



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



INFLUENCIA DE LA SALINIDAD Y EL ALIMENTO EN EL PROCESO  
DE MUDA DE LA JAIBA VERDE *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859)  
EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN.

**TESIS**

que para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias con especialidad en Manejo de Recursos Marinos

**PRESENTA**

Ing. Pesq. José Elmo Pérez González

La Paz, Baja California Sur.

Agosto del 2005



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**  
*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 29 del mes de Junio del 2005 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**"INFLUENCIA DE LA SALINIDAD Y EL ALIMENTO EN EL PROCESO DE MUDA DE LA JAIBA VERDE**  
***Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN"**

Presentada por el alumno:

**PÉREZ**

Apellido paterno

**GONZÁLEZ**

materno

**JOSÉ ELMO**

nombre(s)

Con registro:

B	0	3	1	4	6	1
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Director de tesis  
PRIMER VOCAL

*Benjamin*  
DR. BENJAMIN H. ANGUAS VÉLEZ

PRESIDENTE

*[Signature]*  
DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

SECRETARIO

*[Signature]*  
DRA. BERTHA PATRICIA CEBALLOS VÁZQUEZ

SEGUNDO VOCAL

*[Signature]*  
MC. SERGIO FRANCISCO MARTÍNEZ DÍAZ

TERCER VOCAL

*[Signature]*  
MC. MARCIAL TRINIDAD VILLALEJO FUERTE

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

*[Signature]*  
DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



**I. P. N.**  
**CICIMAR**  
**DIRECCION**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 11 del mes Agosto del año 2005, el (la) que suscribe JOSÉ ELMO PÉREZ GONZÁLEZ alumno(a) del

Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B031461 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. BENJAMÍN H. ANGUAS VÉLEZ y cede los derechos del trabajo titulado:

"INFLUENCIA DE LA SALINIDAD Y EL ALIMENTO EN EL PROCESO DE MUDA DE LA JAIBA VERDE

*Collinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: jperez@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

*Jose Elmo Pérez González*

**JOSÉ ELMO PÉREZ GONZÁLEZ**

*nombre y firma*

## **DEDICATORIA**

A dios:

Por haberme permitido llegar hasta donde hoy me encuentro.

A mis papás:

El Sr. José Elmo Pérez Virgen y la Sra. Mirtha Aurora González Pérez  
Por brindarme todo su amor y comprensión y sobre todo la confianza que han depositado en mí.

A mis hermanos:

Eulices, Luis Andro, Johan y Yedi

A mis Abulitos:

Dionicia Pérez y Félix González, Nicolás Virgen  
Por su amor y buenos consejos.

A todos aquellos que de alguna manera participaron en la realización de este trabajo.  
Gracias

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada (CONACYT-183566).  
Al Instituto Politécnico Nacional y al CICIMAR por permitirme formar parte de este Centro, al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por la beca otorgada durante el periodo agosto 2004 - junio 2005.

A la empresa PIASA de la ciudad de La Paz Baja California Sur por habernos proporcionado los alimentos utilizados en el experimento de alimentación.

Agradezco, especialmente a mi director de tesis el Dr. Benjamín H. Anguas Vélez por su apoyo, paciencia y sugerencias para este estudio, al M. en C. Pedro G. González Ramírez por su apoyo incondicional y su asesoría durante este periodo, por todo gracias ya que sin su participación este trabajo no hubiese podido concluir.

A los profesores que formaron parte de mi formación durante el programa de maestría al adquirir sus conocimientos durante sus clases impartidas.

Agradezco también a los M. en C. Mauricio Contreras y Joaquin Arvizu por su apoyo durante la etapa experimental.

A los miembros del comité revisor de tesis, M. en C. Sergio F. Martínez Díaz, M. en C. Marcial Villalejo Fuerte, Dra. Bertha Patricia Ceballos Vázquez y al Dr. Andrés Abatía por sus aportaciones a mejoras del manuscrito.

A todos mis amigos (Araceli, Sandra, Claudia, Jaz, Carmen, Bety, Iván, José, Erick, Deivis, Rene, Flavio, Orlando, Roberto, Baudel) que de una forma u otra colaboraron en la elaboración de este trabajo mil gracias.

Agradezco a la familia Ramírez Palma por todo su cariño y por apoyarme en momentos difíciles.

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
Glosario de términos	I
Lista de tablas	II
Lista de figuras	III
Resumen	IV
Abstract	V
I INTRODUCCIÓN	1
II ANTECEDENTES	6
2.1 Salinidad	6
2.2 Alimentación	9
2.3 Patrón de coloración durante la muda	10
III JUSTIFICACIÓN	11
IV OBJETIVO GENERAL	12
V OBJETIVOS PARTICULARES	12
VI MATERIAL Y MÉTODO	13
6.1 Experimento de salinidad	14
6.1.1 Características del sistema experimental	14
6.1.2 Colecta de jaibas	15
6.1.3 Traslado, identificación y aclimatación	16
6.1.4 Toma de datos morfométricos y parámetros ambientales	27
6.1.5 Patrón de coloración durante la muda	18
6.1.6 Pruebas estadísticas	19
6.2 Experimento de alimentación	19
6.2.1 Características del sistema experimental	19

6.2.2 Instalación del sistema y acondicionamiento de los organismos	21
6.2.3 Alimentos utilizados en el experimento	22
VII RESULTADOS	24
7.1 Resultados del experimento de salinidad	24
7.1.1 Sobrevivencia y éxito de muda	24
7.1.2 Tiempo de intermuda	24
7.1.3 Incremento en talla	27
7.1.4 Parámetros ambientales	33
7.2 Resultados del experimento de alimentación	34
7.2.1 Sobrevivencia y éxito de muda	34
7.2.2 Tiempo de intermuda	34
7.2.3 Incremento en talla	35
7.2.4 Ganancia en peso	36
7.2.5 Parámetros ambientales	37
7.3 Patrón de coloración y comportamiento de <i>Callinectes bellicosus</i> durante la muda	38
VIII DISCUSIÓN	40
8.1 Experimento 1	40
8.2 Experimento 2	43
8.3 Sobrevivencia	47
8.4 Patrón de coloración y comportamiento durante la muda	47
IX CONCLUSIONES	51
X RECOMENDACIONES	52
XI LITERATURA CITADA	53
XII ANEXOS	61

## **Glosario**

**Aeróbico.** Aplicase al ser vivo que necesita de aire para subsistir.

**Desnitrificación.** Es la transformación de nitrato en gas nitrógeno.

**Ecdisis.** Sinónimo de muda.

**Eurihalinas.** Especies resistentes a amplios intervalos de salinidad.

**Euritermas.** Especies resistentes a amplios intervalos de temperatura

**Someras.** Casi encima o muy inmediato a la superficie. Con poca profundidad.

**Factores extrínsecos.** Factores externos ó del ambiente.

**Factores intrínsecos.** Factores internos de la propia especie.

**Fotoperiodo.** Comportamiento orientado por la luz como se manifiesta, por ejemplo, en el crecimiento de los animales que se realiza hacia la luz solar.

**Heterotróficas.** Organismos que se alimentan de sustancias orgánicas.

**Intermuda.** Lapso de tiempo de una muda a otra.

**Malacófaga.** Que se alimenta de moluscos.

**Muda.** Proceso por el cual el grupo de los crustáceos crece y consiste en la elaboración de un nuevo exoesqueleto bajo su viejo caparazón.

**Nutrición.** Proceso por el que los organismos utilizan el alimento para la obtención de la energía relativa al crecimiento, mantenimiento y reparación: los dos tipos principales son la nutrición autótrofa y heterótrofa.

**Osmorregulación.** Se refiere a los procesos relacionados con la regulación de la presión osmótica y la concentración de sales. Implica el mantenimiento de una concentración osmótica interna diferente de la del medio, además de la regulación de la composición y de las concentraciones iónicas en diversos compartimentos para asegurar el funcionamiento correcto de las células y tejidos.

**Osmosis.** Paso de líquidos de a través de una membrana permeable que separa.

**Postmuda.** Etapa de calcificación del organismo después de transcurrir la muda.

**Premuda.** Etapa próxima a transcurrir la muda.

**Repleción.** Organismos que están muy llenos de comida.

**Sistema cerrado.** Es un sistema en el cual el agua se recicla con la utilización de bombas y diversos filtros (mecánico, biológico, químico entre otros) por lo general el agua se reutiliza indefinidamente, aunque regularmente se tienen que realizar pequeños recambios con agua del exterior del sistema.

Lista de tablas	Página
Tabla I. Distribución de los juveniles en el sistema experimental	17
Tabla II. Distribución de los organismos dentro del experimento de alimentación	22
Tabla III. Análisis proximal de los alimentos utilizados en el estudio de alimentación	23
Tabla IV. Resultados promedio y desviaciones estándar de tiempo de intermuda e incrementos en talla	25
Tabla V. Incrementos porcentuales en la muda de <i>C. bellicosus</i> en cada uno de los intervalos de talla del experimento de salinidad	28
Tabla VI. Resultados promedio y desviaciones estándar del experimento de alimentación	35

Lista de figuras	Página
Figura 1. Instalaciones del corral jaibero utilizadas en el experimento de salinidad	13
Figura 2. Tinas utilizadas en el experimento de salinidad	14
Figura 3. Red charalera utilizada en la colecta de jaibas	16
Figura 4. Proceso de aclimatación durante el periodo experimental de salinidad	17
Figura 5A y 5B. Sistema experimental de alimentación.	20
Figura 6. Jaula utilizada para la separación de las jaibas dentro de los acuarios del sistema experimental de alimentación	21
Figura 7. Relación intervalo-tiempo de intermuda	26
Figura 8. Relación salinidad-tiempo de Intermuda	26
Figura 9. Relación salinidad –intervalo de tallas en el tiempo de intermuda	27
Figura 10. Relación salinidad-incremento en talla 1	29
Figura 11. Relación intervalo-incremento en talla 1	30
Figura 12. Relación salinidad-intervalo de talla en incremento en talla 1	31
Figura 13. Relación salinidad-incremento en talla 2	32
Figura 14. Relación intervalo de tallas-incremento en talla 2	33
Figura 15. Relación tiempo de intermuda en cada uno de los tratamientos	35
Figura 16. Incremento en talla en cada uno de los tratamientos	36
Figura 17. Ganancia en peso de la muda 1 a la muda 2 en cada uno de los tratamientos	37
Figura 18. Patrón de coloración de <i>Callinectes bellicosus</i> en la aleta natatoria durante la muda	38

## Resumen

La presente investigación se enfocó al estudio de los efectos de la salinidad y el alimento en el proceso de muda de la jaiba verde *C. bellicosus* en sistemas de agua cerrados, la cual se realizó en las instalaciones del CICIMAR durante 6 meses (marzo-mayo del 2004). El primer experimento (salinidad) se llevó a cabo en el corral jaibero, utilizando un total de 180 juveniles de jaibas entre 2 – 5 cm de amplitud total y 3 tratamientos diferentes (18 ‰, 26 ‰ y 34 ‰). Se formaron 3 sistemas independientes con sus respectivas salinidades utilizando 3 intervalos de talla en cada uno de estos sistemas. Los intervalos estaban formados por 3 lotes de 20 juveniles separados en tinas de fibra de vidrio con intervalos de talla de 20-30 mm, 31-40 mm y 41-50 mm de amplitud de caparazón. En ambos experimentos, después de cada muda se midió la amplitud total y el peso de cada jaiba para determinar el crecimiento y se anotaba la fecha de muda para calcular el tiempo de intermuda. Se aplicaron análisis de varianza factorial y de una sola vía, aplicando la prueba de Tukey para ver diferencias significativas entre los tratamientos. Se encontró que la salinidad no tiene un efecto significativo en el tiempo de intermuda e incremento en talla ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos; mientras tanto, en el intervalo de talla si encontramos diferencias significativas en el tiempo de intermuda e incremento en talla ( $P < 0.05$ ) ya que cuando mayor es la talla, mayor es el incremento que ganan. Una vez concluido el experimento de salinidad, se inició con el estudio de alimentación. Aquí se utilizó un total de 30 juveniles de jaiba entre 36-47 mm de amplitud total. Se utilizaron 3 tratamientos diferentes y su réplica con 5 juveniles cada uno de ellos, colocándolos individualmente en jaulas de malla plástica dentro de acuarios de cristal con agua de mar filtrada a una salinidad entre 34 y 35 ‰. Cada uno de los acuarios, contaba con filtro biológico de placa y los recambios de agua eran constantes. Los alimentos utilizados en el experimento fueron un alimento natural con 65 % de proteína (mezcla de almeja chocolate y filete de pescado) y dos alimentos comerciales utilizados para la engorda de camarón con 35 % y 40 % de proteína. Se encontró que el alimento natural es el más adecuado para el crecimiento de las jaibas al haber encontrado diferencias significativas en el tiempo de intermuda ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos y, en relación a los alimentos comerciales, el mejor fue el de 40 % de proteína. En conclusión, se puede decir que las jaibas *C. bellicosus* son especies eurihalinas y buenas osmorreguladoras por haber soportado el intervalo de salinidad utilizado en este experimento y que el mayor crecimiento con el alimento natural es atribuido principalmente al mayor contenido de proteína y a la buena aceptabilidad.

## Abstract

The present investigation was focused to the study of the effects of the salinity and the food in the process of molt of the crab green *Callinectes bellicosus* in closed systems of water, which was in the installations of the CICIMAR during 6 months (march-may of 2004). The first study of salinity was carried out in the corral crabs, using a juvenile total of 180 de crabs among 2-5 cm de total width and 3 different treatments (18 ‰, 26 ‰ y 34 ‰). They were formed 3 independent systems with their respective salinities using 3 size intervals in each one of these systems. The intervals were formed by juvenile 3 lots of 20 separated in tubs of glass fiber with intervals of size of 20-30 mm, 31-40 mm and 41-50 mm of shell width. In both experiments, after each molt it was measured the total width and the weight of each crab to determine the growth and one wrote down the molt date to calculate the time of intermolt. Analysis of factorial variance was applied and of a one-way, applying the test tukey to see significant differences among the treatments. It was found that the salinity doesn't have significant effect in the time of intermolt and increment in size ( $P>0.05$ ) among the treatments; meanwhile, in the size interval if we find significant differences in the time of intermolt and increment in size ( $P<0.05$ ) since when adult is the size, adult is the increment that you/they win. Once concluded the experiment of salinity, began with the feeding study. Here a juvenile total of 30 of crabs were used among 36-46 mm of total width. 3 treatments and their replica were used with 5 juvenile each one of them, placing them individually in cages of plastic mesh inside glass aquariums sea water filtered to salinity between 34 and 35 ‰. Each one of the aquariums had biological filter of badge and the replacements of water were constant. The foods used in the experiment were a natural food with 65 protein % (mixture of clam and fish fillet) and two commercial foods used for it fattens it of shrimp with 35 and 40 protein %. It was found that the natural food is the most appropriate for the growth from the crabs when having found significant differences in the time of intermolt ( $P<0.05$ ) among the treatments and, in relation to the commercial foods, the best was that of 40 protein %. In conclusion, one can say that the crabs *C. bellicosus* is species eurihalinas and good osmorreguladoras to have supported the interval of salinity used in this experiment and that the biggest growth with the natural food is attributed mainly to the biggest protein content and the good acceptability.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, la pesquería comercial de las jaibas se da en ambas vertientes costeras del país y su captura es tradicionalmente de tipo artesanal, mediante el empleo de artes de pesca muy sencillos, de bajo costo y fácil elaboración como la fisga, atarraya, chinchorro, nasas o aros jaiberos y trampas (Williams, 1974, y Paúl, 1981a). Esto, debido en gran parte a la distribución en ambientes costeros de las especies que conforman la pesquería, lo cual les confiere alta vulnerabilidad a su captura. Dado que la mayor abundancia se presenta en la zona litoral costera, el sector pesquero ribereño es el más importante en su extracción (González-Ramírez *et al.* 1996).

