos decápodos. Los primeros estudios en la familia *Portunidae* fueron realizados por Paul (*op cit*, 1981a y b, 1982 y 1983) en el estado de Sinaloa y algunos otros en el Golfo de California, trabajos en los que se incluyen aspectos biológicos y pesqueros de *C. arcuatus* y *C. toxotes* entre otros, aprovechando la captura de estos crustáceos, como fauna de acompañamiento del camarón.

Paul en 1977, propuso que la madurez sexual ocurre entre los 5 y 7 meses a partir de juveniles de menos de 1.0 cm y Quijano-Fernández (1985) establece de 2 a 3 meses, pero a partir de juveniles de 3.0 cm.

Ruiz *et al* (*op cit*), analizaron las características biométricas de *C. arcuatus* en el estero El Sábalo en Sinaloa y la selectividad de las redes con respecto a tallas y sexo, así como madurez sexual en hembras. En su trabajo no pudieron estimar el potencial pesquero de la jaiba, sin embargo hacen la observación de que Paul (*op cit*) sobrestima el recurso en el Sistema lagunar Huizache-Caimanero, ya que su muestreo no fue aleatorio. Estiman una duración del crecimiento de 8 a 9 meses, aunque no especifican a partir de que etapa.

Dittel *et al* (1985), estudiaron las características poblacionales de *C. arcuatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, encontrando predominancia de las hembras. Las hembras adultas fueron abundantes en las regiones más estuarinas del golfo durante la temporada de lluvias, pero parecían migrar a las partes bajas del golfo, en temporada seca.

En 1986, Solano-Azar estudió la distribución, abundancia y algunos aspectos biométricos de *C. arcuatus* en la plataforma continental de Sinaloa y norte de Nayarit. También en el estado de Sinaloa, en el estero La Sirena, Sánchez-Valdés *et al* (1987) reportan relaciones biométricas, selectividad del

arte de pesca y longitud de primera captura, así como algunas características poblacionales para la misma especie.

Se han realizado algunos trabajos de investigación, orientados en parte, a la protección de la especie. En la Laguna de Pueblo Viejo en Veracruz, Reyes-Rodríguez (1989), reportó datos sobre estructura poblacional, abundancia relativa, factor de condición, reclutamiento y relaciones biométricas, de *C. rathbunae* y *C. sapidus*, basándose en registros que evidenciaron un decremento en las tallas de captura en las pesquerías comerciales. Wenner y Daugherty (1990), estudiaron la pesquería de la jaiba azul del Atlántico, basándose en la captura de machos con el fin de proteger la especie, bajo la hipótesis de que la presión sobre los machos impediría que las hembras fueran inseminadas, encontrando que en la mayoría de las hembras adultas se habían apareado, por lo que, la habilidad para almacenar esperma viable y la fecundidad alta, son estrategias reproductivas que permiten perpetuar la progenie de la especie, aún en una pesquería cuyo blanco son los machos. También, con base a la observación de ejemplares pequeños, en las capturas comerciales de jaiba del Golfo de México, Loran-Nuñez *et al* (1993) determinaron la talla mínima de captura, época de reproducción y parasitismo, con el fin de no afectar el reclutamiento de nuevos individuos y mantener la pesquería activa.

Relacionado con su cultivo, sólo se ha realizado en el Golfo de México y generalmente en forma de semicultivos, en flotadores de madera y estanques utilizando la jaiba prieta y la azul principalmente (Ramírez y Hernández, *op cit*; Hernández-Bernal, 1996) y no se tienen registros de tal actividad en el pacífico mexicano, por lo que no existen ejemplos en *C. arcuatus*. Con la finalidad de promover la utilización del recurso jaiba y en base a los trabajos de varios investigadores en México, la Secretaría de Pesca (1994), publicó un documento donde se describe como desarrollar un cultivo de jaiba desde la fase de eclosión. Para ello colectaron jaibas ovígeras que mantuvieron en el laboratorio para el desove, estableciendo la tecnología y diseño para una planta de producción, el tratamiento de agua dulce y marina, así como la técnica del cultivo de microalgas que sirven de alimento a los rotíferos, que a su vez alimentan a las jaibas.

El trabajo más reciente sobre biología pesquera para el género en el Pacífico, es el de Alejo-Álvarez (1997), quien analizó con fines de cultivo y como parte de un proyecto de producción, las características biométricas, el crecimiento e influencia de los factores fisicoquímicos sobre éste, en la especie *C. toxotes*, en el Pacífico mexicano.

1.1.3 Crecimiento y ciclo de muda.

Sobre el crecimiento en jaibas, relacionado con el ciclo de muda, son pocos los trabajos que se han realizado fuera de la especie *C. sapidus* y aún menos los que se han realizado en el Pacífico.

Mucho antes de que los europeos se establecieran en la región de la Bahía de Chesapeake en el este de los Estados Unidos en el siglo XVII, los amerindios de Maryland y Virginia habían aprendido ya a saborear el delicado sabor y textura de la jaiba blanda (Wear, 1990) por lo que eran observadores experimentados del proceso de ecdisis y crecimiento de jaibas y otros crustáceos.

Debido al creciente interés por aprovechar estos organismos en forma blanda, diversos autores han realizado investigaciones sobre el ciclo de muda en crustáceos, entre ellos se encuentran los trabajos realizados por Drach (1939), Drach y Thermigovtzeff (1967) y Oliva *et al* (1988).

Para el género *Callinectes*, se encuentran varios autores y los trabajos que han contribuido a la explicación y descripción del ciclo de muda, han sido los de Perry *et al* (1982), Stevenson (1985), Freeman *et al* (1987) y Ramírez y Hernández (*op cit*).

La determinación de los estadios o fases del ciclo de la muda, ha sido objeto de estudio por diversos autores; en el género *Callinectes* Freeman *et al* (*op cit*) estudiaron los estadios del ciclo de muda con respecto a la posmuda e intermuda en *C. sapidus*, examinando diariamente los cambios microscópicos de la cutícula de acuerdo a las cinco fases propuestas por Drach (1939; citado en Freeman *et al*, *op cit*).

El promedio de duración del ciclo de muda lo establecieron como de 38 días, para jaibas de 4.0 a 12.0 cm de ancho total. Utilizaron el criterio de maleabilidad de las espinas laterales con el fin de identificar la posmuda, pasando ésta por tres suestadios; los dos primeros transcurren en 3 hrs aproximadamente, mientras el tercero demora de 4 a 8 hrs. La internuda fue clasificada, teniendo en cuenta los grosores de la cutícula debido a la presencia de diversas capas como la exocutícula, endocutícula y capa membranosa, según la clasificación propuesta por Aiken en 1980.

Por otro lado, el tiempo de duración para completar un ciclo en *Callinectes sapidus* fue de 37 días para organismos entre 8.0 y 15.0 cm (Freeman *et al*, *op cit*) mientras que Havens y McConaughy (1990) en esta misma especie, pero con ablación bilateral establecieron una duración del ciclo de entre 45 y 54 días, para organismos con un ancho total de 12.0 cm.

Autores como Freeman *et al* (*op cit*) plantean que el tiempo de duración del ciclo es proporcional al ancho total, hasta alcanzar una determinada talla (60 mm), logrando su tamaño máximo después de 30 mudas (Costlow y Bookhout, 1959; Tagatz, 1968).

Paul *et al* (*op cit*), postula para *C. arcuatus*, que en el sistema lagunar de Huizache-Caimanero, Sinaloa, incrementa la anchura de su caparazón a diferentes velocidades según se trate de hembras o de machos, a velocidades de 1.78 cm por mes para machos y de 1.54 cm para hembras, datos que superan a los obtenidos por el mismo autor en 1977, mismos que fueron estimados a partir de frecuencia de tallas en poblaciones naturales. Quijano-Fernández (*op cit*) registró incrementos de anchura de cefalotórax de 1.0 cm/mes en los machos y de poco más de 0.8 cm/mes en las hembras, ocupando un factor determinante la salinidad baja, ya que el organismo absorbe mayor cantidad de agua (Van Engel, 1958).

Pyle y Cronin (1950) y Van Engel (*op cit*), el apareamiento en las jaibas ocurre en las hembras una sola vez en la vida, el esperma es guardado en los receptáculos seminales y puede ser usado cada vez que la hembra

produzca huevecillos (2 o más veces en el año), éste último autor, demostró que en *Callinectes sapidus*, las hembras mudaban de 18 a 20 veces desde la fase de megalopa, hasta antes de alcanzar la talla de madurez sexual, al igual que al igual que los machos, pero con la diferencia que éstos mudan 3 o 4 veces más. Quijano-Fernández (*op cit*) encontró que *C. arcuatus* alcanza la madurez sexual después de dos o tres meses, a partir de juveniles de 3.0 cm de ancho total.

Con respecto a la madurez sexual, Churchill en 1919, revisó las características externas de madurez para hembras, observando que estas presentan el abdomen triangular con la mayoría de los segmentos fusionados cuando son inmaduras, pero en la muda terminal de maduración, los segmentos se vuelven libres, se oscurecen y redondean. Estévez (*op cit*) juzgó por sus registros, que la madurez sexual en hembras se alcanza entre los 2.8 y 3.4 cm de largo, pero se han registrado hembras ovigeras más pequeñas, con un largo de 2.3 cm y ancho total de 5.2 cm (Williams,*op cit*).

Por otra parte, Olmi (1984) describió a una hembra adulta de *C. sapidus* en proecdysis y establece que a pesar de la gran cantidad de jaibas que se manejan anualmente en E.U., la ocurrencia de ejemplares en proecdysis o ecdysis es muy rara.

Dittel y Epifanio (1984) estudiaron en Costa Rica el crecimiento y desarrollo de *C. arcuatus*, desde la fase zoea hasta la etapa juvenil y calculó 301 días a partir de esta etapa para alcanzar la madurez sexual en condiciones de laboratorio. También encontraron ocho etapas zoea diferenciadas antes de transformarse en megalopa, a diferencia de *C. sapidus* que presenta 7, aunque algunos autores como Wear (*op cit*) establecen 8 también.

Ramirez y Hernández (*op cit*), estudiaron la factibilidad de producción de jaiba suave en flotadores de madera en la Laguna de Alvarado, Veracruz y describieron 12 indicadores de premuda para *Callinectes sapidus* y *C. rathbunae*.

En el estudio de la muda y apareamiento, se han encontrado conductas

de selección de hábitat. Shirley (1990), encontró en Maryland que las jaibas azules hembras en proceso de maduración, prefieren las venas de menor afluente de los esteros, mientras que los machos prefieren las partes someras de los afluentes principales.

Havens y McConaughy (*op cit*), estudiaron la hipótesis de que las hembras maduras no entran en una ecdisis terminal. Utilizando indicadores obtenidos por inducción a la muda, mediante ablación del pedúnculo ocular, distribución de frecuencia de tallas, desarrollo gonadal y regeneración de apéndices de animales colectados determinaron que si se da al menos una muda más, después de la madurez sexual y que ésta depende de las condiciones ambientales.

Algunos autores como Smith (1990), han estudiado la relación que tiene la pérdida de apéndices con la muda y el crecimiento, sobre la base de que el crecimiento en los crustáceos depende de la duración de la fase de intermuda. Ary *et al* (1987) demostraron en *C. sapidus* que la quelotomía reduce el incremento de talla y peso durante la muda. Otro aspecto relacionado, que ha sido analizado con fines de cultivo, es el balance energético y la medición de la amplitud del crecimiento en función de la ingesta, metabolismo, excreción y ecdisis (Rosas y Vanegas, 1993)

Por otro lado, en la bahía de Chesapeake, EUA, se han realizado numerosos estudios poblacionales y de fisiología en *Callinectes sapidus*: de Fur (1990) estudió la respiración durante la ecdisis, estableciendo que a salinidades menores de 26‰, la tensión del oxígeno en la sangre decrece de 83 en intermuda a 15 mm Hg en la etapa de muda, también determinó una ganancia del 81% de peso después de la muda debido a la absorción de agua por los tejidos, regulando la concentración osmótica del fluido extracelular por transporte activo de iones inorgánicos en contra de un gradiente de concentración. Así, el gradiente iónico y osmótico entre sangre y agua incrementa mientras la jaiba migra hacia los esteros en aguas más diluidas, por lo que se necesita gastar mayor energía para impedir la pérdida de iones y adsorción de agua.

1.1.4 Ciclo de muda y enzimas digestivas

Eventos como la muda parecen estar basados en ritmos endógenos de crecimiento, sensibilidad a la luz y en ritmos circadianos (Castañon-Cervantes *et al*, 1995). Los primeros estudios de actividad circadiana de las enzimas digestivas en crustáceos fueron desarrollados por Hirsh y Jacob (1929) y más tarde por Van Weel (1960). El desarrollo de este aspecto en la fisiología de invertebrados contribuyó a demostrar la influencia de las condiciones ambientales en la actividad enzimática de crustáceos. Los estudios sobre las enzimas digestivas durante la fase de intermuda, han mostrado grandes variaciones en la actividad enzimática sobre todo en camarones (Van Wormhoudt *et al*, 1972; Van Wormhoudt, 1974; Galgani, 1983). Estas variaciones son controladas por factores internos y externos (Van Wormhoudt, 1983). Algunos estudios demostraron que la actividad de la quitinasa, amilasa y proteasa, decaen antes de que el camarón mude (Jeuniaux, 1960; Van Wormhoudt *op cit*; Galgani *op cit*).

De acuerdo con Van Wormhoudt (*op cit*), dos factores principales podrían participar en los ritmos de secreción de las enzimas digestivas: el factor trófico y el ritmo interno. Ambos pueden ser ajustados por variaciones ambientales, especialmente por condiciones de luz.

Si bien ya se mencionó que existen pocos estudios sobre fisiología y ciclo de muda en *C. arcuatus* (Fernández *et al*, 1996), sobre la actividad enzimática digestiva en jaibas azules son aún más raros (Dendinger, 1987). En adición, no existen reportes concernientes a la actividad enzimática digestiva relacionada con el ciclo de muda en especies del género *Callinectes*.

1.2 Objetivos

General

- Contribuir al conocimiento del recurso *Callinectes arcuatus* en los estados de Jalisco y Nayarit para establecer las posibilidades de su utilización en forma fresca y blanda.

Particulares

- Conocer las características de la estructura de población como: composición por tallas, proporción de sexos, distribución anual, madurez gonadal y abundancia .
- Describir las variaciones morfológicas durante el crecimiento mediante el proceso de ecdisis.
- Analizar la actividad de las enzimas digestivas y su relación con el ciclo de muda.

2 AREA DE ESTUDIO

2.1 Localización.

La Bahía de Matanchén se localiza en la costa del Pacífico Mexicano al sur del estado de Nayarit entre los 21° 25' 25" y 21° 30' 40" de latitud N y los 105° 12' 00" y 105° 15' 00" de longitud W.

La bahía está delimitada en su parte norte por Punta Caleta y Punta El Caballo al sur y entre éstas existe una distancia en línea recta de 10.5 km aproximadamente (Fig.2).

2.2 Climatología.

El área de estudio se encuentra en una zona de clima cálido subhúmedo con una precipitación media anual que fluctúa entre 1,000 y 1,500 mm, el rango máximo de precipitación pluvial oscila entre los 370 y 480 mm y ocurre en el mes de agosto; el mínimo se presenta en mayo con una precipitación menor a los 5 mm, durante el mes de junio se registra la máxima temperatura fluctuando entre los 30 y 33 grados centígrados. El mes más frío es enero y presenta temperaturas que varían entre los 25°C y 26°C. La temperatura promedio anual es de 22.5°C.

2.3 Hidrología.

Los aportes de agua dulce principales en la bahía de norte a sur son: Estero San Cristóbal, que es alimentado por el río Sauta, el Arroyo De La Palma que desemboca cerca de la población de Aticama y el río Santa Cruz que desemboca en la población del mismo nombre (Palomera,1987).