De acuerdo a las estadísticas oficiales de captura pesquera en México, la participación de la jaiba en la producción nacional es muy importante, ocupando el décimo lugar en producción de todas las especies con un total de 15, 915 toneladas en ambas vertientes, siendo Sonora el estado con mayor producción en el litoral del Pacífico con 3, 713 toneladas y Veracruz en el Golfo de México y Caribe con 2, 493 toneladas. Esta producción representa un valor de 143, 189 millones de pesos y constituye el 1.14 % de la producción pesquera nacional (Anuario Estadístico de Pesca 2002).

Según Cascorbi (2004), en el año 2000 la producción de jaiba azul en Estados Unidos fue de 86, 559 toneladas métricas (tm). Del peso desembarcado, *Callinectes sapidus* comprendió el 93 % del total del año 2000; y lo importado de especies de *Callinectes* a Estados Unidos en ese mismo año fue del 7 %.

En el 2001 el total de la jaiba azul en el mercado disminuyó ligeramente a 85, 690.8 tm, pero de este total, las importaciones comprendieron el 16 %, y la fracción de Estados

Unidos disminuyó a 84 %. En el 2000 y 2001, Indonesia proporcionó la mayoría de las importaciones (6 % del total del mercado en USA en 2001), seguido por Tailandia (4 %), México (2 %), y China y las Filipinas (1 % cada uno). Otros 11 países fueron responsables por los restantes productos de importación.

No existen datos de exportaciones o importaciones de jaiba azul, en lo que se refiere a jaiba blanda.

En las costas del área de captura de Baja California Sur, los cangrejos portúnidos están representados por 13 especies pertenecientes a los géneros *Arenaeus*, *Cronius*, *Euphylax*, *Portunus* y *Callinectes*. Los integrantes del género *Callinectes* son los organismos de mayores tallas y uno de los más abundantes en áreas someras, siendo las especies de este género las de mayor importancia comercial (Chávez y Fernández 1976, Román – Contreras 1986).

La pesquería de jaiba en Baja California Sur está constituida principalmente por la especie *Callinectes bellicosus*; sin embargo, en la misma área existe otra especie de jaiba (*C. arcuatus*), la cual no es muy abundante en las capturas por presentar densidades más bajas (González-Ramírez *et al.* 1996). En 1998 Baja California Sur ocupó el tercer lugar como productor de jaiba en la costa oeste de México con 899 t (13.8 % de la producción del pacífico), pero para el año 2001 este recurso ha disminuyó considerablemente a 664 t y para el año 2002 284 t (Anuario Estadístico de Pesca 1998, 2001, 2002).

Los crustáceos, por su abundancia y diversidad, son el grupo más estudiado de los organismos acuáticos (Bardach *et al.* 1986, Barnes 1996), sin embargo, la mayor atención

se la han brindado a las especies de mayor valor comercial (camarones y langostas); que aportan las mayores producciones al país. Con respecto a los cangrejos en general, *Callinectes sapidus* es la especie más estudiada hasta la actualidad, esto debido a que es una especie muy abundante de las costas de los Estados Unidos (Stagg y Whilden 1997), de la cual se han estudiado diversidad de temas relacionados con la Biología, Ecología, Pesquerías, Reproducción (Haefner y Garten 1974, Millikin y Williams 1984, Olmi 1984, Prager *et al.* 1990, Ryer *et al.* 1997). *Callinectes bellicosus* no ha sido tan estudiada como *C. sapidus*, por lo tanto no se tienen herramientas necesarias para hablar de una pesquería como tal. Debido a esto, es necesario buscar alternativas que nos permitan conocer a la población de esta especie y aprovecharla a través de métodos que favorezcan la sustentabilidad y no caer en la sobreexplotación. Una de estas alternativas es la acuicultura, de la cual existen referencias que muestran éxito en las producciones del cangrejo de fango del género *Scylla*, en policultivos en los países de las Filipinas, Taiwán y la India, utilizando jaulas en zonas de manglar; en las cuales, los juveniles de cangrejo son introducidos y alimentados con desperdicio animal (pescado de bajo valor comercial o tripas de pollo) hasta alcanzar la talla comercial (Fortes 2000, Chen 1980, Marasigan (en prensa)), pero actualmente en el Sureste de Asia lograron la producción de semilla de la especie *Scylla serrata* a través de estudios experimentales hasta encontrar las condiciones óptimas de una buena producción de larvas (Shelley *et al.* 2004 y Babu *et al.* 2000).

Tomando en cuenta lo anterior, es posible que el cultivo de jaiba del género *Callinectes* pueda realizarse a gran escala utilizando diseños experimentales de especies similares a ésta y realizar pruebas para ver si se obtienen buenos resultados, lo cual puede tener una buena rentabilidad, ya que las especies del género *Callinectes* son tolerantes a los

factores ambientales, principalmente a la temperatura y la salinidad, ya que son consideradas eurihalinas y euritermas (Arreola-Lizárraga *et al.* 2003). No son exigentes en requerimientos de oxígeno y la talla que alcanza es de aproximadamente 17 cm de amplitud de caparazón para machos y 14 cm para hembras (Hendrickx 1995).

La jaiba blanda se obtiene aprovechando un proceso natural que el grupo de los crustáceos efectúa para crecer el cual se le denomina muda o ecdisis y que consiste en la elaboración de una nueva cutícula bajo su viejo caparazón (Ramírez-Garrido y Hernández-Tabares 1990) y para que mude depende de una serie de factores intrínsecos y extrínsecos como la edad, la especie, temperatura, salinidad, estado de madurez, alimentación entre otros (Monroy-Pulido y Orellana-Buenrostro 1998).

Una de las formas sencillas de consumir la jaiba, es en forma de pulpa ya sea refrigerada, pasteurizada o enlatada. Estas formas de explotación aprovechan únicamente del 8 al 15 % de la porción comestible del producto; sin embargo, una jaiba blanda se puede aprovechar hasta en un 90 % (Sánchez-García y Hernández-Bernalo 1995).

*Callinectes bellicosus* se incluye dentro de los cangrejos nadadores de la familia Portunidae; esta especie habita principalmente en lagunas costeras y bahías a profundidades que oscilan de unos cuantos centímetros hasta 15 metros (Williams 1974), en esteros protegidos con zonas de manglar, fangosos y vegetación sumergible, a temperaturas entre 25 y 32 °C, y la salinidad a la que se encuentra está asociada con la etapa de desarrollo (Contreras 1984). Autores como Paúl (1981a) la considera una especie marina, por

encontrarla a salinidades similares a áreas costeras en lagunas y estuarios de Sinaloa. Por lo tanto, está expuesta a cambios de salinidad durante su desarrollo, ya que la mayor parte de la población de esta especie realiza migraciones hacia lagunas o estuarios para completar su ciclo de vida y poder sobrevivir, ya sea como estrategia para una eficiente alimentación o supervivencia.

Con respecto a la alimentación, Warner (1977) considera a las especies del género *Callinectes* como 100 % carnívoras, pero autores como Millikin y Williams (1984), Dittel (1993), y Paúl (1981b), las consideran como omnívoros oportunistas puesto que se alimentan de lo que encuentran disponible en su hábitat. Moluscos y carroña son la dieta principal, pero la calidad y cantidad de alimento ingerido están asociadas con la edad, localidad y estación del año, siendo *Callinectes bellicosus* el principal depredador de 5 tipos alimentarios diferentes, tales como moluscos gasterópodos, moluscos bivalvos, crustáceos, peces y materia vegetal. Aunque la importancia de estos grupos cambia con la estación del año (Rodríguez- Rojero 2004).

No existen referencias sobre requerimientos nutricionales de jaibas del género *Callinectes*, ni sobre otros braquiuros. Por lo tanto, no es posible hablar sobre el efecto que pudiera tener el alimento que consumen estos crustáceos en el crecimiento, ni saber los compuestos nutricionales que obtienen en su alimento al ser tan diversificada su dieta. Es probable que en la etapa de juvenil, al igual que los camarones, necesiten un porcentaje mayor de proteínas que de carbohidratos ó lípidos, ya que la función principal de las proteínas es la formación de nuevos tejidos y conforme crecen, ese porcentaje de proteína puede que disminuya para sustituirse ya sea por carbohidratos y lípidos.

El semicultivo de jaibas podría constituir un importante generador de recursos como lo ha sido en la Bahía de Chesapeake, en Estados Unidos, en donde desde hace más de un siglo producen jaiba entera, pulpa de jaiba y jaiba blanda, estas dos últimas principalmente para exportación (Haefner 1985).

El estudio de la salinidad y alimentación de estas especies proporcionarán elementos que podrán ser aplicados a posteriores estudios de nutrición y crecimiento con fines de desarrollar cultivos de jaibas.

## II ANTECEDENTES

Existe una serie de estudios realizados sobre el Género *Callinectes*, principalmente sobre la especie *C. sapidus*, de la cual se han estudiado una gran variedad de temas, debido a que es la especie económicamente más importante en las costas de Estados Unidos (Stagg y Whilden 1997).

Los siguientes antecedentes están relacionados principalmente con temas afines a este estudio y en general al género *Callinectes*, debido a que existen pocos estudios de la especie *C. bellicosus*. Una gran parte son análisis pesqueros dentro de las zonas de pesca donde abunda (Baja California Sur y Sonora) y los resultados son aplicados para resolver problemas de esta pesquería sobre biología y reproducción principalmente (Pérez-Ríos 2002, García-Borbón *et al.* 2002).

### 2.1 Salinidad

Tagatz (1967) demostró que *C. sapidus* y *C. similis* pueden encontrarse a salinidades de 15 ‰, pero que *C. similis* raramente se encuentra por debajo de las 15 ‰;

por lo tanto *C. sapidus* aparenta ser más eurihalina y por tolerar cambios de salinidad podría ser una candidata a su cultivo.

Engel (1977) comparó la capacidad osmoregulatoria de *C. sapidus* y *C. similis* encontrando que *sapidus* tiene capacidad de osmoregular a salinidades más bajas, y ambas se comportan de manera similar a salinidades elevadas, alimentadas con pescado crudo durante la aclimatación y realizando recambios de agua alternados.

Paúl (1981a) realizó un estudio sobre la pesquería de portúnidos, en Sinaloa, México. Este autor encontró tres especies del género *Callinectes* a profundidades entre 0 y 5 metros y a salinidades entre 0 y 65 ‰. Entre las especies encontradas se incluye *C. bellicosus*, la cual fue encontrada en áreas cercanas a las costas o en las desembocaduras de los ríos (34 a 36 ‰) considerándola una especie marina, ya que rara vez fue encontrada a salinidades inferiores a 30 ‰.

Hernández-Tabares y Ramírez-Garrido (1986), Rosas y Lázaro-Chávez (1986), Rosas *et al.* (1989) consideran que la temperatura y la salinidad son los factores determinantes del incremento en talla durante la postmuda, en las tasas de consumo de oxígeno y en el éxito de la muda.

Cabrera-Rodríguez *et al.* (1996) estudiaron la influencia de la salinidad en la ecdisis de juveniles de jaiba azul *C. sapidus*, en condiciones de laboratorio, utilizando 4 salinidades diferentes. Estos autores encuentran el máximo porcentaje de mudas y mayor incremento postmudal de la amplitud sin espinas para jaibas a 18‰, y el tiempo de intermuda menor

fue a 25 ‰. Aunque al aplicar el análisis de varianza concluyen que la salinidad no tiene efecto sobre el tiempo medio de la ecdisis; únicamente influyó en el número de organismos que mudaron.

Castro-Ortiz *et al.* (En Prensa), determinaron el periodo entre mudas y el crecimiento de *C. bellicosus* en un sistema de recirculación, en Baja California Sur, manteniendo los organismos a la intemperie a una salinidad de 35 ‰ y alimentando diariamente con trozos de pescado y calamar. Ellos encontraron un incremento en talla del 17 % y un tiempo de intermuda de  $39.8 \pm 16$  días. Estos mismos autores mencionan que el periodo entre mudas depende mayormente de la talla y de la temperatura.

Arreola-Lizárraga *et al.* (2003) estudiaron la ecología de *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* en una laguna costera del noroeste de México, durante un periodo de 2 años, con muestreos mensuales día y noche, donde ellos encuentran a estas especies a salinidades entre 32 y 40 ‰ y a temperaturas entre 21 y 32 °C, encontrando las mayores abundancias durante la noche en conjunto con macroalgas. Ellos concluyen que estas especies se reproducen desde Marzo hasta Septiembre, por encontrarlas todo el año, y piensan que los patrones ecológicos observados en estas especies pueden ser extrapolados a otras lagunas con clima, oceanografía y geomorfología similar.

Ian-M *et al.* (2004) realizaron combinaciones de temperatura y salinidad para determinar efecto en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de *Scylla serrata*, estableciendo 4 combinaciones: temperaturas de 20, 25, 30 y 35 °C y 5 salinidades (0, 5, 10, 20, 30 y 40 ‰) en cada una de las temperaturas. Estos organismos fueron alimentados

con *Artemia* y alimento comercial de migaja. Encontraron diferencias significativas en sobrevivencia para las diferentes temperaturas, pero no para la salinidad en el rango de 5 a 40 ‰. Con respecto al peso medio si encontraron diferencias significativas en temperatura y salinidad, concluyendo que la crianza de estos organismos debe realizarse aproximadamente a 30 °C y una salinidad entre 10 y 20 ‰.

## **2. 2 Alimentación**

Millikin *et al.* (1980) estudiaron el efecto del alimento en la supervivencia, frecuencia de muda y crecimiento en *Callinectes sapidus*, utilizando 4 dietas con diferente nivel proteico (artemia adulta y pellets con 23, 37 y 49 % de proteína). Encontrando un mayor crecimiento (incremento en talla) y una mayor mortalidad en las jaibas alimentadas con artemia adulta. Con los pellets, observaron un mayor incremento en talla a 37 y 49 % de proteína.