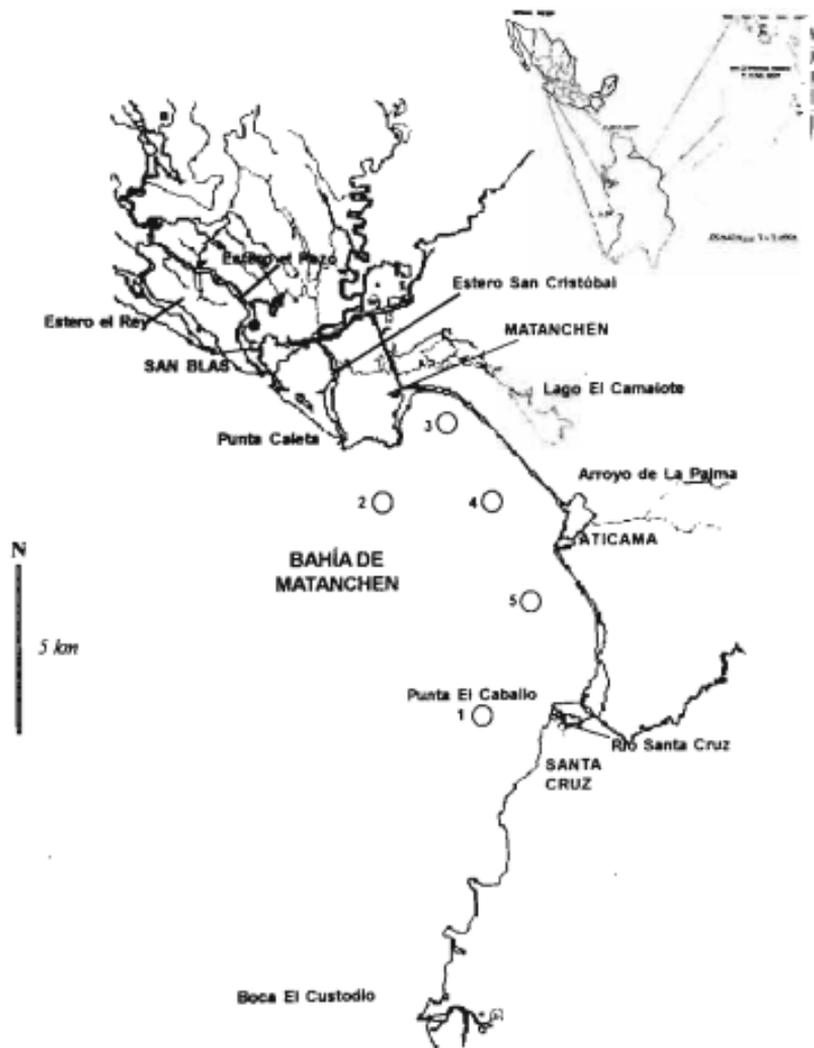


Figura 2. Zonas de muestreo en Nayarit.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo, por la diversidad metodológica, se dividió en tres apartados:

3.1 Características de la población.

Se establecieron cinco estaciones en la Bahía de Matanchén, Nayarit, para cada muestreo, tres someras (3, 4 y 5) de profundidad media de 10 m y dos profundas (1 y 2), de 17.5 m. Las profundidades de arrastre variaron entre los 2.30 y los 27 m.

La colecta de organismos se hizo a bordo de una embarcación tipo panga de fibra de vidrio con 7 m de eslora y con un motor fuera de borda. Se utilizó una red de arrastre de prueba camaronesa tipo "chango" con las siguientes características: angolas 86 de 5 cm, hilo 18 PA, tablas 30 x 60 cm, longitud de malla de 1 plg, cadena acero inox. 5/16 plg; longitud relinga superior: 7.25 m (8 mm o Pp), longitud brida 12.3 m (12 mm o Pp), abertura de trabajo de la red 4.35 m. Boyas 8 tipo OLD # 3 de 225 g Pv. Los arrastres se realizaron durante 30 minutos a velocidad promedio de 2.56 km/hr (1.4 nudos) sobre el fondo.

Una vez concluido el arrastre en cada estación se registraron los parámetros fisicoquímicos de salinidad con un refractómetro YSI Mod. 33 con una precisión de 0.1‰, temperatura y oxígeno disuelto tanto de superficie, como de fondo, utilizando un kit portátil de laboratorio Coming Incorporated Checkmate 90.

Los organismos colectados por la red se depositaron en jabas y las jaibas fueron separadas en bolsas de plástico y etiquetadas. En el laboratorio, las jaibas se identificaron; las de especie *C. arcuatus* se midieron con un calibrador Vernier de 0.02 mm de precisión de espina a espina o ancho total (AT), ancho sin espina (A) y largo (L) (Fig 3), posteriormente se pesaron con una balanza eléctrica OHAUS de 0.005 g de precisión. Con éstos datos se obtuvo la relación

entre las variables peso-ancho total mediante métodos de regresión (Quijano-Fernández, *op cit*).

Se sexaron de acuerdo a la forma del abdomen. El grado de madurez gonadal de machos y hembras se estableció solamente para las jaibas de la especie *C. arcuatus*, levantando el caparazón y observando gónadas de acuerdo a su aspecto físico propuesto por Loran-Núñez *et al* (*op cit*): 3 estadios para machos (0-2) y 5 para hembras (0-4). La talla mínima de captura se estableció también de acuerdo a este autor, mediante tablas de frecuencia acumulada porcentual, determinando así, la protección del 65% de las hembras maduras (estadios 3 y 4).

Se anotó también la fase del ciclo de muda en que se encontraba cada organismo de acuerdo a la coloración y textura del exoesqueleto, desprendimiento de éste o separación fácil de la capa que va a formar el nuevo esqueleto, misma que se observaba al sacrificarse para establecer la madurez gonadal.

Para el resto de las jaibas y fauna acompañante, se registró su número y peso total por grupo utilizando una balanza Okin mod. 002 con capacidad de 2.5 Kg. Éstos datos se utilizaron para calcular la abundancia relativa de las jaibas en cuestión. Con el dato de velocidad y tiempo de arrastre, se estableció la distancia recorrida. El área barrida para cada lance se calculó multiplicando la distancia por la abertura de trabajo calculada de la red y se expresó en hectáreas (González-Sansón *et al*, 1997). La abundancia relativa también se expresó en porcentaje del peso de individuos para todas las jaibas (Reyes-Rodríguez, *op cit*).

Al término de los muestreos, se estudió la composición por tamaño, utilizando la medida de ancho total, que es la que se utiliza como talla mínima de captura y se agruparon los datos en tablas de frecuencia absoluta, separando hembras y machos.

Los datos fueron trabajados en la versión 97 de Excel utilizando funciones de estadística descriptiva.

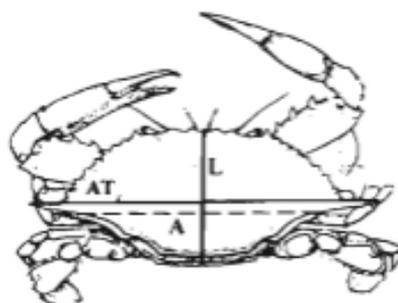


Fig.3. Medidas de ancho total (AT), ancho (A), largo (L)

3.2 Muda y crecimiento

3.2.1 Diseño experimental

Para la descripción del crecimiento y muda de los organismos, se colectaron varios lotes en distintas localidades de acuerdo a su disponibilidad.

El primero fue de jaibillas de 1.1 cm. a 2.8 cm. de ancho total, obtenidas de centros de acopio de camarón, procedentes de las capturas de los larveros en la Bahía de Matanchén, mismas que se sexaron, midieron y pesaron de igual forma. Se mantuvieron durante tres meses en condiciones de laboratorio en recipientes de plástico perforados para mantener la circulación de agua dentro e impedir su desplazamiento. Éstos recipientes se mantuvieron a su vez dentro de tinas rectangulares de fibra de vidrio de 2.5x 1x 0.5 m, con agua de mar aireada permanentemente, la cual era cambiada totalmente una vez al día, justo antes de repartir individualmente el alimento *ad libitum* que consistió en pescado fresco en trozos pequeños. La temperatura del agua y salinidad se mantuvieron entre los 27 y 28°C y 33 y 35‰ de salinidad.

Los recipientes fueron revisados diariamente para observar si existían exuvios y en ese caso se registraba el número, fecha, sexo y nueva talla del organismo. Con éstos datos se determinó el aumento de talla y peso en jaibas jóvenes en cada muda, así como su frecuencia.

El segundo lote se conformó con jaibas procedentes de la Cruz de Loreto, Jal., al sur de Puerto Vallarta (Fig. 4) que fueron capturadas con línea con camada en el estero Agua Dulce a profundidades promedio de 40 cm y algunas provenientes del estero El Chino cerca de San Blas, Nayarit, utilizando aros jaiberos de 60 cm de diámetro con una malla de 1 plg y como cebo pescado fresco.

En total se colectaron aproximadamente 180 ejemplares, que se mantuvieron en forma similar que las anteriores pero solamente 80 del total de las jaibas se marcaron individualmente con círculos de acetato numerados y pegados al caparazón. Por la agresividad de las jaibas, posteriormente, se tuvieron que confinar individualmente en jaulas de malla plástica, con una abertura de 2 cm, donde se revisaron diariamente para monitorear la muda de manera semejante a las jaibillas.

El resto de las jaibas se utilizaron para experimentos de ablación (18) y enzimas digestivas (81).

3.2.2 Descripción de los estadios del ciclo

Para realizar la descripción de los estadios del ciclo de la muda se siguieron los patrones generales de Drach y Tchermigovtzeff (*op cit*), los criterios de Freeman *et al* (*op cit*) y los de Oliva *et al* (*op cit*).

Se utilizó el endopodito del 5to. par de patas (nadadora) en su extremo anterior, éste fue analizado al microscopio estereocópico OLYMPUS entre los 10X y 30X donde se observó el desarrollo de la cutícula y sus diferentes capas, siguiendo el criterio de Aiken (*op cit*), el cual clasifica la cutícula en diferentes capas:

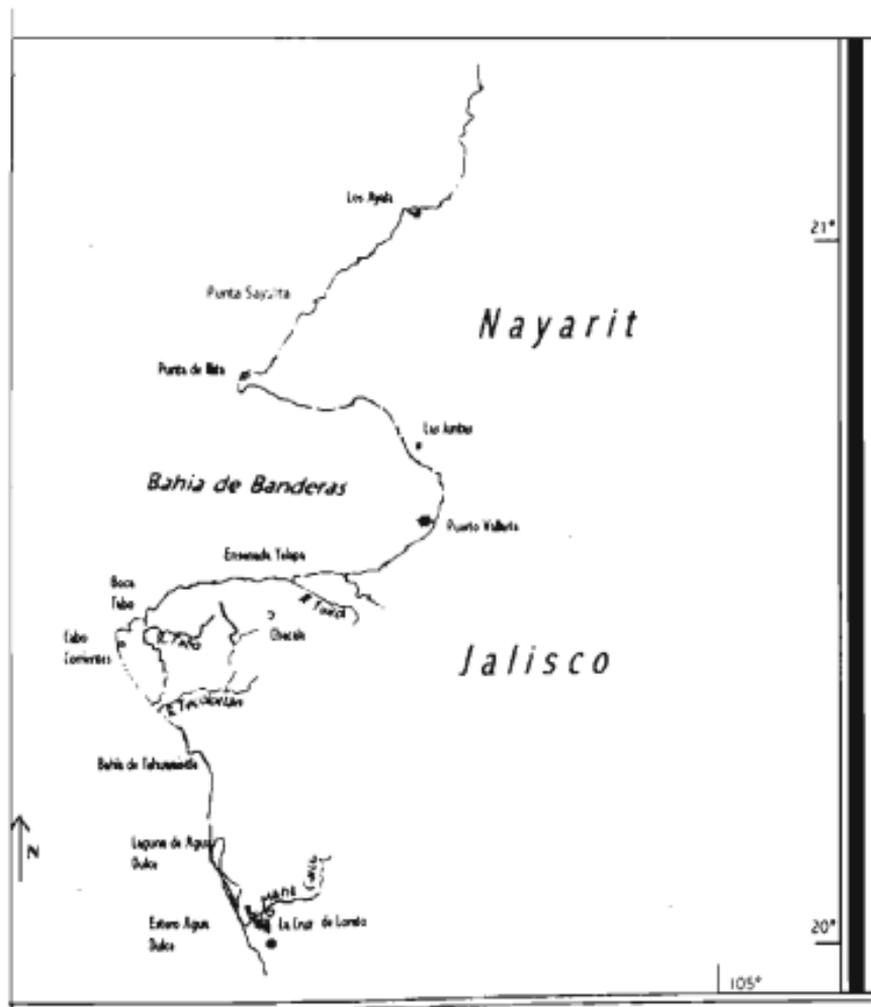


Fig. 4. Localización del Estero Agua Dulce, Jalisco.

Epicutícula : Capa delgada pluriestratificada, formado por lípidos, proteínas, quitina y calcio, se le atribuye una función protectora de ataques bacteriales y la permeabilidad de la cutícula.

Exocutícula: Representa entre el 52 y 55 % de la cutícula, formada por láminas de quitina y proteína, se forma antes de la ecdisis y posteriormente ocurre la calcificación, se denomina también capa pigmentaria.

Endocutícula: Es la capa de la cutícula más interna y está formada por quitina, proteínas y calcio. Se denomina también capa principal.

Capa membranosa: Se diferencia del resto de las capas por su débil espesor, por la ausencia de mineralización y la distribución homogénea de la quitina - proteínas.

Las jaibas del segundo lote que se confinaron en estanques, eran revisadas al microscopio para observar como evolucionaba la cutícula y sus diferentes capas a lo largo del ciclo de la muda, conjuntamente con esto se tomaban criterios de coloración del cefalotórax, abdomen, líneas de fractura y regeneración de apéndices.

Con las observaciones realizadas tanto microscópicas, como macroscópicas, se elaboró un listado de criterios para reconocer la fase de muda en *C. arcuatus*.

Los datos de 137 jaibas de los dos lotes se tabularon utilizando intervalo de clase (AT) de 1.9 cm, con valores medios y desviación estándar por clase con respecto al ancho total, ancho sin espina, largo y peso, así como la duración promedio del ciclo de muda en cada fase y por clase.

Así mismo, se estableció el incremento de talla y peso promedio por clase a través de la observación directa del ciclo.

3.3 Inducción de la Muda.

Los ejemplares seleccionados, en total 19 para ablación, permanecieron en las mismas condiciones que las del segundo lote, en tinas de fibra de vidrio circulares de 1.80 m de diámetro y 1.50 m de altura.

Se utilizó primero la ablación unilateral aplicada a 10 hembras y machos de más de 11.5 cm de ancho total y posteriormente, la bilateral a 9 ejemplares de las mismas características. La ablación consiste en vaciar el contenido del pedúnculo ocular para eliminar parte del órgano que produce la enzima que inhibe la muda. Después de haber realizado una incisión en el mismo con un bisturí, se selló la base del pedúnculo con un hilo de algodón para evitar la pérdida de la hemolinfa.

Se observaron diariamente durante tres meses anotando fecha de muda e incrementos de talla y peso.

3.4 Determinación de enzimas digestivas y relación con el ciclo de muda

Un ciento de organismos *Callinectes arcuatus*, en diferentes estadios del ciclo de muda, fueron capturados en el Estero Agua Dulce en la Cruz de Loreto, Jalisco y transportado a la Estación de Biología Marina y Pesquera "Dr. Enrique Beltrán" en la Cruz de Huanacaxtle, Nayarit. Las tallas y pesos de las jaibas colectadas variaron entre 5.8 y 10.2 cm de ancho total y de 46 a 81 g de peso, respectivamente.