Paúl (1981b) realizó un estudio para determinar la dieta natural, alimentación y actividad predatoria de las especies *Callinectes bellicosus* y *C. toxotes* en un sistema lagunar de Sinaloa México, concluyendo que ambas especies son detritivoras por haber encontrado altos porcentajes de plantas y materia inorgánica en sus estómagos.

Dittel (1993) encontró que los crustáceos y moluscos constituyen la dieta principal de *C. arcuatus* con porcentajes correspondientes a 29 % y 18 % respectivamente, y hace referencia al grado de repleción de estómagos en relación al estado de premuda avanzada y postmuda presentando los menores porcentajes de estómagos llenos (6 % y 9 %, respectivamente), en tanto que el 29 % de los individuos en estado de intermuda y premuda

inicial mostraron estómagos llenos. Mientras que Paúl (1981b), Laughlin (1982), Hines *et al.* (1990) y Dittel (1993) encuentran que la cantidad y tipo de alimento ingerido por las jaibas está asociado con la edad, localidad y estación del año, y la dieta es atribuida principalmente a variaciones en la disponibilidad de presas.

Rodríguez-Rojero (2004) estudio los hábitos alimentarios de las jaibas *C. arcuatus* y *C. bellicosus* en Bahía Magdalena, Baja California Sur, concluyendo que el espectro trófico de éstas jaibas es amplio y no preferencial, y los grupos alimentarios más importantes fueron los gasterópodos, bivalvos y crustáceos, aunque los peces, jaibas y materia vegetal fueron importantes en algunos casos, indica que se trata de organismos generalistas. También da a conocer que las tendencias ontogénicas en los patrones de alimentación de las dos especies, van desde omnívoros oportunistas entre los juveniles (representado por su mayor espectro trófico) hacia una depredación malacófaga en los adultos.

### **2.3 Patrón de coloración durante la muda**

Hernández-Tabares y Ramírez-Garrido (1986) estudiaron las señales indicativas de premuda en jaibas *C. rathbunae* mayores de 7.5 cm de talla, observándolas en jaulas flotantes de madera y alimentadas a saciedad con cabezas de mojarra, encontrando 3 importantes señales: cambio de coloración del abdomen del color normal a una tonalidad más clara en machos y oscuro en hembras. Reborde interno y coloración rojiza de los dos últimos segmentos de los apéndices natatorios (aletas). Cambio de coloración de grisáceo a rosado en el reborde del tercer par de maxilípedos.

Fernández-Luna *et al.* (1999) contribuyeron al conocimiento, crecimiento y muda de la jaiba *Callinectes arcuatus* en Nayarit, México. Encontrando diferencias en coloración durante el ciclo de muda en Nayarit y Bahía de La Paz, concluyendo que estas diferencias pueden atribuirse a las diferentes condiciones en los ambientes marinos. También encuentran que los organismos mayores de 9.9 cm de talla no son factibles para la obtención de jaiba mudada.

### III JUSTIFICACIÓN

*Callinectes bellicosus*, es una especie de la cual existen pocos estudios, tanto experimentales como de campo, y en general son realizados por las Instituciones del gobierno Estatal de las zonas de pesca donde esta especie abunda (Baja California Sur y Sonora), y sus resultados se aplican principalmente para resolver problemas de reproducción en las zonas de mayor captura (García-Borbón *et al.* 2002, Pérez-Ríos 2002).

Varias especies constituyen la pesquería de jaiba en ambas vertientes del país; entre ellas, el género *Callinectes*, en la actualidad está siendo extensivamente explotado. Sin embargo, aunque las capturas tengan un buen rendimiento en producción, la rentabilidad es muy baja por el mínimo valor comercial en presentación de jaiba dura o fresca (Merlín-Pérez 1996, Monroy-Pulido y Orellana-Buenrostro 1998). Por otra parte, la captura se está realizando sin que haya una implementación de veda o control sobre las capturas y esto puede tener consecuencias a corto plazo y llegar al colapso de la pesquería.

Para mejorar el rendimiento económico de este recurso, es necesario involucrarnos en la acuicultura, y es ahí donde se enmarca el presente trabajo. Dando un primer paso, en la factibilidad de engorda de *C. bellicosus*, estableciendo el tiempo necesario que tiene que permanecer esta especie en estanques desde las primeras etapas de juvenil hasta alcanzar la

talla comercial, así como la cantidad y el tipo de alimento adecuado. Adicionalmente y de forma paralela, conocer la salinidad más adecuada para su crecimiento y el patrón de coloración de *C. bellicosus* durante la muda. Esto último nos permitirá aplicar esta información al cultivo de jaiba blanda, el cual es una excelente alternativa para aumentar el valor económico de este producto y que actualmente en el mercado tiene demanda y buena aceptabilidad principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica.

#### **IV OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la salinidad y el alimento en el tiempo de intermuda, crecimiento y sobrevivencia de *C. bellicosus* en sistemas de cultivo cerrados.

#### **V OBJETIVOS PARTICULARES**

Determinar el efecto de tres salinidades en el incremento en talla y tiempo de intermuda en la jaiba *C. bellicosus*.

Determinar el efecto del tipo de alimento en el incremento en talla y tiempo de intermuda en la jaiba *C. bellicosus*.

## VI MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), dependiente del Instituto Politécnico Nacional, en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México. Todo el estudio consistió de 2 experimentos y abarco un periodo de 6 meses (marzo – agosto del 2004).

Se inició con el experimento de salinidad en las instalaciones del corral jaibero (Figura.1).



**Fig. 1 Instalaciones del corral jaibero para el experimento de salinidad**

Dicho experimento tuvo una duración aproximada de 3 meses. El segundo experimento, se realizó en el Laboratorio de Biología Experimental, dentro del Departamento de Desarrollo de Tecnologías con una duración de 3 meses.

Se hará una descripción de las actividades que fueron realizadas durante los dos periodos experimentales, iniciando por el experimento de salinidad.

## 6. 1 Experimento de salinidad

### 6. 1. 1 Características del sistema experimental

Se utilizaron 3 sistemas de recirculación independientes, cada uno de ellos para mantener las salinidades del estudio: 34, 26 y 18 ups. Cada uno de los sistemas estaba constituido por 3 tinas de fibra de vidrio con dimensiones de 2 m de largo por 1 de ancho y 30 cm de profundidad (520 litros de capacidad) con un nivel de agua de 10 cm aproximadamente (160 litros de agua en cada tina) (Figura 2).



**Fig. 2 Tinas utilizadas en el experimento de salinidad**

El gasto de agua en cada una de las tinas osciló entre 4.98 y 5.49 litros/minuto, calculando un promedio de 5.21 litros/minuto. Se utilizó una cantidad total de agua de 930 litros por cada sistema independiente (160 litros en cada tina más 450 litros en el filtro biológico para la recirculación) agregando 40 litros de agua dulce en promedio diariamente, para mantener constante el nivel de agua y compensar la evaporación. El abastecimiento de

agua a los sistemas, se daba a través de un sistema de tuberías de PVC intercomunicados con la bomba sumergible y el filtro biológico. Para tener una buena recirculación del agua, las tinas fueron colocadas con la pendiente a favor del filtro biológico teniendo así un mejor drenaje de los sistemas y una mejor calidad de agua.

El filtro biológico fue constituido de una capa de piedra de coral, y material de polipropileno, ya que estos materiales retienen mejor el material particulado de los desechos de los organismos. Se contaba con dos tinacos rotoplas, uno de agua dulce que se utilizaba cuando la temperatura aumentaba y la salinidad se elevaba y otro de agua salada, que servía únicamente para reponer el nivel de agua cuando éste disminuía por problemas de salpicaduras.

### **6. 1. 2 Colecta de jaibas**

Los organismos fueron colectados en la playa el Conchalito, en la Ensenada de La Paz, utilizando una red charalera de 0.5 cm de luz de malla, 30 metros de longitud y 1. 5 metros de altura (Figura 3). Del total de las jaibas colectadas, se seleccionaron 180 juveniles de jaiba *Callinectes bellicosus* con buenas características morfológicas y una buena movilidad. Asimismo, que cumplieran con la talla dentro de los intervalos a utilizar en el experimento (entre 20 – 50 mm de amplitud total).



**Figura 3. Red charalera utilizada en la colecta de jaibas.**

### **6. 1. 3 Traslado, identificación y aclimatación**

Los organismos colectados se trasladaron al Laboratorio de Biología Experimental, donde fueron identificados por medio de los dientes frontales y últimos segmentos abdominales, según Williams (1974). Una vez identificados se separaron 3 lotes de 60 organismos, con intervalos de tallas de 20 a 30 mm, 31 a 40 mm y 41 a 50, los cuales se utilizaron en cada uno de los tratamientos. Posteriormente, se separaron individualmente utilizando recipientes de PVC con diámetro de 4 pulgadas, una vez separados los organismos por tallas, se aclimataron a las salinidades requeridas, disminuyendo 2 ups diariamente (Fig. 4). Después de haber llegado a la salinidad mínima requerida, se mantuvieron los organismos una semana más, para asegurarse de que se hubiesen aclimatado adecuadamente. Para entender mejor la distribución de los organismos dentro del sistema experimental, se puede observar la tabla I.

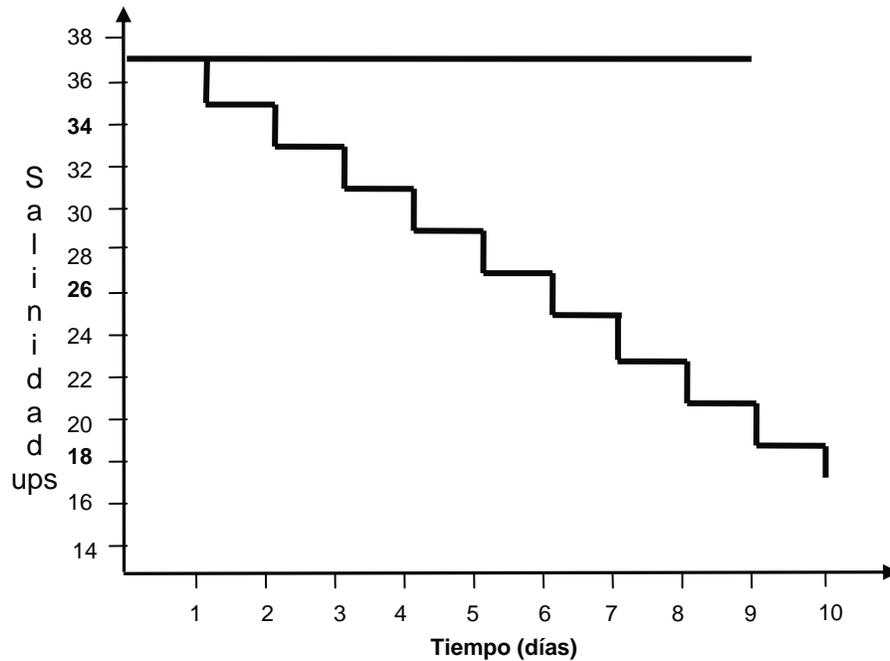


Fig. 4 Proceso de aclimatación durante el periodo experimental de salinidad

Tabla I. Distribución de los juveniles en el sistema experimental

Anchura total (mm)	Salinidad 18 ups	Salinidad 26 ups	Salinidad 34 ups
20 – 30	20	20	20
31 – 40	20	20	20
41 – 50	20	20	20

#### 6. 1. 4 Toma de datos morfométricos y parámetros ambientales

A partir del momento en que mudaba cada una de las jaidas, se registraba fecha y número de recipiente para determinar el tiempo transcurrido a la muda posterior (intermuda). Además, para determinar el incremento en talla en relación con la muda anterior, se tomó la

amplitud total del caparazón, utilizando un vernier (con precisión de 1mm); y el peso con una balanza digital (con precisión de 0.1 g).

Diariamente se registró la salinidad con un refractómetro y la temperatura máxima y mínima del agua. Se alimentó a saciedad 2 veces al día con mojarra entera de las especies *Diapterus peruvianus*, *Eugerres axiliaris* y *Gerres cinereus* como fauna de acompañamiento de las colectas de jaibas, se descongelaba 15 minutos previos a la alimentación.

Finalmente, se determinó el incremento de talla de una muda a otra en mm y en porcentaje (tomando como 100 % la talla inicial y utilizando los incrementos de cada muda), tiempo de duración (días) de la intermuda, éxito de muda y porcentaje de supervivencia de las jaibas.

Los sistemas experimentales estuvieron sujetos a un fotoperiodo natural de 14:10 horas, luz: oscuridad, durante el periodo de la experimentación (Marzo – Mayo del 2004).

#### **6. 1. 5 Patrón de coloración durante la muda**

Se realizaron observaciones diariamente a las jaibas, para determinar el cambio de coloración durante todo el periodo de intermuda. Se observó principalmente en el último segmento abdominal del último par de periopodos (dácilo), ya que ahí se dan los cambios de coloración que nos pueden indicar el acercamiento del proceso de la muda.

Esto se hará para aplicar los resultados obtenidos en posteriores estudios sobre sistemas de engorda de esta misma especie para la obtención de jaiba blanda, ya que será una buena herramienta para poder estimar el punto muy próximo a obtener la jaiba blanda y así tener un mercado fijo.

### **6. 1. 6 Pruebas estadísticas**

Una vez obtenidos los resultados del experimento, se calcularon los incrementos en talla (mm) y tiempos de intermuda (días) de cada uno de los organismos, se ordenaron por tratamientos junto con sus respectivas salinidades realizando la matriz de datos que fue utilizada para realizar mediante el paquete Statistica® 6.1 las siguientes pruebas: primeramente se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov para comprobar si existía normalidad en los datos, posteriormente la prueba de Bartlett para ver homocedasticidad en los datos y finalmente la ANDEVA para ver si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Para observar cuales eran diferentes de otros se aplicó la prueba de Tukey.

Es importante aclarar dos cosas en este experimento para entender mejor los resultados. Primeramente quiero mencionar que en los resultados de algunas gráficas, aparece un intervalo que no es planteado en el diseño experimental (51 – 60 mm) y quiero aclarar que eso es debido al sesgo que se dio en las tallas de las jaibas durante el periodo de aclimatación, es decir, la talla que alcanzaron las jaibas ya no era la misma cuando se inicio este experimento y para obtener más datos decidimos tomarlos todos.

La otra aclaración es que en los tiempos de intermuda, los resultados obtenidos fueron transformados a logaritmos naturales debido a que no encontramos normalidad en los datos.

## **6. 2 Experimento de alimentación**

### **6. 2. 1 Características del sistema experimental**

Para llevar a cabo este experimento se utilizaron un total de 6 acuarios de vidrio con dimensiones de 60 cm de largo, 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad aproximadamente (40 litros de agua).

Cada uno de los acuarios contaba con un filtro biológico de placa y aireación constante (airlift) a través de mangueras de plástico que se encontraban comunicadas directamente a un sistema de aireación.