Las jaibas fueron clasificadas de acuerdo a su estadio en el ciclo de muda: intermuda (IM), premuda (PRM), muda (MO) y posmuda (POS), de acuerdo a Fernández *et al*, 1996. Las jaibas en intermuda fueron puestas por 24 horas en estanques circulares de fibra de vidrio de 2 m de diámetro, con agua marina y aireación constante antes de iniciar el experimento. Cada hora, tres jaibas en intermuda fueron escogidas al azar, iniciando a las 19:00 hrs y terminando a las

18:00 hrs del día siguiente. Se aprovechó la fotofase natural del verano con un amanecer a las 6 am y puesta del sol a las 20 hrs. Cada jaiba antes de ser sacrificada se midió y pesó y luego se disectó el hepatopáncreas (HP). También, se tomó una jaiba de cada fase (MO, PRM y POS) y se realizó el mismo procedimiento una sola vez. Los órganos disectados se empacaron, marcaron y almacenaron inmediatamente en nitrógeno líquido en un contenedor especial y se envió al Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste en la Paz, Baja California Sur, en donde fueron procesados.

En el laboratorio se hizo un extracto de HP por cada estadio de muda y de las muestras en interfase obtenidas cada hora sin mezclarlos. Se homogeneizaron utilizando un Potter en baño de agua helada en un buffer de Tris-HCl de pH 7.5, se centrifugaron las muestras (1,500 rpm por 5 min.), se eliminó la fracción lipídica y, el sobrenadante acuoso se recuperó y almacenó a -20°C hasta su utilización. Este extracto se consideró el extracto base o extracto crudo.

Para la determinación de proteínas se utilizó el método de Lowry et al (1951; citado en Vega-Villasante, en prensa) a partir de extracto crudo utilizando albúmina de suero de bovino como estándar.

Los ensayos para determinar la actividad de proteasa en extractos crudos se realizaron de acuerdo al método de Hernández-Cortés, modificado por Vega-Villasante (*op cit*).

La actividad de amilasa temprana fue determinada de los extractos crudos de acuerdo a Nolasco y Vega-Villasante (1992), y la cualificación de acuerdo a Vega-Villasante et al (1993).

La actividad de esta enzima fue expresada como el número de unidades de amilasa por organismos o por mg de proteína (una unidad de amilasa fue definida como la cantidad de enzima requerida para incrementar 0.01 unidades de absorbancia a 550 nm por minuto).

La actividad de la lipasa de los extractos crudos fue determinada de acuerdo al método de Nolasco (no publicado) y cuantificada de acuerdo a Versaw *et al* (1989). La actividad de lipasa fue expresada como el número de proteína (una unidad de lipasa fue definida como la cantidad de enzima requerida para incrementar 0.01 unidades la absorbancia a 540 nm por minuto).

La actividad de la quitinasa, se determinó de acuerdo a Gutpa *et al* (1995), midiendo la producción de azúcares reductores resultantes de la hidrólisis de quitina. La cantidad de quitinasa fue expresada en unidades de quitinasa por organismos o por miligramo de proteína (una unidad de quitinasa se definió como la cantidad de enzima requerida para incrementar 0.01 las unidades de absorbancia a 550 nm por minuto).

Todas las determinaciones para cada enzima se realizaron 3 veces cada una con tres 3 réplicas y, se utilizó ANOVA para analizar los resultados y diferencias entre las medias que fué analizado por el método de LSD (95% de confianza) utilizando el paquete estadístico SPSS.

4 RESULTADOS

4.1 Estructura poblacional

4.1.1 Proporción de sexos.

Para el total de la captura de jaiba *Callinectes arcuatus*, en la Bahía de Matanchén, la proporción de sexos encontrada fue de 328 hembras y 291 machos, predominando en los meses de noviembre y enero las hembras y los machos en el mes de mayo.

En la mayoría de los meses, la captura de hembras fue menor que los machos, salvo los meses de octubre, noviembre, enero y marzo, por lo que la relación promedio mensual de captura de hembras y machos es de 1.26 a 1.0, respectivamente. Se observó una dominancia de hembras de octubre a enero y de machos, de mayo a septiembre. (Fig 5)

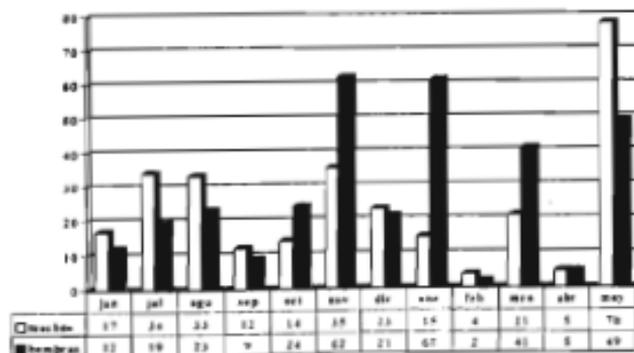


Fig. 5 Proporción mensual de sexos, de la captura anual de *C. arcuatus* en la Bahía de Matanchén, Nayarit

4.1.2 Proporción de tallas.

Con relación a las tallas observadas en general, la talla más pequeña fue de 2.5 cm (macho) capturada en el mes de julio y la de mayor talla fue de 15.02 cm. (macho) en el mes de agosto (Tabla 1). Las tallas más frecuentes corresponden al grupo de la clase 3 (6.66 a 8.74 cm).

Con respecto a las tallas observadas cada mes, el muestreo N° 1 se caracterizó por la existencia de un 92% de tallas pequeñas (clases 1 y 2) menores a los 6.55 cm. y no existen representantes mayores de 7.65 cm (clases 4, 5 y 6)

En el muestreo N° 2, aunque se registraron tallas mayores que en el primero, no se encontraron ejemplares mayores de 10.16 cm. En el muestreo N° 3, las tallas aumentaron con respecto a las anteriores, encontrándose tallas de las clases 5 y 6. El 89% de este muestreo, corresponde a tallas mayores de 6.67 cm. En los muestreos del 4 al 10 no hay una predominancia clara de tallas. Durante los meses de abril y mayo, de nuevo abundan las tallas pequeñas con un promedio de ancho total de 6.08 y 5.33 cm, respectivamente.

En el resto de los muestreos, no existe una clara predominancia de las tallas y los datos no presentan gran desviación con respecto a la media a excepción del muestreo N° 12 en mayo del 97 (Tabla 2).

Tabla 1. Frecuencia absoluta por talla (AT) y por muestreo.

		No. de Muestreo												
clase	AT (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	2.5 - 4.38	13	12	2	2	2	2	5	3	1	2	4	13	99
2	4.38 - 6.66	15	18	7	5	12	12	11	2	0	8	1	18	149
3	6.66 - 8.74	1	15	24	6	12	38	15	47	3	31	1	9	202
4	8.74 - 10.82	0	8	16	7	11	43	13	24	2	20	3	6	153
5	10.82 - 12.90	0	0	5	1	1	2	0	2	0	1	0	2	14
6	12.90 - 15.02	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
														619

Tabla 2. Tallas mínimas y máximas por mes, de jibes capturadas en Matanchén

TALLA			DESVIACION ESTANDAR	MES
MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO		
3.27	7.65	4.87	0.93	JUNIO (1)
2.5	10.16	6.41	1.93	JULIO (2)
4.2	15.02	8.47	2.02	AGOSTO (3)
3	11.01	7.65	2.09	SEPTIEMBRE (4)
3.5	11.1	7.4	2.06	OCTUBRE (5)
4.18	11.3	8.4	1.38	NOVIEMBRE (6)
3.35	10.58	7.33	1.99	DICIEMBRE (7)
4.11	11.9	8.58	1.13	ENERO (8)
4.05	10.28	7.87	2.12	FEBRERO (9)
4.18	10.92	8.14	1.5	MARZO (10)
2.97	9.6	6.08	2.73	ABRIL (11)
3.1	10.99	7.21	9.87	MAYO (12)

4.1.3 Madurez gonadal

En el mes de junio todos los ejemplares capturados de hembras presentaron un estadio cero de madurez gonadal, estadio que predominó en los meses de mayo y julio, sin embargo en los meses de noviembre, enero y marzo el estado predominante fue el de madurez gonadal 3 (Fig. 6).

Para los machos, también el mes de junio correspondió a ejemplares inmaduros de estadio 0, hecho que se conservó en los meses de julio y mayo. En todos los meses se encontraron ejemplares inmaduros y maduros, a excepción de los meses de junio y julio (Fig. 7).

Las hembras grávidas o en estado de madurez sexual IV predominaron en el mes de marzo y no se encontraron en los meses de abril, junio, julio, septiembre y febrero (Fig. 8). La talla mínima de gravidez fue de 6.74 cm de AT,

colectada en el mes de marzo. Para las hembras de madurez gonadal (III), fue registrada durante el mes de noviembre con 6.33 cm AT y la máxima de inmadurez gonadal (0-II) fue de 10.7 cm durante el mes de octubre. Para los machos, la talla mínima de madurez gonadal fue de 5.85 cm y la talla máxima de inmadurez fue de 11.6 cm, colectadas en los meses de noviembre y octubre respectivamente (Tabla 3).

La talla mínima de captura obtenida en el presente trabajo, respetando el 65.24% de la población de hembras maduras, es de 8.74 cm de AT (Fig. 9) por lo que se sugiere respetar una talla de 8.8 cm.

Con respecto a la coloración observada del abdomen en las hembras fue de color claro en el cien por ciento de las que presentaron grado 0 y I de madurez gonadal, del 85% para el grado II, del 30% para el III y todas las hembras grávidas (IV) presentaron el abdomen de color gris. Además, el 92% de las hembras de gónadas inmaduras presentaron abdomen triangular, pero se encontraron también hembras con abdomen redondeado e inmaduras.

ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL EN LAS HEMBRAS

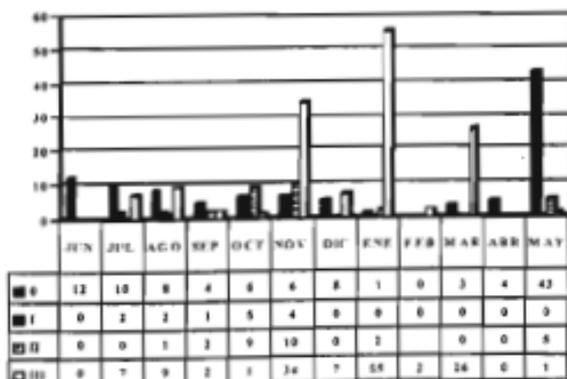


Figura 6. Frecuencia mensual de hembras por estado de madurez gonadal.

ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL EN LOS MACHOS

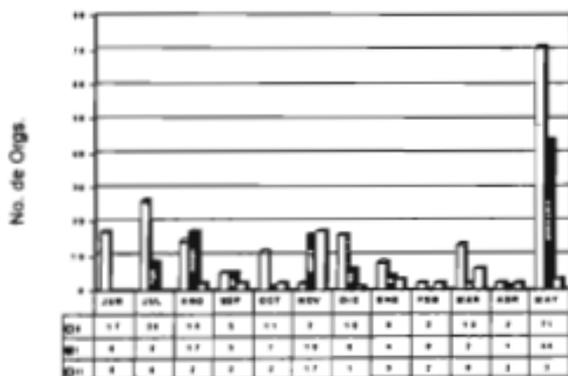


Figura 7. Frecuencia mensual de estadios de madurez gonadal en machos.

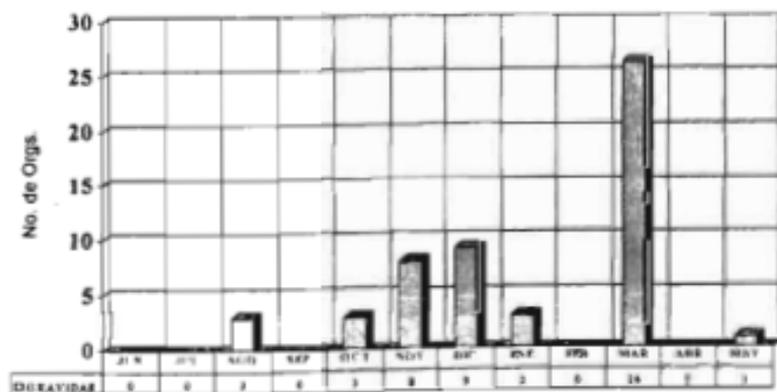


Figura 8. Frecuencia de jebas grávidas durante el año

Tabla 3. Tallas (AT) mínimas de madurez gonadal y máximas de inmadurez gonadal en hembras y machos, por mes de muestreo.

Mes	hembras		machos	
	Talla Min Madurez Gonadal	Talla Max Inmadurez Gonadal	Talla Min Madurez Gonadal	Talla Max Inmadurez Gonadal
1	-	5.53	-	-
2	7.1	7.89	-	-
3	7.06	9.05	12.05	11.04
4	9.02	8.9	10.8	9.9
5	8.4	10.7	10	11.6
6	6.33	10.15	5.85	11.5
7	6.71	6.81	9.32	10.27
8	6.85	8.34	9.85	10.75
9	7.5	-	9	7.69
10	6.74	5.5	8.58	10.61
11	-	8.21	9.49	9.05
12	7.6	7.05	7.58	10.99
Promedio	7.331	8.01	9.25	10.34

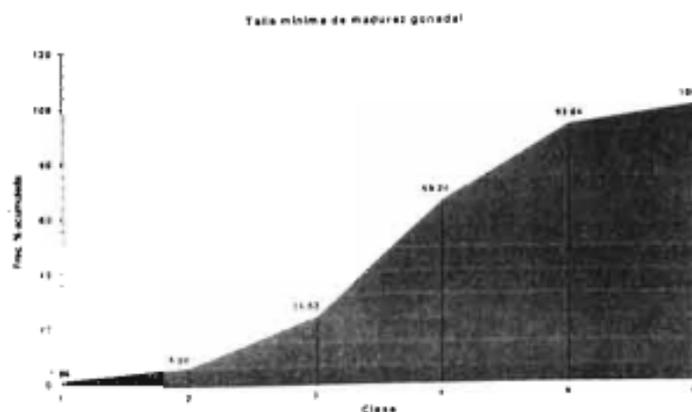


Figure 9. Frecuencia acumulada de hembras maduras gonadalmente (III y IV) por clase. Se propone la talla mínima de captura para hembras, de 8.74 como límite superior de la clase 3 que corresponde al 65.24%.

4.1.4 Jaibas blandas

Durante los meses de diciembre, enero, febrero y abril, no se colectaron jaibas en etapa de muda (MO) ó posmuda (POS) y el mes de mayor incidencia de jaibas blandas fue noviembre, que coincide con el mes más alto en salinidad promedio de fondo y oxígeno disuelto promedio de fondo (Fig. 10).

La talla menor colectada fue de 3.65 cm y la máxima de 11.1 cm. La mayor frecuencia (40%) de jaibas blandas se encontró entre los 8.3 y 8.8 cm de ancho total.

Del total de jaibas colectadas, el 96.7% se encontraron en fase de intermuda.

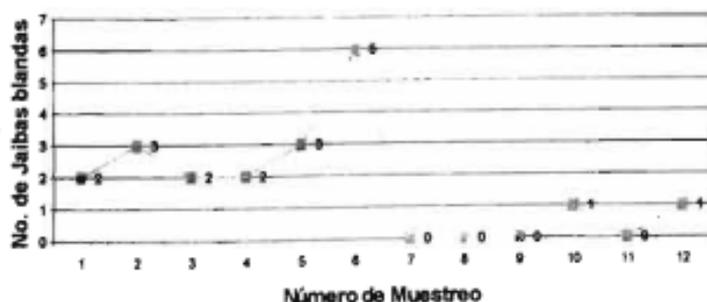


Figura 10. Frecuencia mensual de jaibas blandas.