Las condiciones de este experimento eran controladas, la salinidad se fijó a  $35 \pm 1$  ups, la temperatura a  $24 \pm 1$  °C y las concentraciones de oxígeno en el agua variaron en mínimas cantidades debido a que siempre se contaba con suministro de aireación y recambios de agua del 50 % por semana (Fig. 5A y 5B).

El fotoperiodo utilizado en el Laboratorio fue de 13: 11 horas luz: oscuridad.

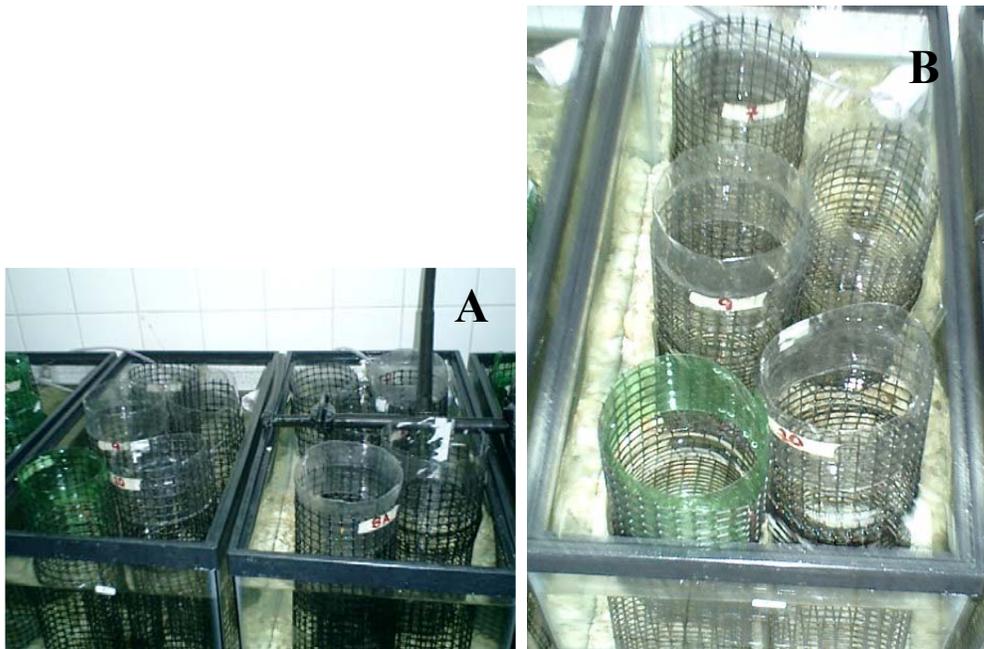
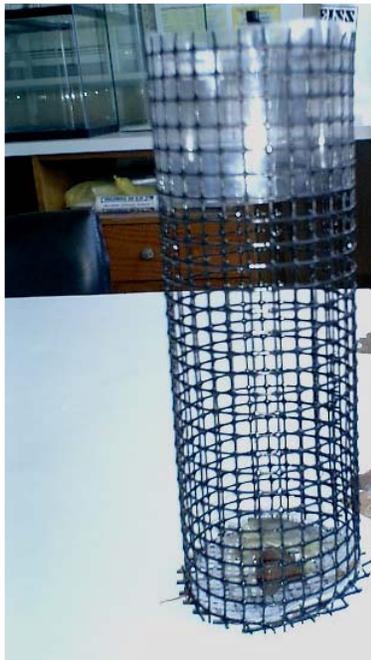


Fig. 5A y 5B Sistema experimental de alimentación

### 6. 2. 2 Instalación del sistema y acondicionamiento de los organismos

Se colocaron 6 acuarios con sus respectivos filtros de placa, los cuales fueron llenados con agua de mar y se dejaron con aireación constante por una semana. Concluida la semana, inició el periodo experimental colocando dentro de cada acuario 5 jaibas de entre 36 – 47 mm de amplitud total, separadas individualmente con jaulas de malla plástica para evitar el escape (Fig. 6). Una vez colocadas las jaibas se aclimataron por un periodo de una semana y se alimentaron con pescado fresco y alimento comercial.

Se utilizó un total de 30 jaibas, 5 por cada tratamiento y 5 más para su repetición (Tabla II). Se verificaba que la temperatura y la salinidad se mantuvieran constantes diariamente.



**Fig. 6 Jaula utilizada para la separación de las jaibas dentro de los acuarios del sistema experimental de alimentación.**

**Tabla II. Distribución de los organismos dentro del experimento de alimentación**

<b>% proteína</b>	<b>Talla (36-47 mm)</b>	
<b>Alimento 1</b>	<b>Acuario 1</b>	<b>Repetición</b>
Natural 65 %	5	5
<b>Alimento 2</b>	<b>Acuario 2</b>	<b>Repetición</b>
Pellets 35 %	5	5
<b>Alimento 3</b>	<b>Acuario 3</b>	<b>Repetición</b>
Pellets 40 %	5	5

### **6. 2. 3 Alimentos utilizados en el experimento**

Se utilizaron 3 alimentos diferentes en el periodo experimental: un alimento natural, el cual estaba constituido de una mezcla de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) y filete de pierna (*Caulolatilus princeps*) en proporción 1:1. Este alimento fue molido, mezclado y colocado en bolsas de plástico, dando una forma semejante a carne de hamburguesa, la cual, se congeló a – 30 °C hasta el momento de alimentar.

Los dos alimentos restantes fueron pellets comerciales con 35 y 40 % de proteína utilizados para la engorda de camarón en sistemas de cultivo semi intensivos e intensivos, los cuales fueron proporcionados por la empresa PIASA, de la ciudad de La Paz, B.C.S (Tabla III).

Es importante mencionar que las características de estos alimentos peletizados, eran diferentes. El de 35 % de proteína, era de forma de migaja y menos compacto, de menor tamaño y una coloración café claro. El de 40 % de proteína, presentaba un tamaño más

grande y compacto, teniendo la ventaja de hundirse más rápido que el de 35 % y su color era más oscuro. La tabla III muestra el análisis proximal de los alimentos utilizados en este experimento.

**Tabla III. Análisis proximal de los alimentos utilizados en el estudio de alimentación.**

Análisis	Natural (65 %)	Pellet (35 % P)	Pellet (40 %)
Proteína %	65.8	35	40
Grasa %	3.5	6	7
Fibra %	-	3	3
Humedad %	7.8	11	12
Cenizas %	16	10	10
E. L. N. %	14.5	34	28

Se alimentó con el 5 % de su peso total, dividiendo esta ración en dos porciones para alimentar dos veces al día. Se retiró el alimento no consumido en un tiempo no mayor a 2 horas.

Se determinó el incremento de talla de una muda a otra en mm y en porcentaje, tiempo de intermuda (días), éxito de muda y porcentaje de supervivencia de las jaibas.

Se utilizó el paquete Statistica<sup>®</sup> 6.1 para aplicar los análisis estadísticos. Primeramente se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov para comprobar si existía normalidad en los datos, posteriormente la prueba de Bartlett para ver homocedasticidad en los datos y finalmente la ANDEVA para ver si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Para diferenciar a los tratamientos cuando existían diferencias significativas se aplicaba la prueba de Tukey.

## **VII RESULTADOS**

### **7. 1 Resultados del experimento de salinidad**

#### **7. 1. 1 Supervivencia y éxito de muda**

El éxito de muda fue satisfactorio, solo se presentaron 6 muertes a lo largo de los 3 meses de experimentación, en todos los casos las jaibas morían en la ecdisis, en el transcurso de la noche cuando las concentraciones de oxígeno normalmente disminuyen. De esta manera, se puede atribuir que probablemente las muertes sean por una baja de oxígeno o deficiencia en la nutrición. El porcentaje de supervivencia obtenido fue de 96.67 % lo cual se puede considerar muy satisfactorio.

Las jaibas de los tres intervalos de tallas diferentes mudaron durante la primera semana de experimentación, indicando esto que el tiempo de intermuda se encontraba muy avanzado al momento de la captura.

Después de la primera muda, las jaibas de 20 a 30 mm de amplitud de caparazón mudaron con más frecuencia y mayor número hasta el siguiente mes, mientras que las de 31 a 40 mm mudaron durante los tres meses pero en menor número.

Con respecto a las de 41 a 50 mm, se mantuvieron casi constantes en el número de veces que mudaron durante los tres meses, aunque fueron menos las jaibas que mudaron.

#### **7. 1. 2 Tiempo de intermuda**

En los resultados de tiempo de intermuda se observa que las jaibas con intervalos de 20 a 30 mm tienden a mudar en menor tiempo a salinidad de 34 ups, con  $26 \pm 8$  días (Tabla IV).

Sin embargo, al aplicar el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.30$ ).

Para el intervalo de 31 a 40 mm, el tiempo de intermuda presento la misma tendencia que en el intervalo anterior (20-30 mm) siendo la salinidad de 34 ups la de menor tiempo con  $34 \pm 13$  días, pero no fue significativamente menor que en otras salinidades ( $P < 0.30$ ) (Tabla IV).

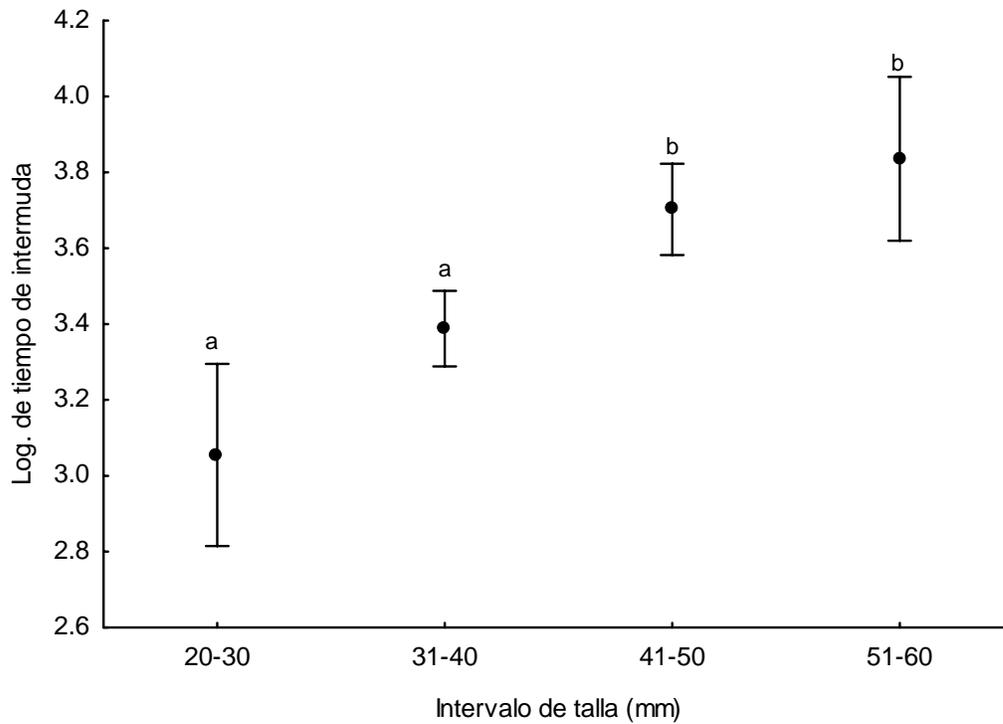
**Tabla IV. Resultados promedio y desviaciones estándar de tiempo de intermuda e incrementos en talla.**

TI = Tiempo de intermuda,  $\Delta T1$  = Incremento en talla de la talla inicial a la muda 1,  $\Delta T2$  = Incremento en talla de la muda 1 a la muda 2. Los números marcados con asterisco (\*) son los mejores resultados en cada uno de los intervalos de talla. (Media  $\pm$  desviación estándar)

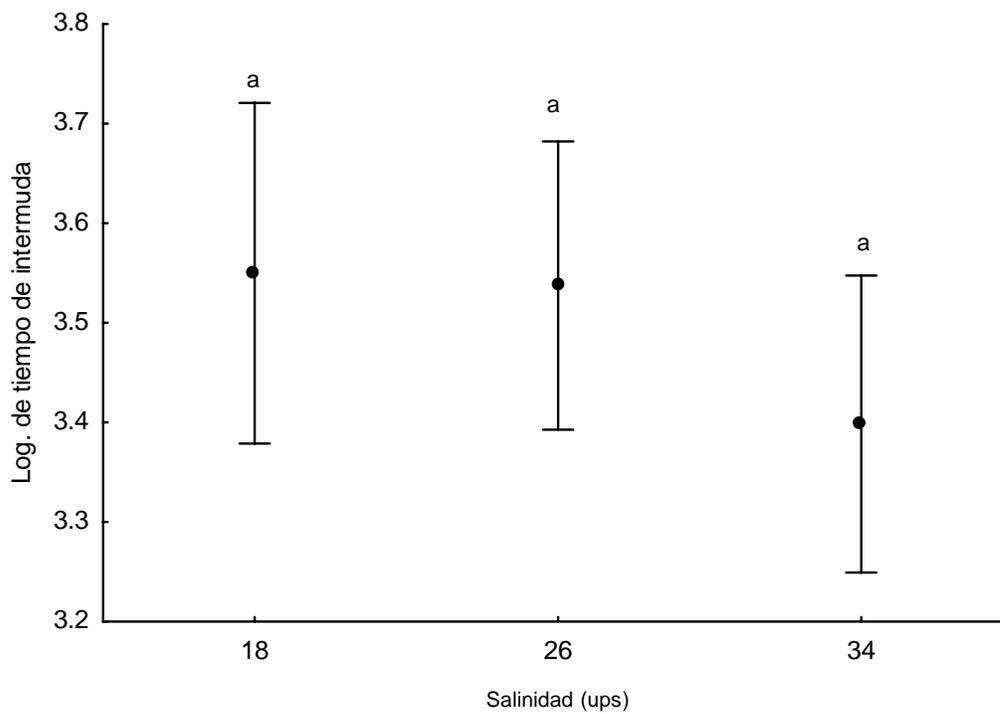
lote	Salinidad (ups)	intervalo de talla	TI (días)	$\Delta T 1$ (mm)	$\Delta T 2$ (mm)
1	34	20-30	26* $\pm$ 8	5.8* $\pm$ 2.6	6.3* $\pm$ 1.9
4	26	20-30	28 $\pm$ 8	5.6 $\pm$ 2.0	6.2 $\pm$ 1.6
7	18	20-30	30 $\pm$ 6	5.3 $\pm$ 2.6	5.8 $\pm$ 1.7
2	34	31-40	34* $\pm$ 13	6.9 $\pm$ 1.5	7.5* $\pm$ 2.5
5	26	31-40	46 $\pm$ 12	6.9 $\pm$ 2.1	6.7 $\pm$ 2.1
8	18	31-40	44 $\pm$ 17	7.0* $\pm$ 2.2	4.6 $\pm$ 2.5
3	34	41-50	48 $\pm$ 8	7.8 $\pm$ 1.5	8.4 $\pm$ 1.9
6	26	41-50	50 $\pm$ 7	8.1* $\pm$ 1.3	7.7 $\pm$ 1.9
9	18	41-50	42* $\pm$ 2	6.1 $\pm$ 1.9	9.0* $\pm$ 0.0

Existen diferencias significativas entre las tallas respecto al tiempo de intermuda ( $P < 0.05$ ); ya que el análisis nos dice que conforme incrementa la talla, el tiempo de intermuda también aumenta (Figura 7).

Aunque en la tabla IV se observa que la salinidad de 34 ups tiende a ser la mejor para el crecimiento de las jaibas, al aplicar el análisis de varianza factorial no se encontraron diferencias significativas en el tiempo de intermuda entre las tres diferentes salinidades ( $P > 0.05$ ) (Figura 8).

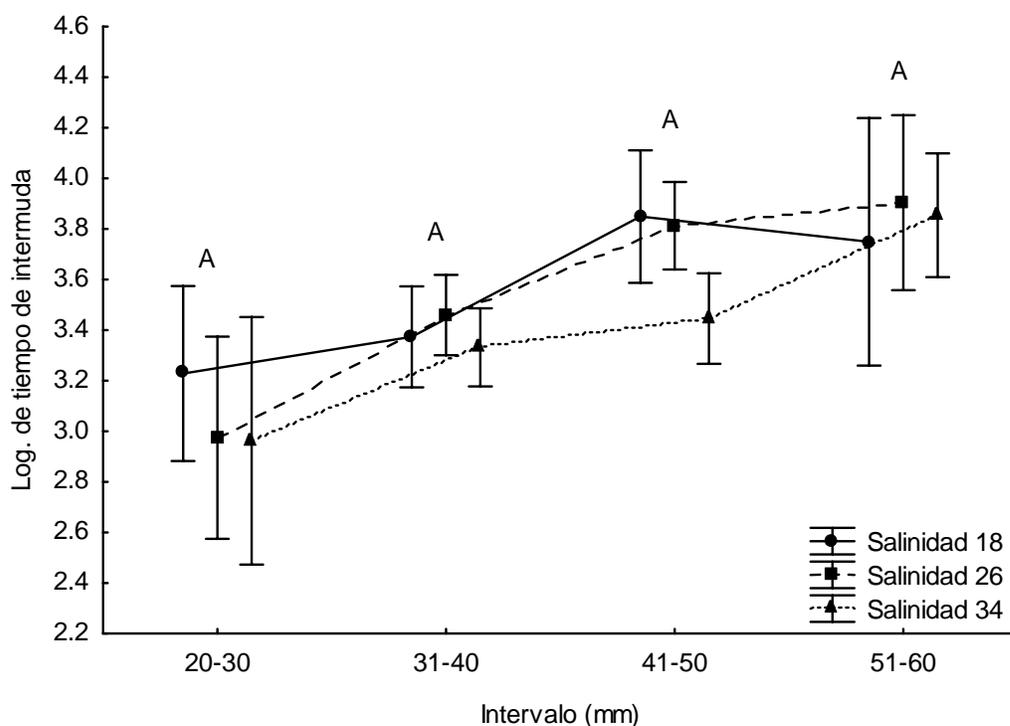


**Figura 7. Relación intervalo – tiempo de intermuda.** (Media ± desviación estándar) letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).



**Figura 8. Relación salinidad – tiempo de intermuda.** (Media ± desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

Se comparó la salinidad por intervalo de tallas para ver si existe relación entre ellos en el tiempo de intermuda. Se observa que el tiempo de intermuda aumenta conforme aumenta la talla y la salinidad de 34 ups se mantiene con mejores tendencias en los tres intervalos de tallas, pero al llegar al intervalo 31 – 40 tiende a disminuir el tiempo y al llegar al siguiente intervalo tiende a elevarse. Pero no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ , Anexo 1) (Figura 9).



**Figura 9. Relación salinidad – intervalo de talla en el tiempo de intermuda.** (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

### 7. 1. 3 Incremento en talla

El incremento en talla de muda a muda (intermuda) tiende a ser mayor a 34 ups para el intervalo 20 – 30 mm con  $5.8 \pm 2.6$  mm. Para el intervalo 31 – 40 mm la mejor tendencia en incremento se obtuvo a los 18 ups ( $7 \pm 2.2$  mm) siguiendo el de 26 y 34 ups con 6.95 mm

en promedio. En el intervalo de talla 41-50 mm el mayor incremento se obtuvo en la salinidad 26 ups con 8.1 mm en la muda 1 (Tabla IV).

Como se puede observar anteriormente, la salinidad presenta un efecto en el tiempo de intermuda y en el incremento en talla, sin embargo no se puede hablar de un efecto significativo estadísticamente al no encontrar esas diferencias entre este factor salinidad.

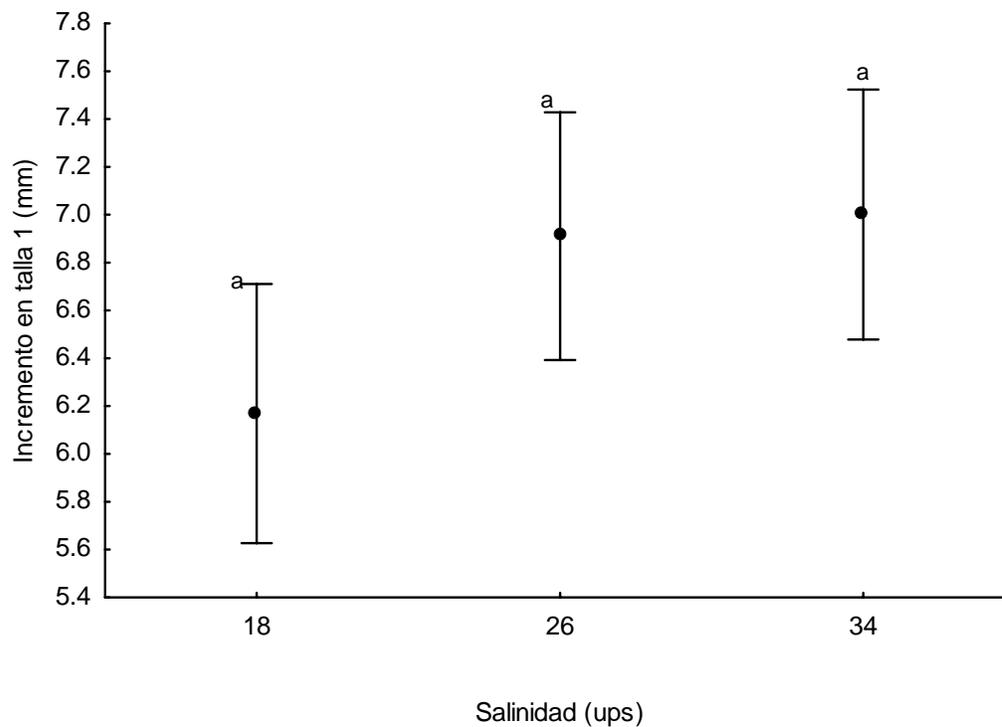
Aun cuando los incrementos en talla descritos anteriormente, en cada uno de los intervalos, son significativamente mayores conforme mayor es la talla del organismo ( $P= 0.05$ ), el incremento en porcentaje disminuye con el incremento de la talla (Tabla V).

**Tabla V. Incrementos porcentuales en la muda de *Callinectes bellicosus* en cada uno de los intervalos de talla del experimento de salinidad (Media  $\pm$  desviación estándar).**

INTERVALO DE TALLA	INCREMENTO PORCENTUAL (%)
20 – 30 mm	19 $\pm$ 0.5 %
31 – 40 mm	17 $\pm$ 0.5 %
41 – 50 mm	16 $\pm$ 0.5 %

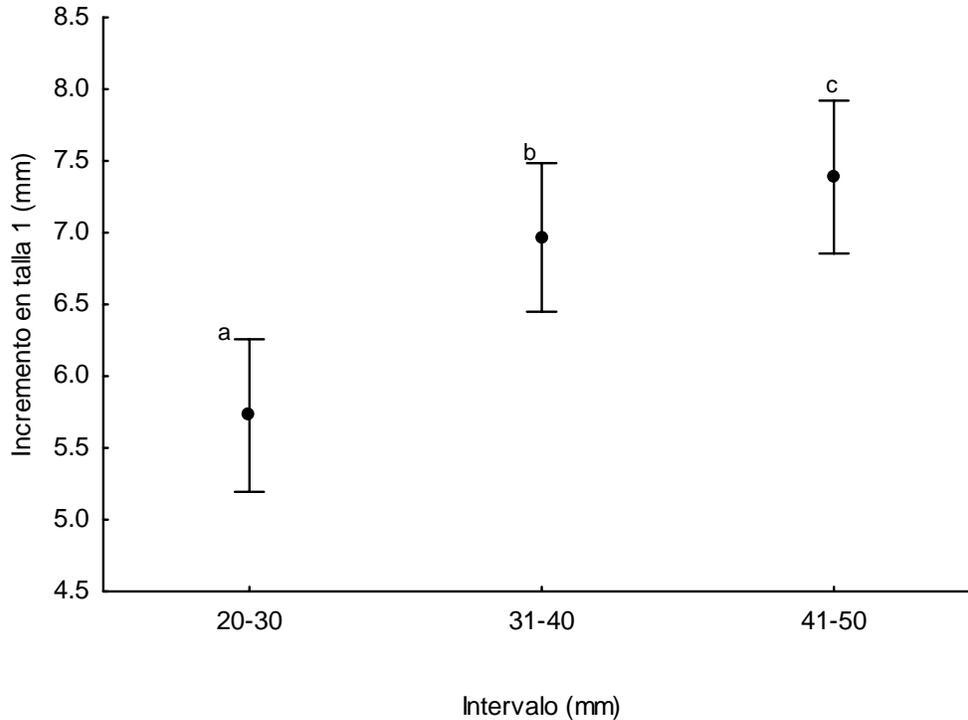
Para ver si existen diferencias significativas con respecto al incremento en talla se realizaron dos análisis. Se utilizó la talla inicial y el incremento a la muda 1 y la talla que alcanzó de la muda 1 a la 2 con las tres salinidades diferentes y los intervalos de tallas.

Al igual que en el tiempo de intermuda, la salinidad no tuvo un efecto significativo en el incremento en talla al no encontrar diferencias ( $P>0.05$ ) en las tres salinidades utilizadas (Figura 10).



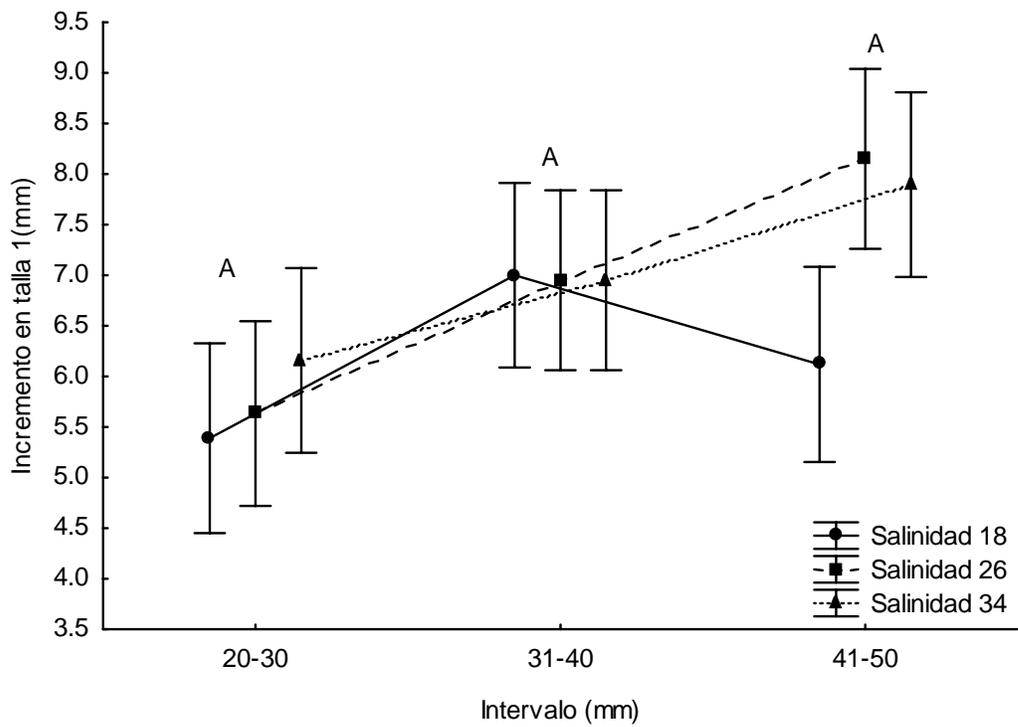
**Figura 10. Relación salinidad – incremento en talla 1.** (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el tamaño de intervalo, ya que se observa claramente que el incremento en talla, de muda a muda es mayor conforme crece el organismo (Figura 11).



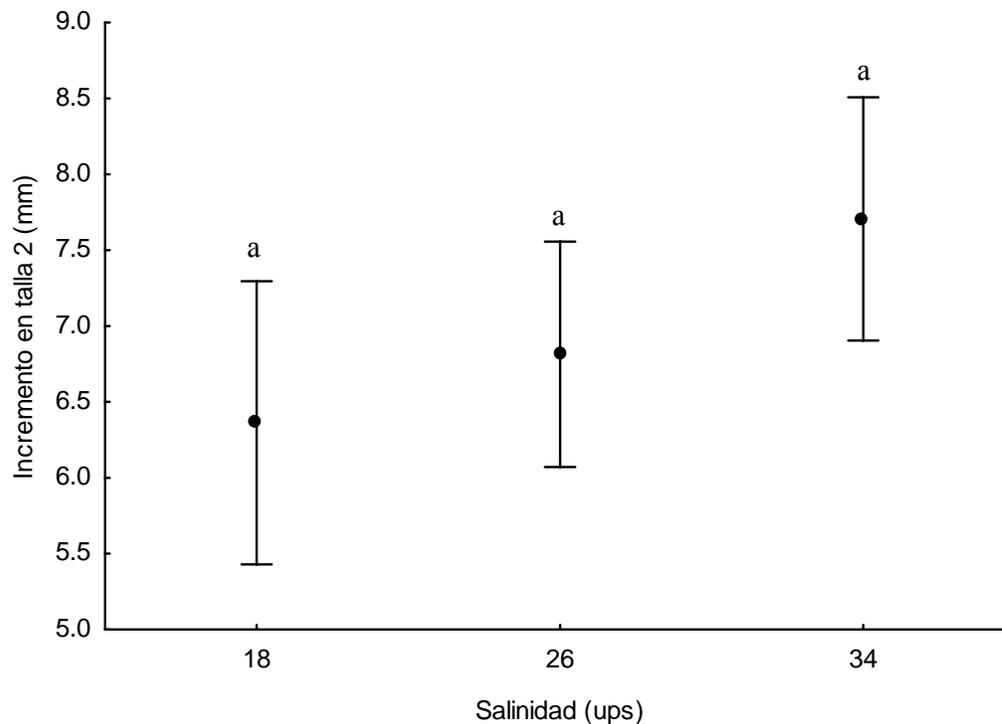
**Figura 11. Relación intervalo – incremento en talla 1.** (Media  $\pm$  desviación estándar) letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Los resultados de la Figura 12 muestran que los juveniles del intervalo 41-50 mm, tienen menor incremento en talla a la salinidad de 18 ups que a las salinidades de 26 y 34 ups, lo cual corrobora lo presentado en la figura 9 donde a partir del intervalo 31-40 mm la salinidad de 18 ups tiende al mayor tiempo de intermuda y por lo tanto el incremento es menor. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).