4.2 Relaciones biométricas.

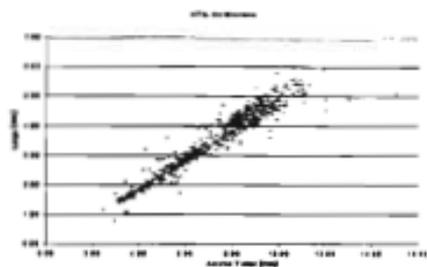
El crecimiento entre ancho total (AT) y largo (L), es de tipo alométrico y se ajusta fuertemente a la ecuación de la recta, con un coeficiente de correlación de 0.9631 para hembras y 0.9632 para machos (Figura 11). El peso con relación al ancho total, incrementa de forma exponencial con un coeficiente de correlación de 0.8871 para hembras y 0.92 para machos (Figura 12).

Las ecuaciones que representan estas relaciones, denotan para la relación AT-L, que las tallas pequeñas de jaibas tienden a ser "esféricas" y que a medida que aumenta de tamaño, el AT incrementa a una velocidad mayor que L. Mientras el AT se sextuplica, el L solamente se duplica (tomando como base un AT de 2 cm), por lo que las formas adultas son evidentemente, más anchas que largas. Además se observa sustituyendo en las ecuaciones, que las hembras tienden a ser más largas en general que los machos, por lo que se consideran más

"esféricas" que los machos en todas las etapas de crecimiento, además, los machos alcanzan mayores tallas que las hembras, con relación al largo y ancho. Con respecto al AT y P, aparentemente las hembras pequeñas (menos de 2cm) son más "pesadas" que los machos, pero después el incremento en peso respecto del ancho total, se mantiene en forma muy semejante para ambos sexos.

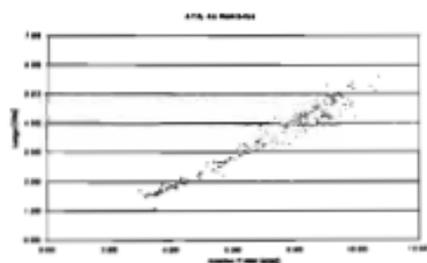
Por otra parte, debido al efecto de los arrastres para la captura de ejemplares, algunos organismos sufrieron la pérdida de apéndices, hecho que explica a los individuos de talla grande y peso bajo, que se observan en las gráficas (Gráfica 13).

Con respecto al crecimiento de las espinas laterales, se observó que la diferencia entre AT y T es mayor, a medida que aumenta la talla del individuo, de tal forma que ésta se quintuplica en los individuos grandes. Es por esto que los individuos grandes, tienen las espinas laterales más grandes que las jóvenes, en proporción al tamaño del cefalotórax (Tabla 4).



AT/L de machos

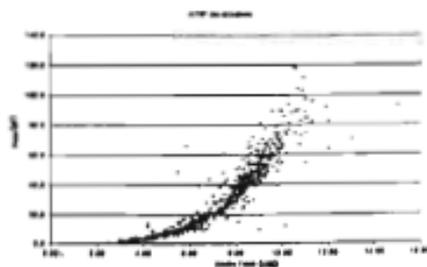
$$r=0.9832$$



AT/L de hembras

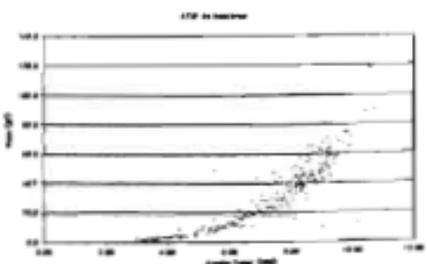
$$r=0.9831$$

Figura 11. Relación entre ancho total y largo, para hembras y machos.



AT/P de machos

$$r=0.92$$



AT/P de hembras

$$r=0.8871$$

Figura 12. Relación entre ancho total y peso, para hembras y machos.

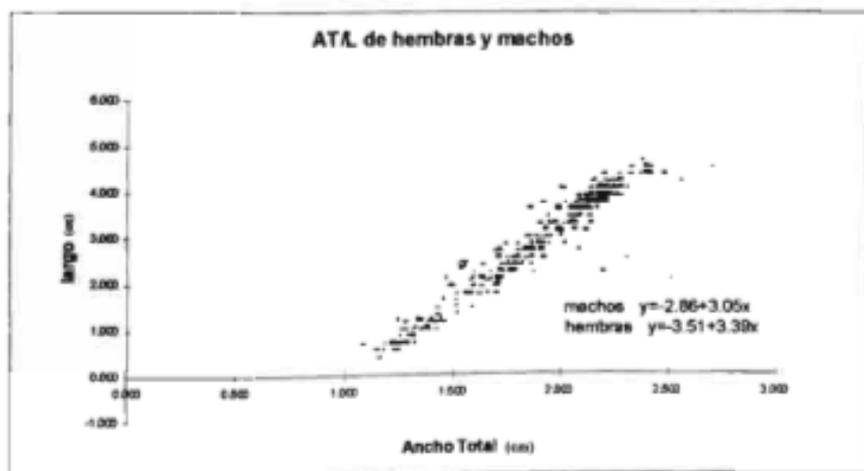
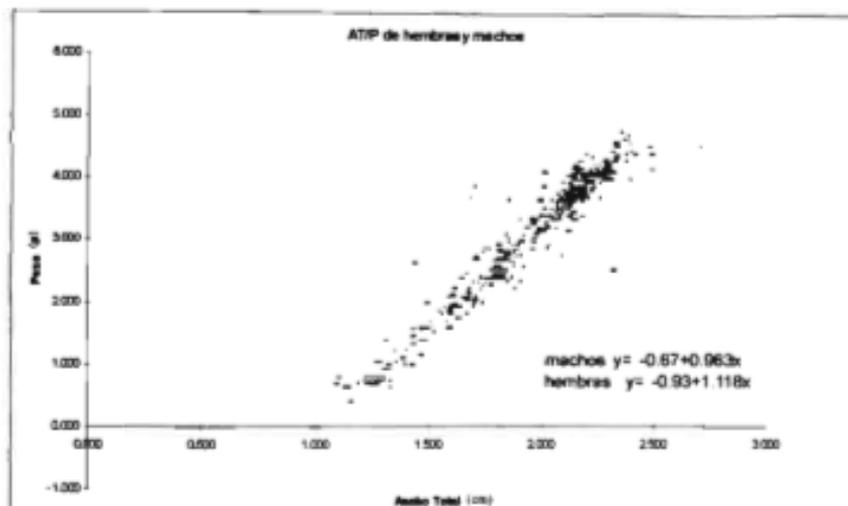


Figura 13. Funciones de regresión linealizada del ancho total con respecto al peso y al ancho total, para hembras y machos.

Tabla 4 . Tamaño de las espinas laterales, obtenido de la diferencia del ancho total (AT) y ancho (A), en cm por clase.

No.	Intervalo	Frecuencia	AT- A	Desvest
1	2.5 a 4.58	99	0.88	0.259
2	4.58 a 6.66	149	1.17	0.351
3	6.66 a 8.74	202	1.26	0.359
4	8.74 a 10.82	153	1.17	5.393
5	10.82 a 12.90	14	2.43	0.676
6	12.90 a 15.02	2	5.52	1.011
Total		619		

4.3 Abundancia

La mayor parte de los organismos colectados mediante arrastre junto con las jaibas fueron los peces. Los invertebrados más abundantes fueron las jaibas y en primer lugar la especie *C. arcuatus* (Figura 14). La proporción de *C. arcuatus* con el resto de las jaibas es de 1.0 a 0.23 (Figura 15).

La mayor captura total durante el año, fue para la estación número 4 con 288 individuos, a una profundidad promedio de 5.78 m (Figura 16). El menor índice de abundancia de todas las estaciones y muestreos, fue para la estación 2 en el mes de septiembre y la mayor para la estación 4, en el mes de enero (Anexo 6).

El índice de abundancia promedio durante el año, fue de 22.23 individuos por hectárea, con una desviación estándar de 14.78 (Figura 17). El promedio de captura mensual durante la época lluviosa (jun-nov) fue de 39.4 ind/ha mientras que en la temporada seca fue de 84.5 ind/ha.

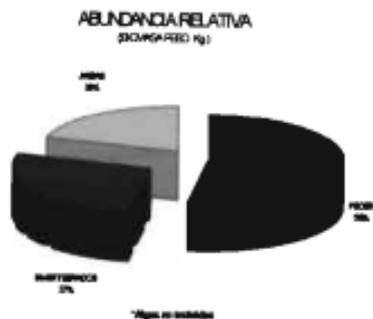


Figura 14. Abundancia relativa de los diversos grupos colectados en la Bahía de Matanchén, durante 12 muestreos, en un ciclo anual.

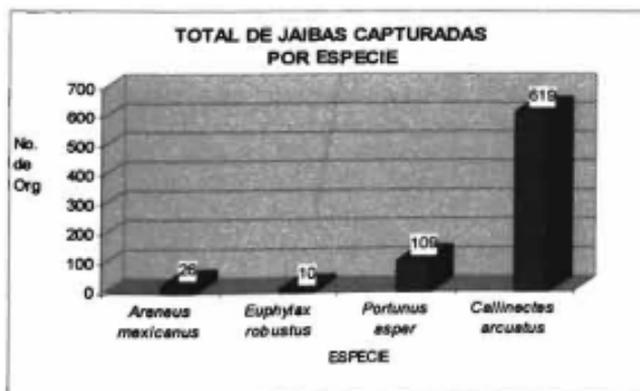


Figura 15. Abundancia anual absoluta de jaibas, por estación de muestreo durante un año.

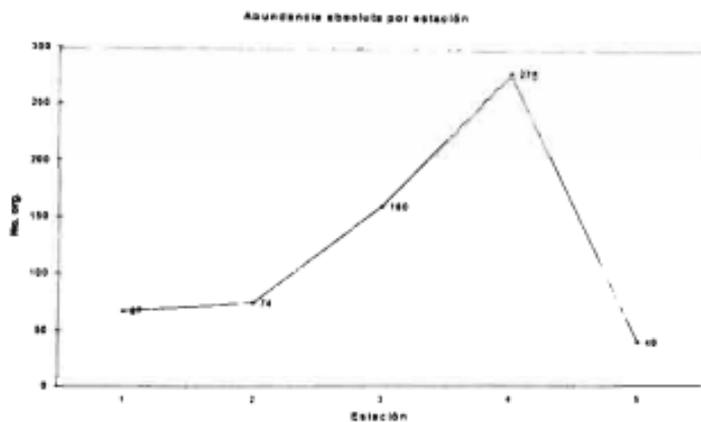


Figura 16. Abundancia anual absoluta de jaiques, por estación de muestreo, en la Bahía de Matanchén.

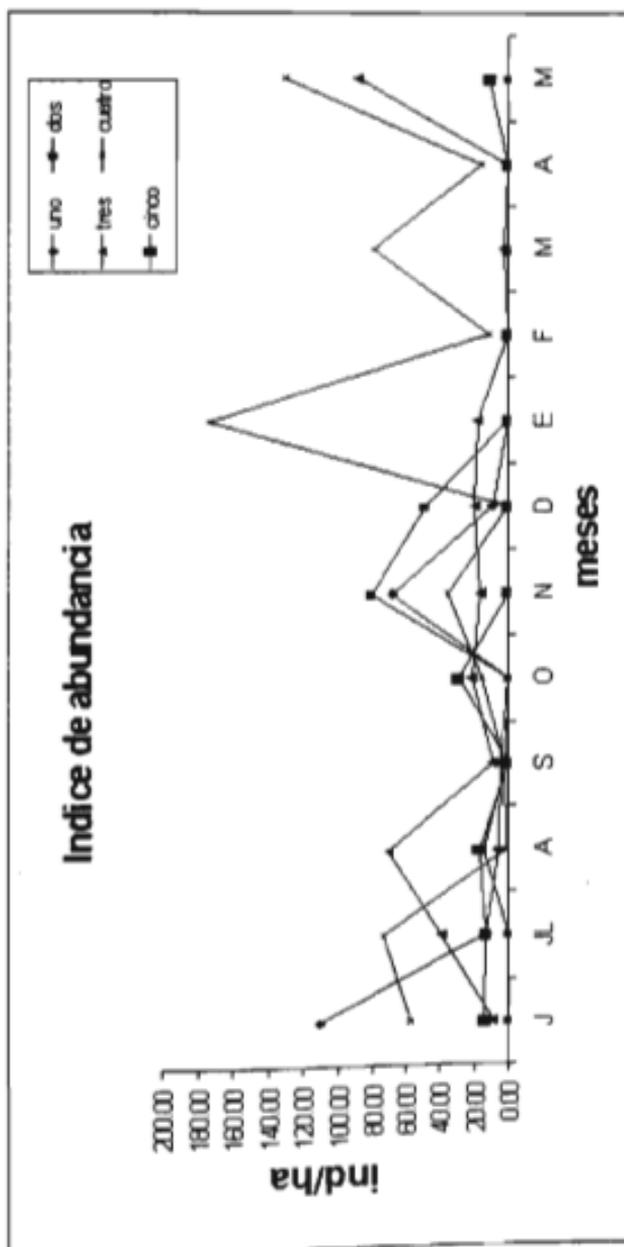


Figura 17. Índice de abundancia total de jaiba por mes y por hectárea.

4.4 Datos fisicoquímicos

La temperatura superficial promedio anual fue de 28.04°C con un máximo de 34.3°C en el muestreo del mes de octubre y un mínimo de 21.1°C en el mes de enero. Con respecto a la temperatura de fondo, no se observaron diferencias importantes a lo largo del año (Anexo 7).

La salinidad de superficie promedio anual fue de 33.8‰, con un máximo de 37‰ en los meses de diciembre y abril y un mínimo de 24‰ en el mes de septiembre. El OD promedio de superficie fue de 5.43 ml. En general los parámetros fisicoquímicos registrados para superficie y fondo no muestran diferencias significativas. La captura mensual, aparentemente no está condicionada por los factores fisicoquímicos (Figura 18).

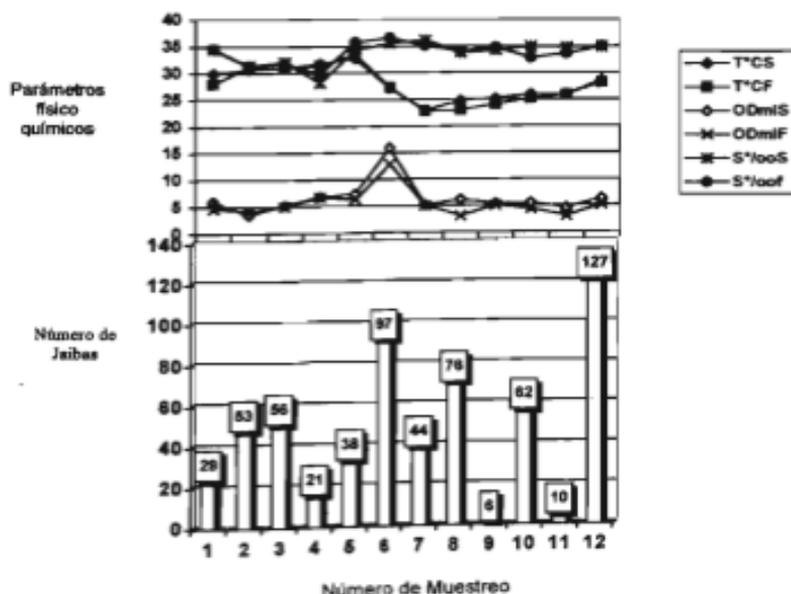


Figura 18. Captura mensual y condiciones fisicoquímicas para las zonas muestreadas en la Bahía de Matanchén.

4.5 Ciclo de muda

Los datos de talla y peso promedio, de las 137 jaibas hembras y machos, que se mantuvieron en el laboratorio durante tres meses, con la finalidad de caracterizar el ciclo de muda, se muestran en la tabla 5.