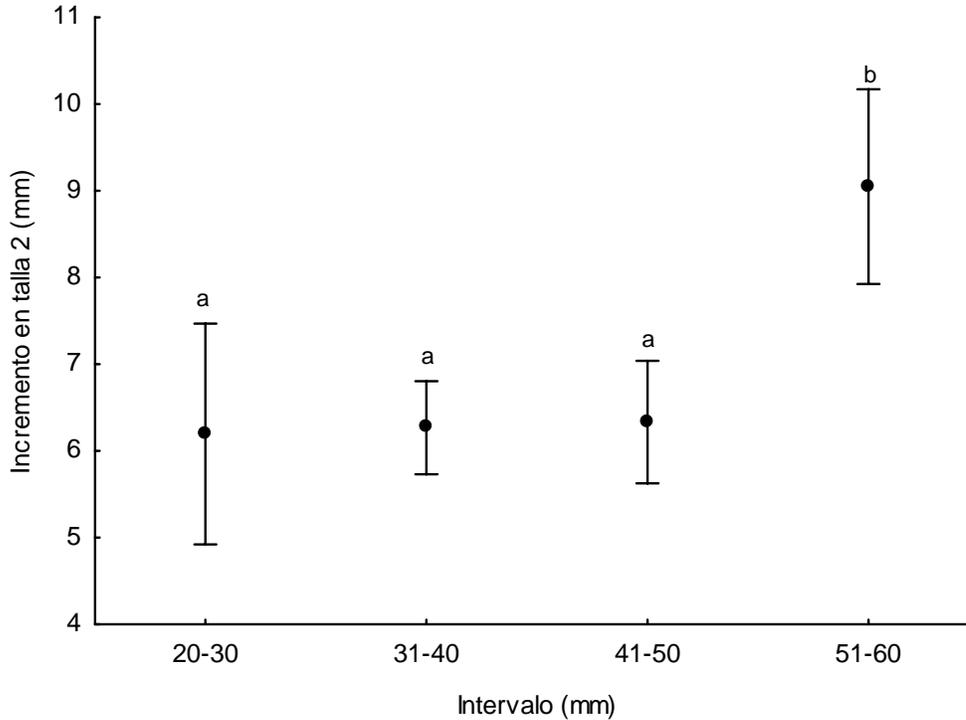
**Figura 12. Relación salinidad – intervalo en incremento en talla 1.** (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

Para el segundo incremento (incremento en talla de muda 1 a muda 2) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las tres salinidades diferentes (Figura 13).



**Figura 13. Relación salinidad – incremento en talla 2.** (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

El tamaño del intervalo sigue teniendo diferencias significativas en el incremento en talla ( $P < 0.05$ ). Observando claramente que la ganancia en talla es mayor conforme más grande es el organismo (Figura 14).



**Figura 14. Relación intervalo – incremento en talla 2.** (Media  $\pm$  desviación estándar) letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 7. 1. 4 Parámetros ambientales

La temperatura varió entre 19 y 32 °C durante los tres meses de experimentación, ya que el sistema experimental se encontraba a la intemperie. Se realizó un análisis de correlación entre la temperatura y la frecuencia de mudas utilizando la prueba no paramétrica de Spearman, y se encontró que no existe una relación entre ambos factores ( $r_s = -0.039$ ,  $P = 0.75$ ) (Anexo 7).

La salinidad se controlaba diariamente a través de frecuentes registros durante el día, por lo que no existieron problemas en este caso.

## 7. 2 Resultados del experimento de alimentación

### 7. 2. 1 sobrevivencia y éxito de muda

De las 30 jaibas utilizadas en el experimento se obtuvo un sobrevivencia del 50 %. Los organismos de cada una de las repeticiones se encontraron muertos durante el proceso de muda.

### 7. 2. 2 Tiempo de intermuda

Con respecto al tiempo de intermuda, éste fue más favorable para el tratamiento de alimento natural con 39 días en promedio (TI2), en comparación con el tratamiento de pellets con 35 % de proteína y con 40 % de proteína (69 y 59 días en promedio, respectivamente) (Tabla VI).

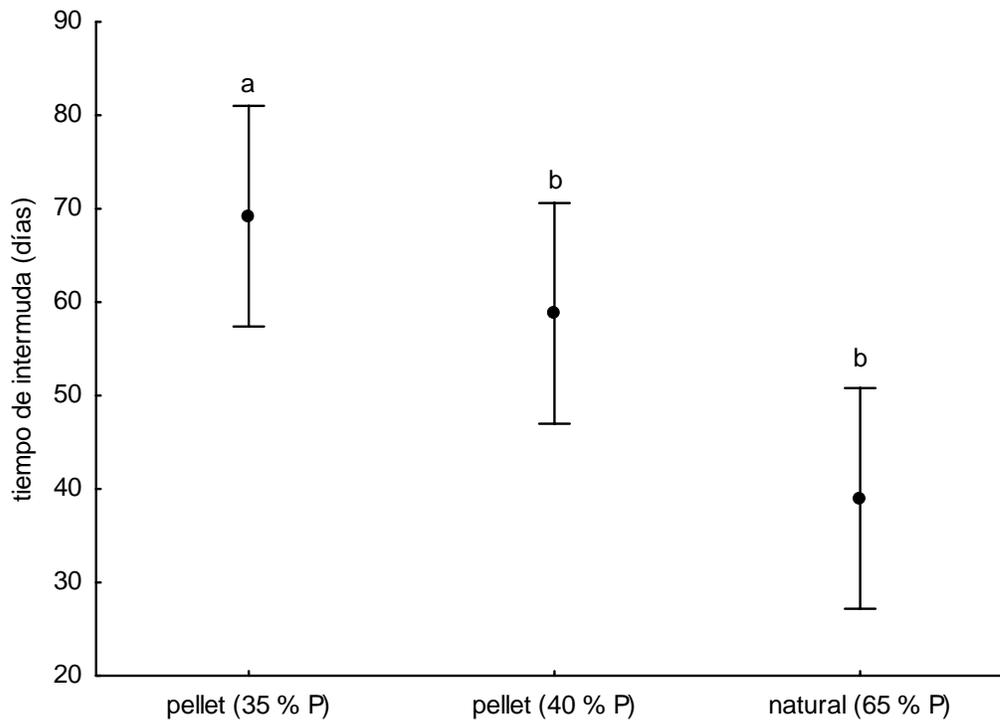
El tiempo de intermuda fue significativamente ( $P < 0.05$ ) menor para el tratamiento de alimento natural y el pellets con 40 % de proteína, siendo el pellets con 35 % de proteína el que arrojó el mayor tiempo (Figura 15).

**Tabla VI. Resultados promedio y desviaciones estándar del experimento de alimentación**

TI2 = Tiempo de talla 1-2,  $\Delta T1$  = de talla 0-1,  $\Delta T2$  = de talla 1-2,  $\Delta W1$  = de peso 0-1,  $\Delta W2$  = de peso 1-2,  $\Delta T$  % = Incremento en talla porcentual de talla 1-2.

Nota: los incrementos son basados de la talla inicial a cada una de las mudas.  
(Media  $\pm$  desviación estándar)

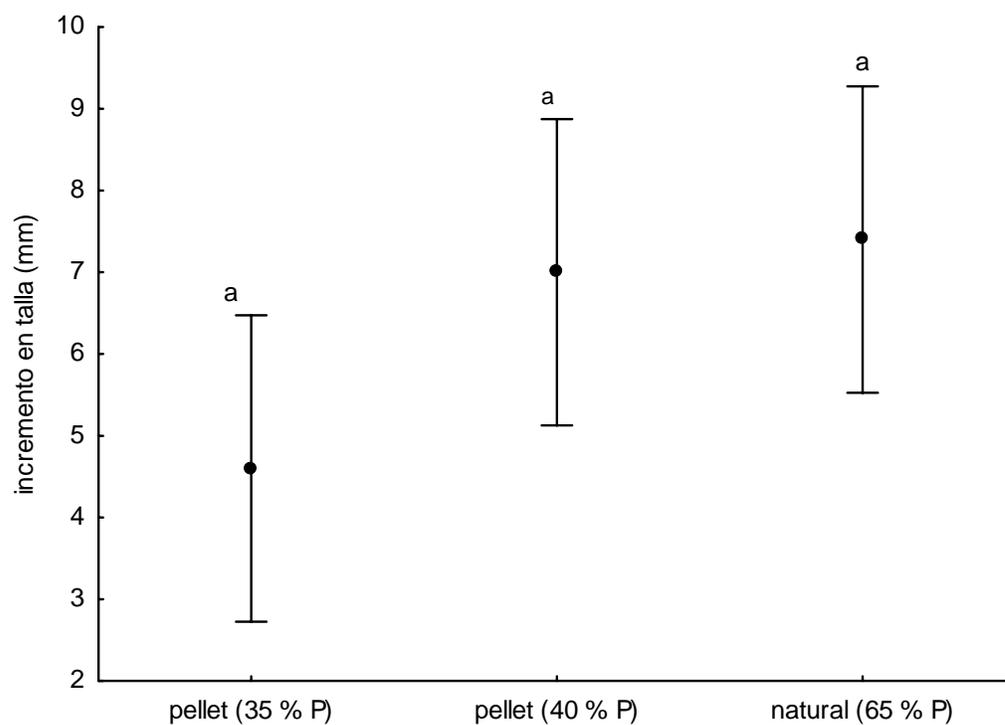
Alimento	TI2 (días)	$\Delta T1$ (mm)	$\Delta T2$ (mm)	$\Delta W1$ (g)	$\Delta W2$ (g)	$\Delta T$ (%)
Natural (65 % P)	39 $\pm$ 5	8.2 $\pm$ 1.0	7.4 $\pm$ 2.3	3.9 $\pm$ 0.9	3.9 $\pm$ 0.4	14 $\pm$ 1
Pellets (35 % P)	69 $\pm$ 18	9.3 $\pm$ 0.8	6.1 $\pm$ 5.3	4.2 $\pm$ 1.8	3.4 $\pm$ 1.2	12 $\pm$ 1
Pellets (40 % P)	59 $\pm$ 8	7.1 $\pm$ 0.8	6.4 $\pm$ 0.5	3.2 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.8	13 $\pm$ 1



**Fig. 15 tiempo de intermuda en cada uno de los tratamientos.** (Media  $\pm$  desviación estándar) letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

### 7. 2. 3 Incremento en talla

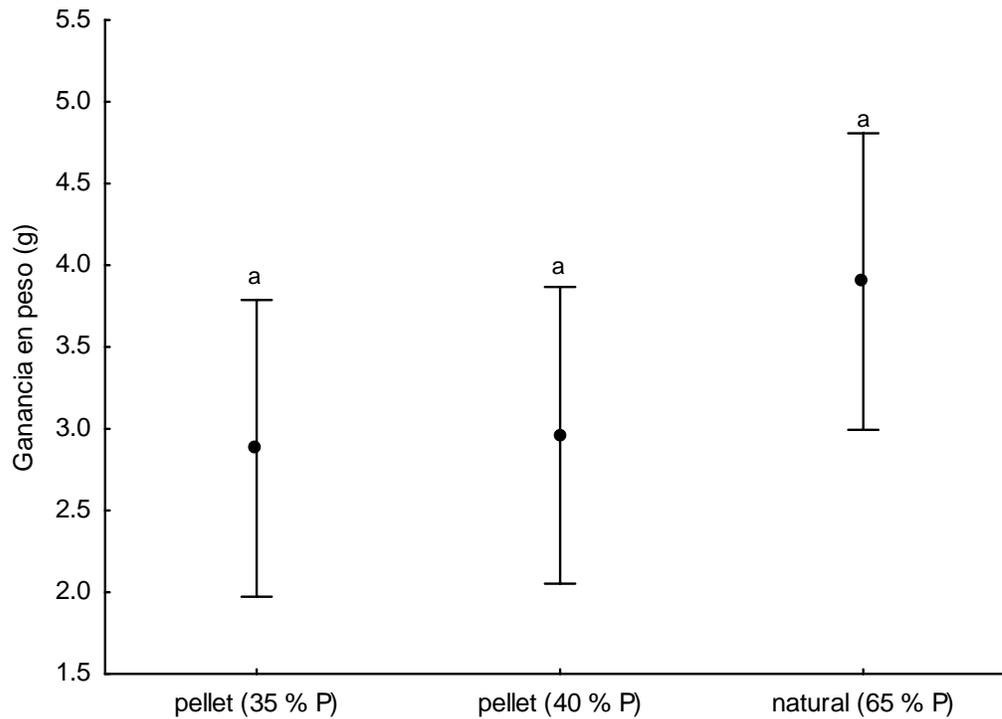
El incremento en talla 2 ( $\Delta T2$ ) para el alimento natural presenta una mejor tendencia con 7.4 mm en promedio. Para los tratamientos de alimento peletizado, el mayor incremento en talla fue para el pellet de 40 % de proteína con 7.0 mm y menor para 35 % de proteína con 4.6 mm en promedio (Fig. 16). Al aplicar el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) (Figura 16).



**Figura 16. Incremento en talla en cada uno de los tratamientos.** (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).

#### 7. 2. 4 Ganancia en peso

La ganancia en peso presenta la misma tendencia que el incremento en talla, pero significativamente no existen diferencias ( $P > 0.05$ ) (Figura 17).



**Figura 17. Ganancia en peso de la muda 1 a la muda 2 en cada uno de los tratamientos. (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $P > 0.05$ ).**

### 7. 2. 5 Parámetros ambientales

Los registros de temperatura obtenidos fueron de  $24 \pm 1$  °C durante todo el periodo experimental. La salinidad se mantuvo casi constante ( $35 \pm 1$  ‰) ya que no existía suficiente evaporación por las condiciones en las cuales se encontraba el sistema experimental.

Los registros de oxígeno fueron obtenidos por 40 días, aproximadamente, encontrando una concentración media de 5.98 mg/L.

Aunque no se midió el  $\text{NH}_3$ , creemos que esto no fue problema por las características del sistema, y los recambios de agua del 40 % que se realizaban dos veces por semana.