4.5.1 Variaciones morfológicas

De las observaciones microscópicas y macroscópicas de *Callinectes arcuatus*, se establecieron las variaciones de la morfología de la cutícula. En los estadios de postmuda temprana (A-Bo) se observa que ésta, está estrechamente relacionada con las células epidérmicas, apareciendo una pigmentación café. A medida que se acerca a la postmuda tardía (B1-2) se comienza a diferenciar una ligera separación entre la exocutícula y la epidermis. En la intermuda, en C1 se comienza a observar la endocutícula de un color blanco grisáceo y a continuación la capa de células epidérmicas. Al transcurrir la intermuda, la endocutícula aumenta de tamaño (C2) y su coloración se torna pigmentada y estrechamente relacionada con la capa de células epidérmicas de color café, casi negro. La exocutícula a medida que avanza hacia la premuda se va tornando de un color rosa pálido a rojo café; también la capa membranosa se despigmenta, observándose además un espacio entre la capa membranosa y la epidermis (D0-D2), mismo que será ocupado posteriormente para la formación del nuevo exoesqueleto (D3-D4) donde se observa la formación de células columnares, dejándose ver en su extremo las nuevas setas. (Figura 5).

Con relación a la apariencia del exoesqueleto, las observaciones evidencian en la postmuda dos etapas aparentes, la primera inmediatamente después de mudar donde el organismo ha aumentado su volumen y talla, producto de la absorción de agua, mostrando el exoesqueleto una textura suave al tacto y una segunda etapa donde la consistencia es como de papel, en estos estadios la coloración adquiere tonos débiles y la características verde azul es menos marcada (Tabla 6).

En la intermuda el exoesqueleto posee la máxima dureza y su coloración

es más intensa, con tonos verdes azules oscuros que se mantendrán en la premuda temprana mientras que en la premuda tardía a pesar de que el exoesqueleto se aprecia endurecido, su coloración cambia semejándose al de la postmuda temprana.

Con relación al horario de mayor frecuencia de muda, parece haber una preferencia por mudar de día, ya que del total de mudas encontradas al 57% ocurrió en horas de la mañana, 21.5% en horas de la tarde y el 21.5% en horas de la noche y madrugada.

Tabla 5. Tala y peso por clase de las jibias estudiadas en laboratorio.

N° CLASE	n	ANCHO TOTAL		ANCHO s/e		LARGO		PESO		
		MEDIA	ERROR	MEDIA	ERROR	MEDIA	ERROR	MEDIA	ERROR	
1 ≤ 1.9	9	1.48	0.26	1.25	0.21	0.78	0.12	0.3	0.105	
2 2.3-9	52	2.79	0.56	2.29	0.53	1.42	0.32	1.65	0.98	
3 4-5.9	11	4.73	0.54	4.05	0.64	2.45	0.41	8.69	4.11	
4 6-7.9	31	7.13	0.41	6.07	0.44	3.68	0.38	28.7	7.12	
5 8-9.9	22	9	0.6	7.6	0.5	4.8	0.4	60	16	
6 >10	12	11.2	0.7	9.6	0.7	5.8	0.3	124.9	27.8	
TOTAL		137								

Tabla 6. Criterios para reconocer las fases de la muda. Se muestra el tiempo promedio de duración de cada fase de la muda, que corresponden a valores promedio para un ciclo de 34.5 días (24 de inermuda).

CRITERIOS OBSERVADOS PARA RECONOCER LAS FASES DEL CICLO MUDA
Callinectes arcuatus

Fase	Macroscópicas		Microscópicas
	Sin marcas	Sin marcas	Sin marcas
Premuda 7.45 días*	Aparición de borde doble. Regeneración de apéndices. Cambio de color azul-verde pálido		En el último par de pata, en la parte interior del penúltimo segmento, aparece un borde doble (línea blanca).
	Línea de borde gruesa y algunas veces de color rosa		Aparición de cerdas que engrosan la línea y da la coloración rosa.
	No se alimentan Caparazón quebrada por debajo de las espinas laterales.		
	Separación del borde inferior del caparazón.		
- Muda 21 min*	Sale del caparazón		
Postmuda 2.9 días*	Cutícula con apariencia de papel. Cuerpo blando se alimenta.		

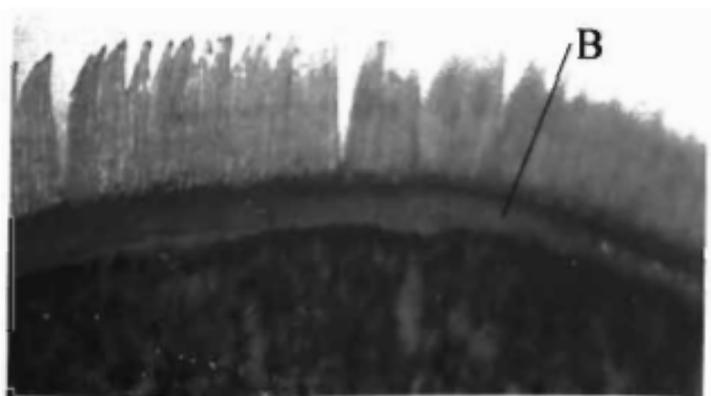
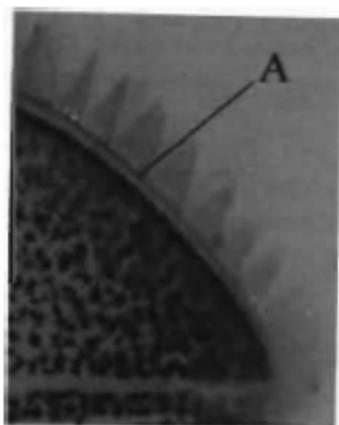


Figura 19. Detalle microscópico del pleópodo derecho. A, doble borde que evidencia la digestión del viejo esqueleto (10 x 2.5); B, línea roja que manifiesta la aparición de las nuevas setas (10 x 4.5).

4.5.2 Duración del ciclo de muda

Del total de jaibas que se utilizaron para caracterizar el ciclo de muda, sólo el 68% sufrió ecdisis, predominando éste en las clases pequeñas (1, 2 y 3).

En la tabla 10 se muestra el promedio de días para completar un ciclo de muda con relación al ancho total, ancho sin espinas largo y peso, no observándose muda alguna para las clasificadas como grandes (clases 5 y 6) en tres meses de experimentación.

Para la clase 1, la duración promedio de la fase de intermuda fué de 18.4 días, la premuda de 5.5 días, la muda de 11 minutos y la posmuda de 1.5 días. La clase 2 aumentó ligeramente el promedio de duración de intermuda a 18.20 días, 6.3 días para la premuda, 17 minutos para la muda y 2.3 días para la posmuda. La clase 3 y 4 presentaron un promedio de 19.2 y 65.2 días de fase de intermuda, de 8 y 10 días en fase de premuda con una duración promedio de 28 minutos para la muda y de cuatro días para la posmuda respectivamente. Las clases 5 y 6 debido a que no mudaron la fase de intermuda se prolongó a más de 102 días.

En general el promedio de duración de la fase de intermuda, abarca el 74.25% del ciclo completo.

Tabla 7. Duración promedio del ciclo de muda por clase

DURACION CICLO MUDA POR CLASE			
Nº CLASE	CLASE	X (DIAS)	σ_x
1	≤ 1.9	25.5	3.52
2	2-3.9	27.52	11.24
3	4-5.9	30.7	12.75
4	6-7.9	80.2	2.2
5	8-9.9	> 102	-
6	≥ 10	> 102	-

4.5.3 Incremento de talla y peso

El incremento absoluto promedio en ancho total, ancho sin espina y largo, es marcadamente mayor para los organismos de talla entre 6.0 y 7.9 cm de ancho total (Gráfica 20). Con respecto al peso, el incremento relativo es mayor para las tallas pequeñas, en las que se triplica con respecto al anterior (Gráfica 21).

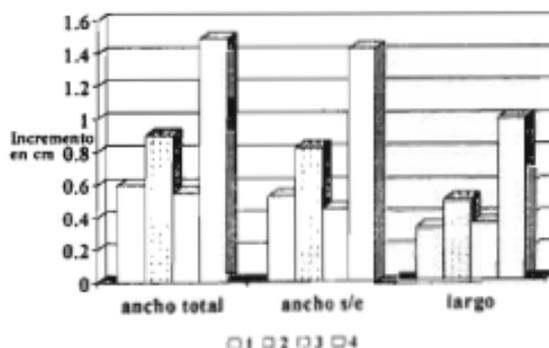


Figura 20. Incremento promedio absoluto de talla por clase, con respecto al ancho total, al ancho sin espina (s/e) y largo.

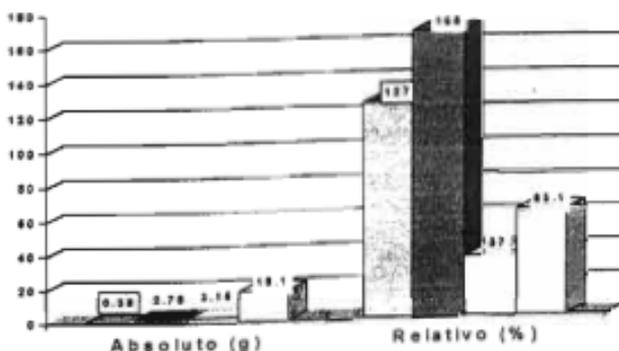


Figura 21. Incremento en peso absoluto y relativo por clase (1-4), en el proceso de muda.

4.5.4 Ablación

De los organismos elegidos al azar, hembras y machos sometidos al proceso de ablación unilateral, mudaron un 15% con una duración en promedio de 37 días, a partir de la ablación, mientras en el lote testigo no se presentó muda en los 56 días subsiguientes. Con la técnica de ablación bilateral, mudaron el 40% de los organismos, en los nueve días siguientes, mientras que el lote testigo no mudó ni registró muertes en los siguientes 32 días, sin embargo, los organismos con ablación bilateral, presentaron un alto índice de mortandad (33%) y después de mudar, también presentaron mortandad alta (40%).

4.6 Enzimas digestivas.

El contenido proteico en hepatopáncreas de la jaiba azul del Pacífico varió considerablemente durante un monitoreo de 24 hrs. (Figura 22), encontrando las concentraciones mas altas durante la fase oscura de la fotofase y cuatro horas después durante la fase iluminada, el contenido proteico permanece casi constante. La actividad de las enzimas digestivas durante un periodo de 23 hrs. muestra dos picos de mayor actividad, uno durante la fase oscura y otro en la fase iluminada (Figura 23), las cuales fueron significativamente diferentes, lo que permite establecer que la hora del día, explica el comportamiento de las enzimas.

La actividad de las enzimas digestivas encontrada en las diferentes etapas del ciclo de muda se muestran en la Figura 24 y establece que los patrones de actividad enzimática varían de acuerdo a la etapa del ciclo de muda en el que se encuentra la jaiba.

La actividad de proteasa no se detectó en la etapa de muda (MO) pero incrementa a niveles normales en la posmuda (POS), comparable a la fase de intermuda (IM).

La actividad de la amilasa decrece a partir de la fase de intermuda y hasta la de premuda, pero dramáticamente incrementa durante la fase de muda (MO) seguido por un ligero decremento en la posmuda (POS). El mismo fenómeno se observó en la actividad de la lipasa. Durante el estadio de intermuda, la actividad de la quitinasa arrojó los mayores resultados, seguido por un decremento en las etapas de muda y posmuda.

4.7 Comportamiento en el acuario.

La agresividad y gran movilidad fueron dos características que se destacan en las tallas pequeñas y medianas, siendo mucho menos marcado en las tallas grandes, sobre todo, ante la presencia de alimento o de hembras próximas a mudar. Los machos recién mudados, eran comidos si no se aislaban inmediatamente después de mudar, aún cuando se les había suministrado alimento.

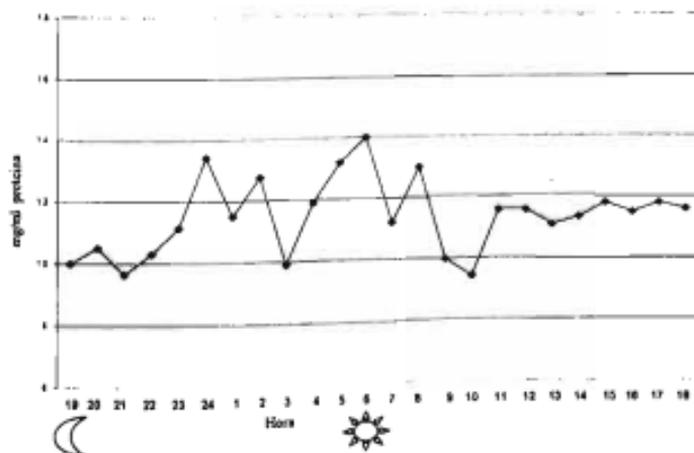


Figura 22. Contenido proteico en el hepatopáncreas de *C. arcuatus*.

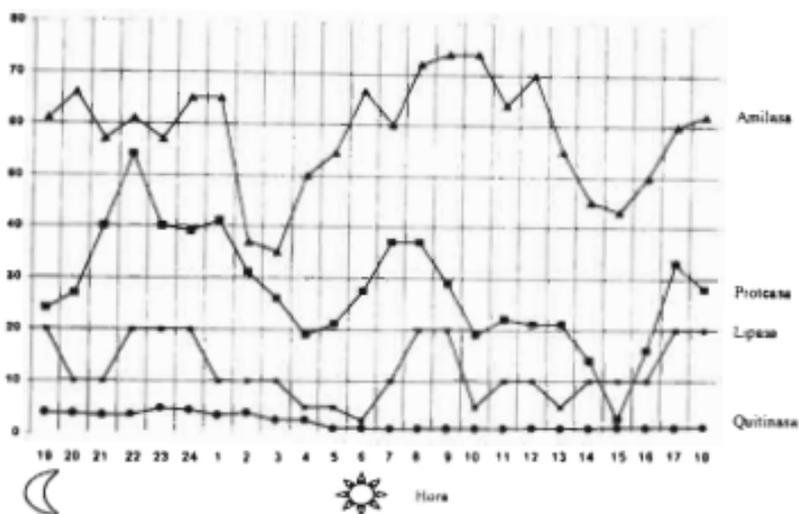


Figura 23. Actividad específica de las enzimas digestivas en hepatopáncreas de *C. arcuatus*, en fase de intermuda.

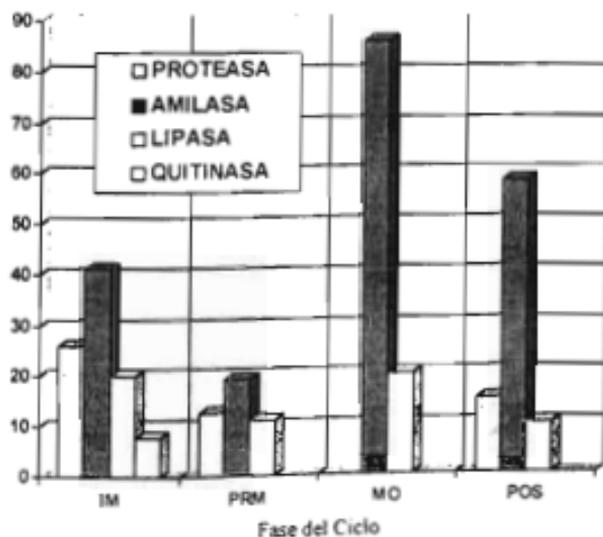


Figura 24. Estados del ciclo de muda y actividad específica de las enzimas digestivas.

5 DISCUSION

5.1 Estructura Poblacional

En tanto se reporta en este trabajo, una proporción de sexos ligeramente mayor para hembras en un ciclo anual, observación apoyada por otros trabajos como el de Quijano-Fernández (*op cit*), en el sur de Sinaloa, quien reporta un 60% de hembras en sus capturas, otros autores reportan que los machos son dominantes, como Solano-Azar (*op cit*), para *C. arcuatus* en Nayarit y Sinaloa. La abundancia máxima de machos la registró en los meses de julio y agosto, con una proporción de 2.41 machos por hembra, aunque las hembras fueron ligeramente mayores en abundancia durante los meses de diciembre a marzo, sin embargo, no explica la diferencia encontrada en cuanto a la proporción de sexos. Los resultados obtenidos por Ruiz *et al* (*op cit*), para la misma especie en el estero El Sábalo, en Mazatlán, Sinaloa, reportan mayor cantidad de machos que de hembras, con una relación de 1.24 a 1.0, respectivamente; sin embargo, su trabajo no completó un ciclo anual por lo que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre (en los que no capturaron ejemplares), se pudo haber modificado la proporción de sexos que reportan.

Además, de acuerdo con Hartnoll (1969), las hembras migran desde marzo hasta agosto, a zonas costeras con el fin de desovar, lo que explicaría la ausencia de hembras en esos meses en un sistema estuarino, ya que sucede lo contrario con los organismos marinos colectados en la Bahía de Matanchén.

La diferencia en proporción de sexos, encontrada en los trabajos realizados en el Pacífico, puede ser explicada en parte, por la captura comercial que es mayor para el estado de Sinaloa que en Nayarit y Jalisco y, accidentalmente, se podría estar haciendo mayor presión sobre las hembras, sobre todo si estamos de acuerdo con los hallazgos no muy claros que proponen una distribución desigual para hembras y machos (los machos son más tolerantes a las bajas salinidades por lo que emigran tardíamente) en lagunas costeras, esteros y canales, de acuerdo a la tolerancia diferencial de salinidad, que hace de alguna forma más accesible a un grupo que otro (Jaworsky, 1972; Paul, *op cit*), sin embargo, lo anterior tendría que corroborarse con el análisis de capturas comerciales de esta especie, lo cual se dificulta por que no existen registros

que incluyan el sexo y aún menos, la especie de jaiba de que se trata.

Por otra parte, en este estudio, la proporción de sexos aparentemente se invierte, mientras de octubre a enero se registraron más hembras que machos, estos predominan de mayo a septiembre. Algo parecido reportó Loran-Núñez *et al* (*op cit*), para *C. sapidus* quienes encontraron el mayor porcentaje de machos de mayo a julio y de hembras de julio a enero y comparable también con los resultados de Solano-Azar (*op cit*) ya mencionados, sobre todo para machos.

Con respecto a la distribución de tallas durante el año, el hecho de que en los primeros meses (junio y julio) se capturaran tallas pequeñas principalmente, concuerda con la observación de que las hembras grávidas emigran también en los primeros meses a zonas de mayor salinidad, como lo es la Bahía de Matanchén, por lo que estos organismos pequeños debieron ser reclutados en los primeros meses del año; además, esta aseveración se apoya en los estadios bajos de madurez sexual encontrados tanto para hembras como para machos. Antes de éstos meses, no se colectaron los individuos más pequeños por el tipo de arte de pesca utilizado.

Durante todo el año se encontraron tallas pequeñas, lo cual indica un amplio periodo de reproducción, aunque concentrado en los primeros meses del año, lo que concuerda con el hallazgo de hembras grávidas durante casi todo el año, mismas que se colectaron principalmente durante el mes de marzo y disminuyeron notablemente de fines del mes de abril hasta septiembre. Aparentemente la temporada fuerte de reproducción se da antes para *C. arcuatus* en el Pacífico que para *C. sapidus* en el Golfo de México, ya que Ruiz-Durá (1993), menciona que la temporada de reproducción es para esta última, durante la primavera y el verano, y el periodo de desove se prolonga hasta nueve meses. Además Loran-Núñez *et al* (*op cit*), colectaron en el Golfo de México, hembras grávidas de *C. sapidus* solamente en el mes de mayo, y de *C. rathbunae* durante todo el año. Durante el mes de febrero no colectaron hembras de mayor grado de madurez que I y para las dos especies durante todo el año, predominaron las capturas de organismos inmaduros gonádicamente (0 y I). Para *C. sapidus*

establecieron dos periodos de desove, de abril a junio en mayor grado y de noviembre a enero en menor grado. Con los datos obtenidos en este estudio para *C. arcuatus*, puede proponerse una época de desove fuerte desde octubre hasta marzo.

Con respecto a la madurez gonadal en las hembras, se observó la dominancia de hembras maduras de noviembre a marzo y, de machos principalmente durante el mes de noviembre. La presencia disminuida de machos maduros posteriores, indica probablemente que la mayor cantidad de parejas en cópula se dan en este mes o un poco antes y, durante los siguientes, disminuye concordando con el periodo de mayor cantidad de hembras maduras, sin embargo, la no-existencia de hembras maduras como en el mes de abril, no limita la cópula ya que según los hallazgos de Tagatz (*op cit*) y Loran-Núñez et al (*op cit*), el apareamiento parece estar más ligado a procesos hormonales de muda que a disponibilidad de individuos en condiciones de reproducirse (madurez gonadal), debido a la cópula ligada al proceso de muda y a la capacidad de almacenar semen hasta por un año por parte de la hembra, con el fin de ser utilizado cuando se logre la madurez.

Por otra parte, relacionado con la madurez sexual, se obtuvo una hembra de 11.6 cm de ancho total, que en el laboratorio se convirtió en ovigera, cuyos huevecillos no se lograron, pero además, dos semanas después de no presentar masa ovigera en el abdomen, mudó de nueva cuenta. Esta observación propone que cuando menos para *C. arcuatus*, no se da la muda terminal propuesta para *C. sapidus*, al adquirir la madurez sexual, hecho que apoyan otros autores (Quijano-Fernández, *op cit*; Estévez, *op cit*).

La talla mínima de captura, basada en la madurez gonadal propuesta para hembras en este trabajo, protege al 65.24% de las clases III y IV; si se aplica esta regla a los machos, se protegería a un mayor porcentaje de éstos, ya que se observó que las tallas mínimas de madurez gonadal fueron mayores en éstos que en las hembras, en el 93% de los casos. Las tallas máximas de inmadurez gonadal para machos, también fueron mayores para éstos en comparación con las hembras, lo que significaría que los machos alcanzan la

madurez sexual mucho más tarde que las hembras y entonces, los machos no debieran ser capturados hasta después de la talla de los 9.25 cm, de acuerdo a los resultados de la tabla 3, pero también es posible que los machos en realidad hubieran alcanzado la madurez sexual e incluso hayan copulado, pero que estaban en una etapa de reposo de actividad sexual por baja concentración de hembras en etapa de muda "terminal", lo cual podría ser corroborado con un estudio histológico.

Quijano-Fernández (*op cit*), reportó que la mayoría de los organismos en general de esta especie, alcanzan la madurez sexual a los 8.0 cm (AT), las hembras entre los 5.8 y 9.4 cm, mientras los machos entre los 6.0 y 8.75 cm. Los datos anteriores, son comparables con los resultados de este estudio, con la diferencia que en los machos se encontró más amplio el rango de madurez gonadal (5.85 a 12.05 cm).

Con relación a las características externas para determinar madurez sexual, se debe ser mas cuidadoso, ya que se encontraron hembras con abdomen redondeado y que tenían un estadio II de madurez gonadal, además del caso contrario en menor proporción.

La talla máxima reportada para la especie de 15 cm, es similar a la talla máxima registrada en este trabajo (Freeman *et al*, *op cit*), que corresponde también a un ejemplar macho.

Con respecto al porcentaje de la población encontrada en premuda o muda, mediante arrastre en la bahía, se considera bajo (aunque no se encontraron datos para hacer la comparación), hecho que puede ser explicado por ser un evento poco frecuente y de corta duración, sobre todo pensando en la dependencia de este factor para la producción de jaiba suave, sin embargo, es posible que se esté subestimando la proporción real del número de jaibas en premuda, debido a la dificultad encontrada para identificar en esta especie, la premuda temprana, comparada con las especies del Golfo *C. rathbunae* y *C. similis*. Además, como se mencionó anteriormente, se supone que en esta etapa vulnerable, las jaibas seleccionan sitios más seguros para mudar, que podrían

ser zonas estuarinas aledañas y no precisamente la Bahía de Matanchén.

5.2 Relaciones Biométricas

Con respecto al crecimiento relativo, comparado con lo registrado por Quijano-Fernández (*op cit*), expresado por medio de las relaciones biométricas, corresponden los coeficientes de correlación altos y la forma de crecimiento. La observación del crecimiento de las espinas con respecto del ancho total en el tiempo, hace que los adultos parezcan de espinas grandes, hecho que se manifiesta en los datos obtenidos para *C. arcuatus* por Williams (*op cit*). Este parámetro pudiera ser utilizado para complementar la determinación de etapas adultas.

García-Montes *et al* (*op cit*), determinaron también que las hembras de *C. similis* en etapas juveniles, son proporcionalmente más "pesadas" que los machos, con respecto al ancho total.

5.3 Abundancia

Con relación a la abundancia de jaibas, relativa a los demás grupos capturados y en términos de biomasa, el recurso denota posibilidades para sustentar una pesquería, especialmente para *C. arcuatus*. *Portunus asper*, que fue la segunda especie más abundante de jaiba, se capturó a mayor profundidad (promedio de 17 m) y, además de ser menos abundante en las condiciones de colecta establecidas, la talla que alcanzan es mucho menor que *C. arcuatus*.

Por otro lado, el promedio de captura mensual establecido para la época lluviosa y su diferencia con la estación seca, puede explicarse de acuerdo a Ruiz-Durá (*op cit*), por el hecho de que las hembras maduras salen a reproducirse cerca de la costa en la primavera y verano y posteriormente los machos arriban a estas zonas, incrementando la población pescable, por lo que las jaibas se encuentran disponibles prácticamente todo el año, disminuyendo notablemente en la época de frío.

Paul (*op cit*), encontró también diferencias: durante la temporada seca la captura era mayor y la menor abundancia se daba en la temporada de lluvia.

hecho que se relaciona con la salinidad superior a los 30‰ en época seca y menor a 20‰ y hasta los 0‰. Debido a que en el presente trabajo, la salinidad no varió significativamente, la abundancia no se considera asociada a este factor.

5.4 Datos fisicoquímicos

Solano-Azar (*op cit*) no observó diferencias significativas con relación a los parámetros fisicoquímicos de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, pero reporta que la mayor abundancia se da en los meses de julio y agosto, a temperaturas mayores a los 23°C y hasta los 30°C. Este mismo autor reporta como su mayor índice de abundancia registrado, 69.51 individuos por hectárea, al sur del sistema Teacapan-Agua Brava, al norte de San Blas en Nayarit, cercano a la línea de costa, mientras que en este estudio, el índice máximo fue de 172.8 ind/ha. Supuestamente (Paul, *op cit* ; Quijano-Fernández, *op cit*) el recurso es más abundante en aguas de baja salinidad, hecho que no pudo corroborarse por la uniformidad de los datos tanto de superficie como de fondo, en los parámetros fisicoquímicos registrados, por lo que debe ser más abundante en las zonas estuarinas cercanas, no muestreadas.

Relacionado con la distribución Landa-Jaime *et al* (1997), realizaron arrastres en la costa sur de Jalisco y norte de Colima, entre los 20 y 80 m de profundidad, en los que no colectaron ningún ejemplar de *C. arcuatus*, hecho que corrobora su disminución en la parte centro y sur del Pacífico mexicano y su disminución inversa a la profundidad.

La distribución de las especies del género *Callinectes* en el Pacífico propuesta por Fisher (*op cit*), se corrobora con los trabajos de Quijano-Fernández (*op cit*), Paul (*op cit*) y el presente, en el que no se colectaron ejemplares de ninguna otra especie del género por lo que puede establecerse que la abundancia de las otras especies del género *Callinectes* decrece conforme la latitud baja en el Pacífico mexicano, hasta desaparecer y dejar como única especie del género a *C. arcuatus*.

5.5 Ciclo de muda

Sobre la caracterización del ciclo de muda, Dittel y Epifanio (*op cit*) establecieron como promedio de duración de la intermuda de 3.3 a 12.5 días, para las formas juveniles de *C. arcuatus* (menores a la clase 1 de este estudio), pero no encontraron el incremento en la duración de esta fase del ciclo con respecto al tiempo, propuesta por Tagatz (*op cit*) y observado también en este trabajo, hecho que ellos mismos explican por que no estudiaron individuos suficientemente grandes para observarlo.

Según Perry *et al* (*op cit*), el periodo de premuda dura de 10 a 12 días y un periodo de posmuda relativamente corto, por lo que Freeman *et al* (*op cit*) califican al género como crustáceos anecdísicos, y establecen una duración de la fase de posmuda e intermuda de 26 días en promedio para ejemplares de entre 4.0 y 12.0 cm, dato que concuerda con los de la clase 4, pero difiere con lo encontrado para las clases 5 y 6 de este trabajo.

Por otra parte, las variaciones morfológicas registradas para *C. arcuatus*, no son las mismas descritas para *C. sapidus*. Las principales diferencias son: coloración rosa del abdomen, del penúltimo segmento del 5º par de apéndices y la línea roja muy evidente que aparecen en ésta última especie.

Sobre el incremento de talla y peso mensual observado en laboratorio, es parecido al establecido por Paul (*op cit*), sin embargo, ya se mencionó la desigualdad existente entre las diferentes clases. Paul en 1981, reportó un crecimiento promedio de 8 mm por mes, encontrando que las tasas de crecimiento son ligeramente mayores para machos, pero en algunos cuerpos de agua encontró un incremento similar al reportado para *C. sapidus* de 10 mm/mes. Otros autores como Perry (1975) han reportado hasta 25 mm/mes para la misma especie, Kwei (1974) en Ghana, reportó un crecimiento de 3 a 8 mm/mes para *C. latimanus*. Paul concluye que la talla de 110 mm es alcanzada después de 10 a 14 meses.

Los resultados obtenidos por los métodos de ablación en este estudio, no se consideran significativos, ya que fueron pocos los organismos trabajados en esta sentido, además de la gran variedad de resultados obtenidos. Sin embargo, existen autores como Havens y McConaugha (*op cit*) que obtuvieron un índice de muda de un 74% mediante ablación, aunque ellos consideraron tiempos muy largos posteriores a la ablación, de hasta 60 días, que en el presente estudio no se consideró como una muda inducida.

5.6 Enzimas digestivas

Relacionado con el ciclo de muda y con base en los resultados del monitoreo de 24 hrs de las enzimas digestivas, se sugiere que su producción en el estadio de intermuda en *C. arcuatus*, podría tener un carácter bifásico como se demostró para *Palaemon serratus* y *Penaeus kerathurus* (Vega-Villasante, *op cit*): Una fase diurna y una nocturna de producción máxima de enzimas digestivas, hecho que podría indicar también el patrón de horas de alimentación más efectivas de la jaiba: durante las primeras horas de la noche y después del amanecer con intervalos de aproximadamente 12 hrs.

Se encontraron variaciones físicas en el hepatopáncreas tanto en coloración como tamaño: en el periodo de IM era de color café-rojizo, mientras que en la MO y PRM era verde pálido y ocupaba mayor espacio en el cefalotórax. Durante la POS se tomaba gris pálido. Estas diferencias cualitativas sugieren también diferencias fisiológicas y bioquímicas entre las fases del ciclo de la muda, que finalmente fueron confirmadas. Como los estudios hechos en camarones por Van Wormhoudt (*op cit*) y Galgani (*op cit*), estos resultados demuestran el decremento en la actividad de proteasa en la etapa de MO, seguido por un decremento hasta alcanzar niveles normales (considerando la IM como estado normal) en el estadio de POS. Se sabe que las jaibas prieta y azul del Golfo como la azul del Pacífico, en los estadios de PRE y MO, reducen significativamente el consumo de alimento (Paul *et al, op cit*; Hernández-Bernal y Sánchez-Valdés *et al, op cit*), sin la presencia del estímulo del alimento, la producción de proteasa puede ser no requerida. El incremento de esta enzima

en la POS debe estar relacionada con la regularización de los hábitos alimenticios y la urgente necesidad de producir quitina para desarrollar el nuevo exoesqueleto, en el que la síntesis proteica es requerida (Horst, 1990).