### 7. 3 Patrón de coloración y comportamiento de *Callinectes bellicosus* durante la muda

*Callinectes bellicosus* presenta características muy particulares en el cambio de coloración durante todo el periodo de intermuda, es decir, en la premuda inicial, premuda avanzada, muda y postmuda. De esta manera, se puede estimar el número de días que faltan por transcurrir para que el espécimen mude. En *C. bellicosus* se observó un cambio de coloración en el borde del último segmento (dácilo) del último par de pereiópodos, que va de un color blanquecino transparente hasta llegar a un grisáceo intenso, indicando esto que la muda esta próxima a suceder en unas cuantas horas (Figura 18).



**Figura 18. Patrón de coloración de *Callinectes bellicosus* en la aleta natatoria durante la muda.**

Esta coloración se puede observar a partir de la premuda inicial, es decir 3 semanas antes de la muda, que es cuando inicia este proceso. A partir de ese momento, conforme se va intensificando la coloración, el tiempo para que la muda transcurra disminuye; asignándose el término premuda avanzada cuando faltan solo 2 semanas y cuando solo se necesitan de 5 a 7 días para que la jaiba mude, ya se considera como inicio de muda, por lo tanto, la

postmuda es cuando el organismo ya se encuentra con su nuevo exoesqueleto y solo espera a que endurezcan todas sus partes para poder alimentarse nuevamente. El comportamiento observado en la experimentación, es la reducción de ingestión de alimento conforme se acerca la muda, es decir, no se alimentan a partir de 24 horas previo a la muda aproximadamente, ya que en esta etapa la actividad dominante es la absorción de agua para poder romper y liberar su viejo caparazón y las partes bucales dejan de ser funcionales en este lapso de tiempo; de este proceso depende que se lleve a cabo con éxito la muda.

## VIII. Discusión

### 8.1 Experimento 1

Los resultados en este experimento muestran que la salinidad no tiene efecto en el tiempo de intermuda ni en el incremento en talla, coincidiendo esto con lo reportado por Cabrera-Rodríguez *et al.* (1996) en la especie *C. sapidus*, en pruebas de salinidad con intervalos de 7 y 5 ups concluyendo que el único efecto que tiene este factor, es el número de jaibas que mudan y se puede atribuir al cambio brusco de salinidad al momento de la aclimatación en el nuevo ambiente, lo cual puede acelerar el proceso de muda pero sin afectarlo.

Al respecto, Chung (2001) menciona que el nivel de aclimatación ya sea gradual o brusco es el factor más importante en la influencia de la tolerancia de salinidad de los organismos. Sin embargo, las modificaciones de la tasa metabólica en relación con la salinidad pueden estar relacionadas con el comportamiento de las jaibas en el lugar donde habitan (Rosas y Lázaro-Chávez 1986), de esta manera, *C. bellicosus* probablemente no tenga mayores modificaciones en el metabolismo, aún encontrándose en ambientes con salinidades diferentes, ya que el medio que habita es muy variable y estos organismos han desarrollado mecanismos de adaptación a las variaciones de salinidad (Staton y Felder 1992 citado en Signoret *et al.* 1997) o también a los estadios de muda en los que se encuentran (Lobao y Zawaya citado en Signoret *et al.* 1978, Ian-M *et al.* 2004).

Por ejemplo, Torres *et al.* (2002) reportan que zoeas en estado 1 del crustáceo decapado *Chasmagnathus granulata* muestra una baja variabilidad en peso seco de proteínas y lípidos a variaciones de salinidad (especie eurihalina), aún teniendo una buena capacidad osmorregulatoria, al igual que *Callinectes sapidus* y *Carcinus maenas* que son clasificadas como eficientes osmorreguladoras, que en general muestran un incremento en

este comportamiento osmorregulatorio con la disminución de la salinidad pero sin afectarles (McGaw *et al.* 1999).

Por otro lado, Guerin y Stickle (1997) mencionan que la tasa de crecimiento de *C. sapidus* y *C. similis* es afectada de diferente forma por la salinidad y que solo pueden ser perjudicadas en su distribución en aguas de 10 ups o más, mientras que Cházaro y Peterson (2004) reportan que estas mismas especies (*C. sapidus* y *C. similis*) crecen rápidamente a salinidades de 15 ups, pero que *C. sapidus* prefiere salinidades más altas, mientras *C. similis* más bajas.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede decir que *C. bellicosus* se puede considerar una especie eurihalina y buena osmorreguladora al haber presentado una sobrevivencia casi del 100 % en todos los tratamientos (18 – 34 %). Y es probable que su crecimiento sea mejor a salinidades superiores a 34 ups por ser considerada una especie marina.

Con respecto al incremento en talla, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los intervalos de talla utilizados en el experimento de salinidad (20-30, 31-40 y 41-50 mm) encontrando un mayor incremento en el intervalo mayor (41-50 mm). Los resultados promedios en incrementos para el experimento de salinidad en cada uno de los intervalos de talla fueron 5.8, 7 y 8.1 mm respectivamente, lo cual representa en porcentaje tomando como referencia la talla de la muda anterior el 19 % para el intervalo 20-30 mm, 17 % y 16 % para los intervalos 31-40 y 41-50 mm, respectivamente. Con los datos obtenidos descritos anteriormente, se puede decir que conforme crece el organismo gana más talla en mm, pero al transformar estos incrementos a porcentajes, este disminuye con el aumento de la talla, es decir, el porcentaje ganado en talla es muy pequeño en proporción al

tamaño total del organismo, el cual es considerado como el 100 %. Al respecto Castro-Ortiz *et al.*, (en prensa) encontraron un incremento en talla del 17 % en la intermuda de juveniles y adultos de *C. bellicosus*, lo cual corrobora que el porcentaje que aumenta de muda a muda es muy próximo a este dato.

Por otro lado, Cabrera-Rodríguez *et al.* (1996) reportó para *C. sapidus* incrementos entre 15 y 21 % para juveniles entre 0.7 – 3.98 mm de amplitud total, mientras que en la especie asiática *Scylla serrata*, Ian-M *et al.* (2004) reporta un 16 % en incremento para los primeros estadios del cangrejo.

Una vez analizados los incrementos en este estudio y los resultados reportados para diferentes especies, se puede asumir que, es probable que los incrementos en talla durante las mudas de los cangrejos portúnidos no exceda más allá del 20 % ni disminuya por abajo del 15 %.

El tiempo de intermuda encontrado en este estudio (entre 26 y 42 días) dependió principalmente de la talla ( $P < 0.05$ ) pero no de la salinidad ( $P > 0.05$ ). Estos resultados coinciden con Castro-Ortiz *et al.* (En prensa) que reportan un tiempo de intermuda de  $40 \pm 19$  días usando juveniles y adultos de *C. bellicosus*, estas diferencias en días entre los resultados de este estudio y ellos son posiblemente por los adultos que ellos utilizaron en su experimento.

Por su parte los resultados de Cabrera-Rodríguez *et al.* (1996) en la especie *C. sapidus* son más cercanos a los obtenidos en este estudio (entre 29 y 47 días), lo cual se puede atribuir a que ellos utilizaron tallas semejantes a las utilizadas en este estudio (0.7 – 3.98 mm de amplitud de caparazón).

Asimismo, Ramírez-Garrido y Hernández-Tabares (1990) reportaron un tiempo de intermuda para la especie *C. rathbunae* en organismos mayores de 70 mm de amplitud de caparazón similar a lo encontrado en el presente estudio (entre 24 a 45 días).

Autores como Freeman *et al.* (1987) mencionan que la duración del ciclo de muda es proporcional a la amplitud total del caparazón hasta cuando alcanzan cierta talla (60 mm), o de la salinidad como lo mencionan (Paul 1981a, Cházaro y Peterson 2004) o cuando el organismo haya obtenido su máxima talla después de 30 mudas (Costlow y Brookhout 1959 citado en Fernández-Luna *et al.* 1999, Tagatz 1968).

Las especies del género *Callinectes* habitan en ambientes acuáticos similares durante todo su ciclo de vida, es por eso que los resultados no pueden diferir mucho de una especie a otra al estar evaluando el efecto de la salinidad, ya que este factor es tan variable como el propio ambiente donde habitan. En nuestro caso, los organismos de cada salinidad no estuvieron sometidos a las fluctuaciones diarias que experimentan en condiciones naturales puesto que fueron valores fijos (18 ups - 34 ups).

Las especies del género *Callinectes* se consideran organismos euritermos y eurihalinos, capaces de tolerar las variaciones que se dan en los ambientes costeros (lagunas y estuarios) por lo que, se concluye que las jaibas del presente estudio pudieron soportar el intervalo de salinidad sin ningún problema.

## **8. 2 Experimento 2**

Para apegarnos más a una buena evaluación de las variables medidas y poder discutir los resultados en este experimento (tiempo de intermuda, incremento en talla y peso) con respecto a la alimentación, se tomó como punto de referencia el porcentaje de proteína contenido en cada una de las dietas utilizadas en el experimento, debido a que la mayor

parte de los investigadores utilizan el contenido proteico para evaluar el crecimiento de especies de crustáceos, peces o moluscos, dado que, además, son los principales nutrientes en la formación de nuevos tejidos.

Se sabe que el contenido de proteína es importante para el crecimiento de *Callinectes bellicosus*, pero es necesario mencionar que los nutrientes restantes contenidos en el alimento así como la aceptabilidad del mismo alimento influyen en el crecimiento.

Las jaibas alimentadas con alimento natural (65 % de proteína) mudaron en menos tiempo y tienden a crecer más que con los alimentos comerciales de 35 y 40 % de proteína.

Estos resultados coinciden con Millikin *et al.* (1980) quienes reporta un mayor crecimiento para jaibas de *Callinectes sapidus* alimentadas con artemia adulta y pellets con mayor contenido de proteína (37 y 49 %) y menor crecimiento con 23 % de proteína. Al respecto Jones *et al.* (1996) y Baillet *et al.* (1997) también reportan un crecimiento mayor en juveniles de *Penaeus stylirostris* y *Cherax* alimentadas con mayor contenido de proteína (30 %) y (33 %).

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el tiempo de intermuda ( $P < 0.05$ ), y al aplicar la prueba de Tukey se observó que el tratamiento 35 % de proteína es diferente del alimento natural (65.8 % de proteína) y del de 40 % de proteína, siendo el tratamiento de 35 % el menos adecuado por transcurrir más días para la muda de los organismos. Lo cual indica que el alimento natural y el alimento comercial de 40 % de proteína son mejores para alimentar esta especie.

Las jaibas son consideradas como omnívoras oportunistas, puesto que en el medio natural se alimentan de lo que esta disponible, pero se sabe que prefieren moluscos, peces, crustáceos y organismos de su propia especie (Paul 1981b, Millikin y Williams 1984, Dittel

1993). Sin embargo, Erickson *et al.* (2003) y Rodríguez-Rojero (2004) aseguran que su alimentación esta asociada principalmente con la edad y estación del año.

Debido a lo anterior, es probable que los requerimientos nutricionales de las jaibas cambie con la edad, lo cual es importante tomar en cuenta al momento de aplicar estos resultados a los cultivos para que los alimentos que se proporcionen sean los más cercanos a los adquiridos por ellos en el medio natural y, de esta manera, asegurar la aceptabilidad de los mismos aunado a una buena nutrición para favorecer su crecimiento.

En este experimento se observó que la aceptabilidad de los alimentos peletizados fue menor que el alimento natural, por lo que al momento de adicionar el pellet al agua no atraía a las jaibas de igual manera que el otro alimento. Es importante mencionar que las jaibas alimentadas con el 35 % de proteína fueron las que tuvieron el menor crecimiento. Probablemente, este nivel de proteína pudiera servir únicamente para mantenimiento de los organismos.

Con respecto al alimento de 40 % de proteína, se observó que las jaibas no se alimentaban con la misma facilidad al no poder capturar el pellet, ya que no llegaba al fondo por su forma y tamaño (“migaja”). Es probable que el alimento hubiera tenido los requerimientos nutricionales para la especie, pero el tamaño pudo ser una limitante, por lo que si este fuera más grande, como el de 35% y compacto, hubiera permitido el hundimiento y los resultados posiblemente hubieran sido mejores y comparables con el alimento natural.

El utilizar alimento comercial y alimento natural tiene ventajas y desventajas, siendo principalmente la aceptabilidad, atractancia, nutrientes esenciales, estabilidad y la

importancia en la calidad del agua al ser adicionados como alimento en cultivos de organismos acuáticos.

El utilizar alimento natural, permite que el agua se contamine rápidamente a través del alimento no aprovechado por los organismos, ocasionando esto una baja concentración de oxígeno y un aumento del amonio, por lo que los organismos estarían propensos a estrés y su estado fisiológico no permitiría un buen crecimiento. Sin embargo, en nuestro caso esta situación no se presentó, dado la periodicidad con que se hicieron los recambios de agua y los valores altos en la oxigenación de los acuarios (4.2 mg/L – 7.2 mg/L).

Por otro lado, el utilizar alimentos comerciales es costoso, pero la composición definida de nutrientes es algo muy importante, aunque el almacenamiento de estos alimentos tiene que ser en condiciones favorables para mantener esa composición como fue elaborado originalmente.

Es importante mencionar que no se conocen los requerimientos de proteína de la especie de jaiba utilizada en este estudio, y es probable que estos alimentos comerciales, utilizados para la engorda y mantenimiento de camarones, seguramente no satisfacen los requerimientos de proteína de los juveniles de jaibas, cuyos requerimientos probablemente sean mayores para que su crecimiento sea mejor.

Se necesitan realizar más experimentos de alimentación y nutrición que permitan conocer con más precisión los requerimientos específicos de nutrientes en los juveniles de jaiba para lograr el cultivo o semicultivo.

### **8. 3 Sobrevivencia**

En general, la sobrevivencia es buena para el experimento de salinidad (96 %) comparados con otros estudios. Las pocas jaibas que murieron, lo hicieron durante la noche cuando intentaban mudar, coincidiendo cuando las concentraciones de oxígeno en los ambientes acuáticos normalmente disminuyen.

Aunque no pudimos determinar la causa de muerte estimar durante ese lapso de tiempo, deFur (1990) menciona que la hora más cercana a la muda es la más crítica debido a que la toma de oxígeno incrementa 4 veces más de intermuda a muda y declina rápidamente después de la muda, por lo que el pico máximo de consumo de oxígeno ocurre aproximadamente 1 hora antes de la muda en 4 de 5 jaibas.

Al respecto Kinsey *et al.* (2003) reportan que las branquias posteriores de *C. sapidus* son el principal sitio de osmorregulación en bombeo iónico y que generalmente tienen más actividad que las branquias anteriores, siendo principalmente usadas para el recambio de gas, y esta discrepancia es mayor en jaibas pequeñas, por lo que si las concentraciones de oxígeno no son favorables, las jaibas pequeñas pueden morir con más facilidad. En nuestro caso, las jaibas que más mortalidad presentaron, tenían tallas entre 2 y 3.5 cm de amplitud de caparazón.