Con respecto a la actividad de la lipasa, esta tiende a decrecer de la fase de IM a la de PRM. Durante la MO la actividad de esta enzima y la amilasa incrementa, la actividad de la lipasa a los niveles de IM, pero la amilasa triplica el nivel que alcanza en IM. Se observó en otras especies de crustáceos como camarones en fases de PRM y MO que la concentración de lípidos totales en hepatopáncreas incrementa debido a las necesidades energéticas para la ecdisis y la construcción de nuevo tejido en el proceso de crecimiento (Teshima, 1975; Fernández *et al*, 1995).

Es posible, de acuerdo a lo anterior, que debido a la dramática demanda fisiológica de energía para la ecdisis durante MO, la actividad de la lipasa incrementa para hacer disponibles las reservas de lípidos del hepatopáncreas, en adición, la actividad de amilasa incrementa para una hidrólisis rápida de reservas de carbohidratos como el glucógeno y producir glucosa libre, misma que podría ser utilizada como una reserva básica de energía para el metabolismo de los diferentes compuestos requeridos durante la muda. La concentración de glucógeno en hepatopáncreas incrementa al final de la PRM y está dirigido al metabolismo de la quitina, de acuerdo a Van Wormhoudt *et al* (*op cit*), el incremento de glucógeno en el hepatopáncreas, es paralelo al incremento de glucosa en la hemolinfa. La tasa de concentración de glucosa es mínima en la fase de POS y máxima en MO, seguida por un decremento inmediato después de la muda.

El comportamiento de la quitinasa durante la fase de muda es similar al descrito por Jeniaux (*op cit*) en *Carcinus maenas*, mostrando un decremento de la fase de IM a las siguientes etapas, con un incremento ligero pero no significativo en POS. El comportamiento de esta enzima sugiere una respuesta no obvia a los diferentes estadios de la muda lo que podría explicarse por la participación de bacterias en la producción de quitinasa. Fox (1993) trabajando con *Penaeus monodon*, sugiere que no existe relación entre la cantidad de quitina

en la dieta y la expresión de la actividad bacteriana de quitinasa, pero Nolasco *et al* (no publicado), trabajando con *Penaeus californiensis* encontró que el 13% de las cepas aisladas de microorganismos del tracto digestivo, era capaz de liberar quitinasa al medio. Así la participación de la quitinasa de origen bacteriano en los procesos de hidrólisis es altamente probable, lo que explicaría también su baja concentración en hepatopáncreas en todas las etapas del ciclo de muda de *C. arcuatus*. Probablemente la flora bacteriana asociada al tracto digestivo de crustáceos no está sincronizada a las fases fisiológicas del organismo hospedero, pero este y las otras conjeturas deberán ser objeto de más investigación.

Rosas *et al* (1992) relacionaron el consumo de oxígeno y el nivel de glucosa en hemolinfa en crustáceos, observando distintos patrones durante el día debido a la variación de actividad. En la jaiba *Callinectes similis* se encontró la tasa metabólica y contenido de glucosa más altos durante la noche, hecho que puede significar algunos procesos relacionados que obedecen a ritmos circadianos. También concluyen que la quitina que se reabsorbe antes de la muda, se suma a la glucosa y así proveen de material suficiente para la nueva síntesis de quitina y construcción del exoesqueleto nuevo. El porcentaje de variación de la concentración de glucosa con relación al consumo de oxígeno (inversamente proporcional) fue del 423% en *Callinectes sulcata* y se considera un valor muy alto comparado con los otros.



**Desarrollo
Bibliotecario**

6. CONCLUSIONES

1. En la Bahía de Matanchén, la proporción de hembras es mayor a la de machos durante el año, en una proporción de 1.26:1.0.
2. Las jaibas capturadas por arrastre con respecto al ancho total variaron entre 2.5 y 15.02 cm.
3. Las tallas más frecuentes fueron las de la clase 3 (6.66 - 8.74 cm).
4. La talla mínima de madurez gonadal registrada en hembras fue de 6.33 cm y para machos de 5.85 cm.
5. La talla máxima de inmadurez gonadal fue de 10.7 para hembras y 11.6 para machos.
6. La talla mínima de captura calculada fue de 8.74 cm.
7. Las jaibas blandas se colectaron de junio a noviembre principalmente. Noviembre fue el mes más alto en cuanto salinidad y oxígeno disuelto y coincide también con el mes de máxima captura de jaibas.
8. Del total de la captura anual, el 96.7% se encontraron en fase de internuda.
9. La forma de crecimiento entre AT - L es de tipo alométrico, sin embargo, en las hembras el AT tiene una tasa de incremento menor que en los machos, con relación a L.
10. En las formas adultas de machos y hembras, la relación entre AT y P, es muy semejante.

11. El índice de abundancia fue mayor en temporada seca, siendo *C. arcuatus* la especie de invertebrado más abundante de los colectados. En promedio se capturaron 22.23 ind/ha.
12. En las estaciones 3 y 4 la abundancia absoluta fue notablemente mayor que las demás, posiblemente debido al tipo de alimentación y la cercanía de los poblados.
13. No se registraron diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos de superficie y fondo, y en general durante todo el año, por lo que la abundancia parece no estar condicionada por estos factores.
14. Los signos que anticipan el proceso de muda, no son tan claros como los descritos para *C. sapidus*, sobre todo a nivel macroscópico en el que solo son evidentes la 'línea blanca' y el caparazón quebrado. Microscópicamente lo más evidente es la aparición del doble borde relacionado con la endocutícula y exocutícula, además de la aparición de cerdas que producen una coloración rosada.
15. El promedio de duración del ciclo de muda fue de 40.5 días en general siendo menor en la pequeñas y espaciándose en la tallas grandes.
16. Las etapas del ciclo de muda tuvieron una duración promedio de: premuda 7.45 días; muda 21 minutos; posmuda 2.95 hrs e intermuda 30 días.
17. El incremento absoluto promedio en la talla, durante la muda, es marcadamente mayor para los organismos entre 6 y 7.9 cm de AT.
18. En las tallas pequeñas el incremento relativo en peso con respecto a las tallas grandes, fue significativamente mayor.
19. La actividad enzimática digestiva varía con la hora del día y también se relaciona con la fase del ciclo de muda en la que se encuentra la jaiba.

siendo muy notable el comportamiento de la amilasa, que incrementa conforme se acerca la muda.

RECOMENDACIONES

Aunque algunos autores como Wear (*op cit*) establecen que la llave para el éxito en el relativamente nuevo concepto de acuicultura para producción de jaiba suave u otros crustáceos, no es la tecnología sino la investigación de mercado y considera que el mundo oriental ha sido poco expuesto a productos de concha suave. Sin embargo, sigue planteándose como problema la disponibilidad en el medio natural en estado de premuda para su utilización en forma blanda sobre todo en el Pacífico.

Para algunos inversionistas podría resultar desalentador, si se establece en este caso, que las hembras disponibles en estado de premuda son relativamente escasas y, si además deben respetar la talla mínima de captura propuesta en este trabajo, entonces la población pescable estaría muy reducida. Sin embargo, debiera estudiarse su aprovechamiento integral, no solamente en su forma blanda, que además permitiría que su utilización no fuera estacional. También debe tomarse en cuenta que este estudio, comprende un ciclo anual y las pesquerías en ocasiones presentan patrones cíclicos, mayores a un año, por lo que este estudio presenta limitaciones.

Definitivamente deben buscarse además, métodos para estimular la ecdisis de una forma rápida y eficiente, como pueden ser la utilización de extractos hormonales comerciales.

Por último, sigue siendo poca la información sobre la biología de éstos crustáceos en el Pacífico y en tanto no se invierta tiempo y dinero para conocer su distribución, abundancia y hábitos de desplazamiento, relacionados con la alimentación y reproducción, no podrá establecerse una pesquería estable como la que se realiza en el Atlántico.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aiken, D. E., 1980. Molting and growth in: *J. S. Cobb and B. F. Phillips* (Editors). *The Biology and Management of Lobsters*, 1:91-163.
- Alejo-Álvarez, R. y J.C. Ávila M., 1997. Biometría y crecimiento de la jaiba (*Callinectes toxotes* Ordway, 1863) en condiciones de cultivo. *Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa*. Mazatlán, Sinaloa, México: 39 pp.
- Ary, R.D. Jr.; C.K. Bartell y M.A. Poirier, 1987. The effects of chelotomy on molting in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *J. Shellfish Res.* 6: 103-108.
- Cameron, J. N., 1985. La muda del cangrejo azul. *Investigación y Ciencia, Scientific American*. No 106.
- Castañón-Cervantes, O. L.C., M. Aguilar.; Moran-González y M. L. Fanjul-Moles, 1995. Photoperiodic induction on the growth rate and gonads maturation in the crayfish *Procambarus clarkii* during ontogeny. *Comp. Biochem. Physiol.* 110 a: 139-146.
- Costlow, J. D. y C.G. Bookhout, 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biological Bulletin* 116: 373-396.
- Chang, E.S. y J.D. O'Connor, 1978. In vitro secretion and hydroxylation of alpha-ecdysone as a function of the crustacean molt cycle. *Gen. Comp. Endocrinol.* 36: 151-160
- Churchill, E. P., 1919. The life-history of the blue crab. *Bulletin, Bureau of Fisheries*, Washington 36, 95-129
- deFur, P. L., 1990. Respiration during ecdysis at low salinity in blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun. *Bulletin of Marine Science*, 46(1) : 48-54.
- Dendinger, J. E., 1987. Digestive proteases in the midgut gland of the Atlantic Blue Crab, *Callinectes sapidus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 88b:503-506.

- Dittel, A. I. y C. E. Epifanio, 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: Zoeae, Megalopae, and juveniles. *Journal of Crustacean Biology*, 4, No 3: 491-494.
- Dittel, A. I.; C. E. Epifanio, y J. Bautista Ch., 1985. Population Biology of the Portunid Crab *Callinectes arcuatus* Ordway in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, Central America. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 20, 593-602.
- Drach, P., 1939. Mue et cycle d'intermue chez le crustacés décapodes. *Ann. Inst. Oceanogr.*, 19:103-391
- Drach, P. y C. Thermigovtzeff, 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et milieu*. 18:595-610.
- Estevez, M., 1972. Estudio preliminar sobre la biología de dos especies alopátricas de cangrejos brachyuros del pacífico colombiano. *Boletín Museo del Mar, Bogotá*. 4:1-17
- Fanjul-Moles, M. L.; M. Miranda-Anaya, y B. Fuentes-Pardo, 1992. Effect of monochromatic light upon the ERG circadian rhythm during onthogeny in crayfish (*Procambarus clarkii*). *Comp. Biochem. Physiol.* 102a: 99-106.
- Fernández, I.; M. Basterrechea; M. Oliva S. y M. Noa, 1995. Variations des lipides totaux, acide gras et sterois chez la crevette blanche: *Penaeus schmitti* aux differents stades du cyce de mue. *Rev. Invest. Mar.* 16:174-176.
- Fernández, I.; M. Oliva S.; R. M. Chávez-Dagostino y M. Preciado, 1996. Informe parcial del proyecto de Contribución al conocimiento de la muda en *C. arcuatus*. Universidad de La Habana – Universidad de Guadalajara. 25 pp.
- Fischer, W.; F. Krupp; W. Schneider; C. Sommer; K. E. Carpenter y V. H. Niem, 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Pacífico centro-oriental, Volumen I Plantas e invertebrados. Roma. FAO. Vol. I :1-646 p.
- Freeman, J.A.; G. M. Kilgus; D. Laurendeau y H. M. Perry, 1987. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. *Aquaculture*, 61 :201-209.

- Fox, I., 1993. The effect of dietary chitin on the growth survival and chitinase levels in the digestiva gland of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 109: 39-49
- Fuentes-Pardo, B.; M.L. Fanjul-Moles y E. Moreno-Saenz, 1992. Synchronization by light of the ERG circadian rythm during ontogeny in the crayfish. *J. Interdiscipl. Cycle Res.*, 23:81-91.
- Galgani, F., 1983. Etude des proteases digestives de crevettes peneides (Crustacea-Decapoda). PhD. Thesis Université d'Aix-Marseille II. France. 70p.
- García-Montes, J. F.; A. García y L. A. Soto, 1987. Morfometria, crecimiento relativo y fecundidad de la jaiba del Golfo, *Callinectes similis* Williams, 1966 (Decapoda :Potunidae). Laboratorio de Ecología del Bentos UNAM, México, D. F., 137-161.
- González-Sansón *et al* , 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 23(1):93-110.
- Gutpa, R.; R. K. Saxena; O. Chateauverdi y J. S. Virdis, 1995. Chitinase production by *Streptomyces viridificans*: its potential in fungal cell wall lysis. *J. Appl. Bacter.* 78: 378-383.
- Hartnoil, R.G., 1969. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*, 16:161-181.
- Havens, K.J. y J. R. McConaughy, 1990. Molting in the mature female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 37-47
- Hendrickx, Michel E., 1981. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. III. Clave de identificación de los cangrejos dela familia Portunidae (Crustacea:Decapoda). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Universidad Nacional Autónoma de México, 11 (1) : 49-61.
- Hernández-Bernal, J.B y B. E. Sánchez-García, 1996. Características de premuda de *Callinectes sapidus* (jaiba azul) y *C. rathhbunae* (jaiba prieta) en sistemas de producción de cangrejos de concha suave. Ponencia III Congreso nacional de Ciencia y Tecnología del Mar en Nvo. Vallarta, Nay.

- Hirsh, G. C. y W. Jacob, 1929. Der arbeiterrhythmus der mitteldarmdrüse von *Astacus leptodactylus*. *Zeitsch. F. Vergl. Physiol.*, 8:102-144.
- Horst, M.N., 1990. Concurrent protein synthesis is required for in vivo chitin synthesis in postmolt blue crabs. *J. Exp. Zool.*, 256:242-254.
- INP, 1994. Atlas pesquero de México. Secretaría de Pesca, 234 p.
- Jaworsky, E., 1972. The blue crab fishery. Barataria estuary, Louisiana. Pub.No. LSU-SG-72-01, Center for Waterland Resources, Louisiana State Univ., Baton Rouge 112pp.
- Jeuniaux, C., 1960. Chitinases et chitobiases dans les tissus épidermiques de l'hépatopancréas et de le tube digestif du crab *Eriocheir sinensis*. *Arch. Inter. Physiol. Biochem.*, 68:684-685.
- Kwei, E.A., 1974. Coastal lagoons in Ghana and the ecology of the blue crab *Callinectes latimanus* Rathbun. PhD Thesis, Faculty of Science, Univ. of Ghana, Legon. 343 pp.
- Lackey, R.T. y W.A. Hubert, 1977. Analysis of exploited fish populations. NOAA office of Sea Grant, Department of Commerce, EUA, 171 pp.
- Landa-Jaime, V.; J. Arciniega-Flores; R. Garcia de Quevedo-Machain; J.E. Michel-Morfin y G. González-Sansón, 1997. Crustáceos Decápodos y Estomatópodos de fondos blandos de la plataforma Continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 23(4):403-417
- Loran-Núñez, R. M.; G.N. Valdez y G. F. Escudero, 1993. Algunos aspectos poblacionales de la Jaiba *Callinectes spp.* en la Laguna de Alvarado Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP). Alvarado, Ver., *Ciencia Pesquera.*, 10, 15-31 p.
- Nolasco, H. y F. Vega-Villasante, 1992. Rapid detection and quantification of amylase activity in fractions after liquid chromatography. *J. Biotech.*, 23:103-109.
- Oliva, M.; I. Fernández e I. Ramos, 1988. Descripción de los estadios y subestadios del ciclo de la muda en el camarón rosado *Penaeus notialis* Pérez Farfante. *Rev. Invest. Mar.*, Vol. IX (1) 91-101.

- Olmi E. J., 1984. An adult female blue crab, *Callinectes Sapidus* Rathbun (Decapoda, Portunidae), in proecdysis. *Crustaceana*, 46 (1): 107-109.
- Paul, R.K.G, 1977. Bionomics of crabs of the genus *Callinectes*, (PORTUNIDAE) in a lagoon complex in Sinaloa, México. Tesis de Doctorado, University of Liverpool, UK, 136 p.
- 1981a. Natural diet, feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapodad, Branchyura, Portunidae). *Marine Ecology*, Vol. 6 : 91-99
- 1981b. The Development of a fishery for Portunid Crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Branchyura) in Sinaloa, México ODA. London. 78p.
- 1982. Abundance, Breeding and Growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Branchyura, Portunidae) in a Lagoon, system on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 14, 13-26.
- Paul, R.K.G; A. B. Bowers y F J. Verdugo -Flores, 1983. Growth and ecdysis of the Portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway (DECAPODA, BRACHYURA), with reference to the exploitation of soft shellcrabs in sinaloa, México. Reporte especial, ICMYL.
- Palomera, G.C., 1987. Contribución al estudio de los tintinidos (Ciliata) en la Bahía de Matanchén, San Blas, Nay. Mex. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Universidad de Guadalajara, 70 pp.
- Perry, H.M., 1975. The blue crab fishery in Mississipi. *Gulf Res. Rep.* 5(10): 39-57.
- , V.T. Ogle y L. Nicholson, 1982. The fishery for soft crabs with emphasis on the development of a closed recirculating seawater system for shedding crabs. *proc. Blue Crab Colloq*: 137-152.
- Pyle, R.W. y L. E. Cronin, 1950. The general anatomy of blue crab *C. sapidus* Rathbun. Chesapeake Biological Laboratory publication No. 87.
- Quijano-Fernández, A. D., 1985. Fecundidad y crecimiento en la Jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 en el sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología,

Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 65 pp.

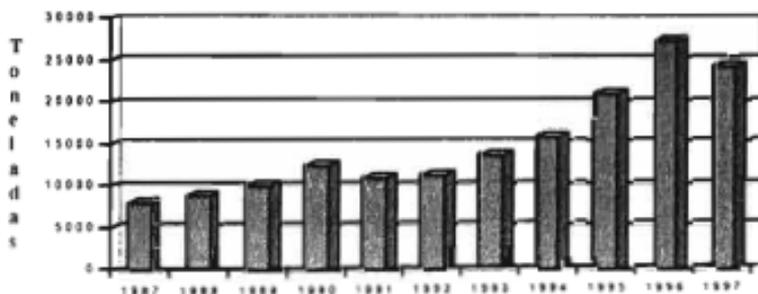
- Ramírez, J. y Hémadez, I., 1990. Obtención de jaiba suave *Callinectes spp.* en flotadores de madera en Alvarado, Veracruz. Serie Documentos de Trabajo, año 1, No. 16. Centro Regional de Investigación Pesquera de Alvarado, Veracruz., México, 22 pp.
- Reyes-Rodríguez, R. 1989. Contribución al conocimiento de la biología de las jaibas *Callinectes sapidus* Rathbun y *C. rathbunae* Contreras, en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C. 81 pp.
- Rosas, C.; A. Sánchez; E. Escobar; L. Soto y A. Bolongaro-Crevenna, 1992. Daily variations of oxygen consumption and glucose hemolymph level related to morphophysiological and ecological adaptations of crustacea. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 101 A, No. 2 pp 323- 328.
- Rosas, C y C. Vanegas, 1993. Energy balance of *C. rathbunae* Contreras 1930, in floating cages in a tropical coastal lagoon. *Jour. of the World Aquac. Soc.*, Vol. 24, No. 1: 71-79.
- Ruiz, C. M.; J. C. Ruiz C.; J.A. Simental P; A. López L. y J. A. Castro A., 1985. Contribución al conocimiento biológico pesquero de: *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 en el estero "El Sábalo" Mazatlán, Sin., Méx. Memoria de Servicio Social (1983-1984), Escuela Ciencias del Mar Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México. 72 pp.
- Ruiz-Durá, M.F., 1993. Recursos Pesqueros de las Costas de México. Su conservación y manejo socioeconómico. Tercera Edición, Editorial Noriega Limusa, Mex.
- Sánchez-Valdés, J. R.; A. Mariscal V.; C.L. Mar-Tovar y O. Laurriaga G., 1987. Aspectos biológicos pesqueros de la Jaiba *Callinectes arcuatus* (Ordway 1863), en el estero la Sirena. Memoria para obtener el título de biólogo, Escuela de Ciencias del Mar, UAS, 43pp.
- Secretaría de Pesca, 1994. Biotecnología para el cultivo de la jaiba. Convenio Sepesca/UNAM, 107 pp.
- Shirley, M.A., 1990. Habitat selection by molting and mating blue crabs. *Bull. Mar. Sci.*, Vol. 46, No. 1.

- Smith, L. David, 1990. Patterns of limb loss in the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, and the effects of autotomy on growth. *Bulletin of Marine Science*, 46 (1) : 23-36.
- Solano-Azar, A. G. A., 1986. Distribución, abundancia y algunos aspectos biométricos de *Callinectes arcuatus* Ordway sobre la plataforma continental del Sur de Sinaloa y Nayarit (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico D. F. 105 pp.
- Stevenson, J.R., 1985. Dynamic in the integument. In: D.E. Bliss and L.H. Mantel (Editors), *The biology of crustacea*. Academic Press, N.Y. 9:1-42.
- Tagatz, M.E., 1968. Growth of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fish. Bull.* 67:281-288.
- Teshima, S.I.; H.J. Ceccaldi; J. Patrois y A. Kanazawa, 1975. Bioconversion of desmosterol to cholesterol at various stages of molting cycle in *Palaemon serratus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 50B: 485-489.
- Van Engel, W.A., 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part. I. Reproduction, Early Development, Growth and Migration. *Comm. Fish. Rev.* 20 (6): 6-17.
- Van Weel, P.B., 1960. On the secretion of digestive enzymes by the marine crab *Thalamita cremata*. *Zeitsch. Vergl. Physiol.*, 43:567-577.
- Van Wormhoudt, A., Y Le Gal y H.J. Ceccaldi, 1972. Activites des amylases et des proteases digestives chez *Penaeus kerathurus*. Existence d'un rythme circadien. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 274:1208-1211.
- Van Wormhoudt, A., 1974. Etudes des enzymes de l'hepatopancreas de *Penaeus kerathurus* et *Palaemon serratus*, Crustacés Décapodes dans les conditions physiologiques normales et en élevage. PhD Thesis, Université d'AixMarseille II, France. 350p.
- _____, 1983. Variations immunoquantitatives de l'amylase au cours du cycle d'intermue à différents saisons chez *Palaemon serratus*. *Mar Biol.*, 74: 127-132.

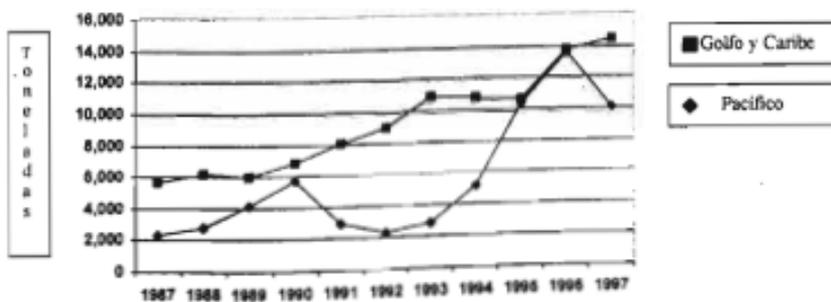
- Vega-Villasante, F.; H. Nolasco y R. Civera, 1993. The digestive enzymes of the pacific brown shrimp *Penaeus californiensis*. I- Properties of the amylase activity in the digestive tract. *Comparative Biochem. and Physiol.*, 106B:547-550.
- Vega-Villasante, F. *et al* (no publicado). Metodología para determinación de proteínas a partir de extracto crudo. CIBNOR.
- Versaw, W.K.; S.L. Cuppett; D. Winters y L. Williams D., 1989. An improved colorimetric assay for bacterial lipase in nonfat dry milk. *Jour. of Food Sci.* 54:1557-1558.
- Wear, Robert G., 1990. Soft-Shelled Crustaceans, New Horizons for Aquaculture. *World Aquaculture*, Vol. 21 (1). 36-38.
- Wenner, E.L. y M. Daugherty. 1990. Incidence of insemination in adult female blue crab from south Carolina. *Bull Mar. Sci.*, Vol. 46 N° 1. pp 251.
- Williams, A. B., 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda : Portunidae). *Fishery Bulletin*, Vol. 72, No 3, 685-796.

ANEXOS

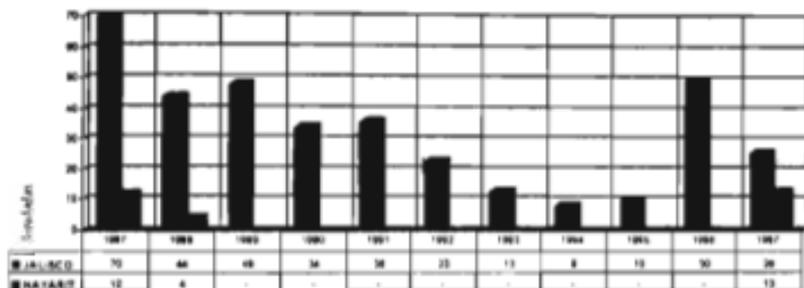
Anexo 1. Serie histórica de captura de jaiba en México, en toneladas de peso desembarcado.



Anexo 2. Serie histórica de captura de jaiba en México, por litoral.



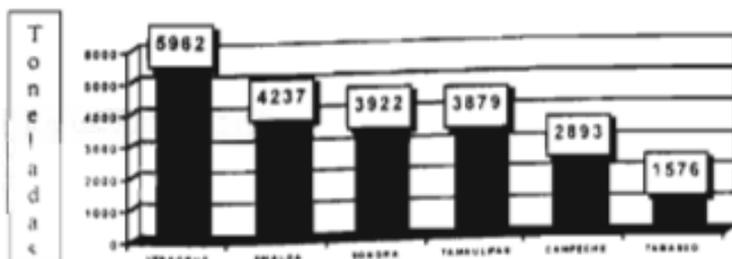
Anexo 3. Serie histórica de captura de jaba, en Jalisco y Nayarit.



Anexo 4 Principales pesquerías de México, en cuanto a peso desembarcado durante 1997

1	Atun	140,064
2	Sardina	95,691
3	Mujarra	89,900
4	Calamar	87,600
5	Caracón	70,144
6	Océño	42,946
7	Carpa	29,090
8	Jaba	24,431
9	Barrilete	24,286
10	Pájaro	18,128

Anexo 5. Primeros estados productores de jaba en México



Anexo 6. Datos de los arrastres por estación y muestreo en la Bahía de Matanchén

Velocidad	Distancia m	Apertura red m	Área m ²	Área ha	No. organismos	No. algas	Datación (muestreo)
0.433	337.5	4.35	1468.125	0.1468	15	109.6	1-Jun
0.433	809.3	4.35	3955.455	0.3955	0	0	2-Jun
0.5	900	4.35	3915	0.315	3	9.52	3-Jun
0.433	1091	4.35	4745.85	0.1095	6	56.6	4-Jun
0.325	804.5	4.35	2629.575	0.272	4	14.7	5-Jun
0.911	1100	4.35	4765	0.4784	6	12.5	1-Jul
0.55	1056	4.35	4993.6	0.4994	0	0	2-Jul
0.69	1247	4.35	5402.7	0.5403	21	38.87	3-Jul
0.366	650.8	4.35	2895.78	0.2866	21	73.27	4-Jul
0.46	828	4.35	3601.8	0.3602	5	13.88	5-Jul
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	3	6.13	1-Ago
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	7	14.3	2-Ago
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	36	69.47	3-Ago
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	1	2.04	4-Ago
0.625	1500	4.35	6525	0.6525	11	16.86	5-Ago
1	1800	4.35	7830	0.783	3	3.83	1-Sep
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	1	2.04	2-Sep
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	5	8.94	3-Sep
1.2	2160	4.35	9396	0.9396	12	12.77	4-Sep
1.2	2160	4.35	9396	0.9396	0	0	5-Sep
0.714	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	1-Oct
0.454	817.2	4.35	3554.82	0.3553	0	0	2-Oct
0.83	1494	4.35	6498.9	0.6499	14	21.54	3-Oct
0.83	1494	4.35	6498.9	0.6499	10	15.4	4-Oct
0.62	1116	4.35	4854.6	0.4855	14	28.9	5-Oct
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	23	67.5	1-Nov
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	39	78.7	2-Nov
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	6	16.4	3-Nov
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	17	34.8	4-Nov
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	5-Nov
0.83	1494	4.35	6498.9	0.6499	6	9.23	1-Dic
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	27	48.3	2-Dic
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	11	19.7	3-Dic
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	0	0	4-Dic
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	5-Dic
0.5	840	4.35	3654	0.3654	0	0	1-Ene
0.714	1371	4.35	5963.85	0.5964	0	0	2-Ene
0.83	1793	4.35	7799.55	0.78	14	1.8	3-Ene
0.625	825	4.35	3588.75	0.3589	62	172.8	4-Ene
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	5-Ene
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	1-Feb
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	2-Feb
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	3-Feb
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	6	10.73	4-Feb
0.625	1125	4.35	4893.75	0.4894	0	0	5-Feb
1	1860	4.35	8091	0.8091	0	0	1-Mar
0.74	1332	4.35	5794.2	0.5794	0	0	2-Mar
0.583	1048	4.35	4563.15	0.4563	1	2.2	3-Mar
1	1800	4.35	7830	0.783	51	7.8	4-Mar
1	1800	4.35	7830	0.783	0	0	5-Mar
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	0	0	1-Abr
0.833	1488	4.35	6530.85	0.6531	0	0	2-Abr
0.714	1200	4.35	5220	0.522	0	0	3-Abr
0.633	1245	4.35	5415.75	0.6716	10	15	4-Abr
0.714	1114	4.35	4845.9	0.4896	0	0	5-Abr
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	0	0	1-May
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	0	0	2-May
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	45	67.7	3-May
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	77	129	4-May
0.714	1285	4.35	5588.75	0.5589	6	10.73	5-May

Anexo 7. Parámetros físicoquímicos promedio de las cinco estaciones por muestreo (del 1 al 12 iniciados en junio de 1996 y concluidos en mayo de 1997)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TEMP max	29.3	34	35	34.3	35.3	24	25.5	29	26.5	27.5	27	30
TEMP min	26.2	27.9	27.5	29.1	31.2	26	20.5	20.6	22	22	25	26.5
Promedio	28	31.22	30.9	31.42	32.44	27.32	22.9	23.1	24.1	25.1	25.9	28.18
OD max	5	2.5	4.3	7.9	7.2	17.5	5.6	5.8	6.8	6.5	3.5	6
OD min	4.2	6	4.7	6	5.1	1.7	3.6	0.8	3.33	2	2.7	3.6
Promedio	4.66	4.16	5.04	6.72	6.3	12.9	4.98	3.08	5.04	4.3	3.01	5.14
SAL max	36	28	29	32	38	37	38	35	35	35	35	35
SAL min	34	35	34	29	35	35	33	32	34	30	32	35
Promedio	34.6	31.4	31.8	29.8	35.8	36.6	35.2	34	34.8	32.8	33.6	35