### **8. 4 Patrón de coloración y comportamiento durante la muda**

Tanto en *Callinectes bellicosus* como en *C. arcuatus* y *C. rathbunae*, los cambios de coloración durante el proceso de muda se dan en varias partes de su cuerpo, tales como el abdomen, maxilípedos, caparazón, pero principalmente en el último segmento abdominal del último par de pereiópodos (aleta natatoria).

*C. bellicosus* presentó un cambio de coloración que va de una línea blanca o transparente intensificándose hasta llegar a un grisáceo oscuro, lo cual no coincide con otras especies del mismo género. Por ejemplo, *C. arcuatus* muestra diferencias en coloración durante el proceso de muda en las costas de Nayarit y Baja California Sur, con tonalidades que van de un azul grisáceo pálido a verde oliva intenso en la Península y oliva intenso a verde pálido en Nayarit (Fernández-Luna *et al.* 1999); sin embargo, para *C. rathbunae* la coloración que toma la aleta al acercarse la muda va de café a rojizo (Hernández-Tabares y Ramírez-Garrido 1986).

Con respecto a *C. sapidus*, que es la especie más importante comercialmente de las costas de los Estados Unidos, la coloración de la aleta va de una línea blanca que cambia a rosado y se intensifica hasta llegar a rojo cuando llega a premuda avanzada (Williams, 1974, Oesterling 1984).

*Carcinus meanas*, una especie de coloración verde que habita en playas y estuarios, Styrislave *et al.* (2004) encuentran un cambio gradual de la tonalidad normal a un rojo oscuro en el caparazón, mientras que organismos de esta misma especie con periodos de intermuda prolongado son siempre de apariencia roja.

Según Fernández-Luna *et al.* (1999), estos cambios en coloración son atribuidos a las diferentes condiciones de los ambientes donde habitan las especies, por otro lado, Tagatz (1968) y Paúl *et al.* (1983) citados en Ramírez-Garrido y Hernández-Tabares 1990 mencionan que la alimentación puede ser un factor determinante en estos cambios de tonalidad; sin embargo, para *C. bellicosus* esto no es probable debido a que los alimentos proporcionados en los experimentos fueron diferentes y la coloración se mantuvo igual.

Es posible que las condiciones ambientales hayan influido en estos cambios, pero probablemente las características propias de cada una de las especies sean los factores de

mayor peso en los cambios de coloración para el género *Callinectes*, debido a que al principio del experimento cuando se colectaron las jaibas, se observaron al microscopio y presentaron la misma coloración en los estadios más avanzados del ciclo de muda (premuda media y avanzada), así como en el transcurso y final del estudio.

Otro de los factores que influyen en el ciclo de muda es la ingestión de alimento; y éste está influenciado por el estado de intermuda en que se encuentre el organismo. Ramírez-Garrido y Hernández-Tabares (1990), encontraron que el consumo diario promedio de alimento para jaibas de 7.5 cm de amplitud total fluctúa entre 6 y 10 % de su peso total y disminuyendo a 5 % a bajas temperaturas, a consecuencia de la disminución del ritmo metabólico; y en organismos en intermuda y premuda inicial, el promedio diario de consumo lo encontraron de 5 g y para los de premuda avanzada menor a un 1 g.

Al respecto, Dittel (1993) muestra el grado de repleción de estómagos en relación al estado de muda, encontrando que los individuos que se encontraban en premuda avanzada y postmuda presentaron los menores porcentajes de estómagos llenos (6 y 9 % respectivamente) en tanto que individuos en estado de intermuda y premuda inicial mostraron estómagos llenos.

Por otro lado, Van Engel (1958) menciona que la alimentación cesa 1 ó 2 días antes de la muda, mientras que Otwell y Halusky (1980) citados en Ramírez-Garrido y Hernández-Tabares 1990 reportan que las jaibas en premuda media y premuda avanzada no necesitan alimento, puesto que las partes bucales dejan de ser funcionales y solo existe actividad de absorción de agua.

Aunque no se obtuvieron datos cuantitativos de estos parámetros, si se pudo observar que durante los estadios más avanzados del ciclo de muda las jaibas dejaban restos

del alimento que se les proporcionaba en la porción diaria, por lo tanto, es posible que lo encontrado en este estudio sea similar a lo observado en otras especies.

## IX CONCLUSIONES

- a) La salinidad no tuvo efecto en el crecimiento de las jaibas, por lo que el cultivo de esta especie puede realizarse tanto en ambientes salobres como marinos.
- b) La salinidad no afectó al proceso de muda al no encontrar comportamientos anormales en los organismos.
- c) *Callinectes bellicosus* se puede considerar una especie eurihalina y buena osmorreguladora, por lo que, pudieron soportar el intervalo de salinidad utilizado en este experimento (18 – 34 ‰) sin ningún problema.
- d) Se obtuvo una sobrevivencia del 96 % en el experimento de salinidad con únicamente 6 jaibas muertas durante todo el periodo experimental.
- e) El incremento en talla y peso depende de la talla de la jaiba.
- f) No existe relación entre la temperatura y la frecuencia de mudas de los organismos utilizados en el experimento de salinidad.
- g) El alimento natural fue el más favorable para el tiempo de intermuda (39 días).
- h) Es probable que el contenido de proteína del alimento natural (66 %) y la aceptabilidad del mismo, fueron los que favorecieron el crecimiento de las jaibas en este experimento, pero sin encontrar diferencias significativas entre los 3 alimentos.
- i) El patrón de coloración en el dácilo fue de cristalino a grisáceo intenso durante el periodo de intermuda.
- j) Aparentemente, la ingestión de alimento disminuyó conforme se acercaba la muda.

## **X RECOMENDACIONES**

Experimento de salinidad:

Aunque los resultados de este experimento muestran que no existe un efecto significativo de la salinidad en el crecimiento de *C. bellicosus*, existe una tendencia a que las salinidades más elevadas utilizadas en este experimento fueran las mejores, por lo que la salinidad de 18 ups es la única que presenta resultados negativos, indicando esto que salinidades iguales o menores a esta ya no son favorables para el crecimiento de esta especie, por lo cual se recomienda:

- a) Realizar ensayos donde se prueben salinidades mayores a las utilizadas a este estudio para ver si el crecimiento sigue la misma tendencia.
- b) Utilizar jaibas en las primeras etapas de su vida, juveniles y adultos en medios controlados para ver si es posible determinar con más precisión el efecto de la salinidad.
- c) Obtener los organismos de diferentes ecosistemas donde habita (estuarios, lagunas y bahías).

Experimento de alimentación:

Al no conocer los requerimientos nutricionales de las jaibas y solo probar diferentes tipos de alimento, se hace un poco difícil llegar a resultados concretos que nos permitan hablar de los requerimientos nutricionales de esta especie. De esta manera, es necesario:

- a) Realizar investigaciones más a fondo utilizando dietas artificiales con composiciones de nutrientes diferentes hasta lograr tener buenos resultados
- b) Realizar análisis bromatológicos a organismos obtenidos del ambiente natural en diferentes estadios de su vida para de esta manera utilizar los nutrientes que se encuentren para la elaboración de las dietas a probar.

## XI LITERATURA CITADA

Anuario estadístico de pesca. 1998. Conapesca. México. 125 pp.

Anuario estadístico de pesca. 2001. Conapesca. México. 127 pp.

Anuario estadístico de pesca. 2002. Conapesca. México. 17 – 28 pp.

Arreola-Lizárraga, J. A., L. G. Hernández-Moreno., S. Hernández-Vázquez., F. J. Flores-Verdugo y A. Ortega-Rubio. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda, Portunidae) in a coastal lagoon of northwest México. *Crustaceana* 76 (6): 651-664

Babu, D., K. Rama., S. Raju., B. Jayant y R. Ratna. 2000. Larval rearing of mud crabs. *Aquaculture Infofish International* 2: 30 – 33

Baillet, C., G. Cuzon., M. Cousin y C. Kerleguer. 1997. Effect of dietary protein levels on growth of *Penaeus stylirostris*. *Aquaculture Nutrition* 3: 49 – 53

Bardach, J., J. Ryther y W. McLaren. 1986. Acuacultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Cultivo de cangrejo (Brachyura). AGT ediciones. México D. F. 555 p

Barnes, R. 1996. Zoología de los invertebrados. Crustáceos. Interamericana ediciones. México D. F. 792 p

Cabrera-Rodríguez, P., L. E. Amador del Algel., M. A. Calán-Perera y J. del C. Lugo-Moreno. 1996. Influencia de la salinidad en la ecdisis en juveniles de jaiba azul *Callinectes sapidus* Rathbun en condiciones de laboratorio. *Revista de investigaciones marinas* 17: 2-3

Castro-Ortiz, J. L., P. González-Ramírez y J. Arvizu-Martínez. (En Prensa). Periodo entre mudas y crecimiento de *Callinectes bellicosus* Stimpson 1859. (Brachyura, Portunidae) en un sistema de recirculación, en Baja California Sur. México.

- Cascorbi, A. 2004. Blue crab *Callinectes sapidus*. Vol. I. Fisheries Research Analyst Monterey Bay Aquarium. 1: 27 p
- Chazáro, S y M. Peterson 2004. Effects of salinity on growth and molting of sympatric *Callinectes* spp. From Camaronera lagoon, Veracruz, México. *Bulletin of Marine Science* 74 (1): 115 – 127
- Chen, L. 1980. Mud crab culture. Aquaculture in Taiwan. 149 p
- Chung, K. 2001. Adaptabilidad ecofisiológica de organismos acuáticos tropicales a cambios de salinidad. *Rev. Biol. Trop.* 49 (1): 1-5
- Contreras, R. 1984. Análisis de la población de *Callinectes Spp.* (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la laguna de Términos, Campeche, México. Mem. VII Congreso Nacional de Zoología. Universidad Nacional Autónoma de México. Xalapa Veracruz, México. 15-20
- Costlow, J. D. y C. G. Brookhout. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biol. Bull* 116: 373-396
- deFur, P. 1990. Respiration during ecdysis at low salinity in blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun. *Bulletin of Marine Science* 46 (1): 48 – 54
- Dittel, A. 1993. Cambios en los hábitos alimentarios de *Callinectes arcuatus* (Crustácea: Decapoda) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop* 41 (3): 639 – 646
- Engel, D. 1977. Comparison of the osmoregulatory capabilities of two portunid crabs, *Callinectes sapidus* y *Callinectes similis*. *Marine Biology* 41: 275 – 279
- Erickson, A., M. Saltis., S. Bell y C. Dawes. 2003. Herbivore feeding preferences as measured by leaf damage and stomatal ingestion: a mangrove crab example. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* 289 (1): 123 – 138

Fernández-Luna, I., R. M. Chávez., M. Preciado., M. Oliva., M. S. López-López., H. Nolasco y F. Vega-Villasante. 1999. Contribution to the knowledge on growth and molting of the crab *Callinectes arcuatus* Orway (1863) in Nayarit, México. *Revista de investigaciones marinas* 20 (1-3): 94 - 100

Fortes, R. 2000. Notes on the mud crab industry in the Philippines. *Aquaculture Asia* 4 (3): 42 – 46

Freeman, J., G. Kilgus., D. Laurendeau y H. Perry. 1987. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. *Aquaculture* 61: 201 – 209

García-Borbón, J. A., P. A. Loreto-Campos y R. Hernández-Valenzuela. 2002. Diagnóstico de la pesquería de jaiba en Baja California Sur. Informe de investigación. Centro Regional de Investigación Pesquera, Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Acuicultura. Instituto Nacional de la Pesca. La Paz Baja California Sur, México.

González-Ramírez, P. G., J. A. García-Borbón y P. A. Loreto-Campos. 1996. Pesquería de jaiba. 206-225. En: Casas-Valdez y G. Ponce-Díaz (Eds), Estudio potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Gobierno del Estado de Baja California Sur, Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Centro de Investigaciones Biológicas deL Noroeste, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras y Centro de Estudios Tecnológicos del Mar.

Guerin, J y W. Stickle. 1997. A comparative study of two sympatric species within the genus *Callinectes*: osmoregulation, long-term acclimation to salinity and the effects of salinity on growth and moulting. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* 218 (2): 165 – 186

Haefner, P. y D. Garten. 1974. Methods handling and shedding blue crabs, *Callinectes sapidus*. Virginia Institute of Marine Science 52: 1 – 15

Haefner, P. A. 1985. The biology and exploitation of crabs. En: Abele, L. G. The Biology of Crustacea. Academic Press Inc. U.S.A. (10): 111 – 165

Hendrickx, M. E. 1995. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO. Volumen 1. Roma, Italia: 617 -628 p

Hernández-Tabares, I. y J. Ramírez-Garrido. 1986. Patrón de señales indicativas de premuda en el proceso de obtención de jaiba suave de la especie *Callinectes rathbunae*, (Decapoda: Portunidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera, Instituto Nacional de la Pesca. Alvarado, Veracruz. 446 – 454 p

Hines, A., A. Haddon y L. Wiechert. 1990. Gills structure and foraging impact of blue crabs and epibenthic fish in a subestuary of Chesapeake Bay. *Marine Ecology* 67: 105 – 126

Ian-M, R., S. Colin-C y W. Graham -C. 2004. El efecto de combinaciones de temperatura y salinidad en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de *Scylla serrata*. *Aquaculture* 238: 239-247

Jones P., S. Silva y B. Mitchell. 1996. Effect of dietary protein content on growth performance, feed utilization and carcass composition in the Australian freshwater crayfish, *Cherax albidus* Clark y *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). *Aquaculture Nutrition* 2: 141 – 150

Kinsey, S., E. Buda y J. Nordeen. 2003. Scaling of gill metabolic potential as a function of salinity in the euryhaline crabs, *Callinectes sapidus* rathbun. *Physiological and Biochemical Zoology* 76 (1): 105 - 114

Laughlin, R. 1982. Feeding habits of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Apalachicola estuary, Florida. *Bull. Mar Sci.* 32: 807 – 822

Lobao, V y P. Zawuaya. 1978. Resistencia de *Macrobrachium holthuisi* a variabilidades de salinidad en dos estadios de su ciclo de intermuda. *B. Inst. Pesca.* 5:119-127

Marasigan, E. (En prensa). Development of practical diet for grow-out of mud crab species *Scylla serrata* and *Scylla tranquebarica*. University of the Visayas, College of Fisheries, Institute of Aquaculture, Miagao, Iloilo, Philippines.

Merlín-Pérez, P. 1996. Fase inicial de un cultivo de jaibas *Callinectes bellicosus* en condiciones de laboratorio. Mem. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Nuevo Vallarta, Nayarit.

McGaw, I., C. Reiber y J. Guadagnoli. 1999. Behavioral physiology of four crab species in low salinity. *Biological Bulletin* 196 (2): 163 – 176

Millikin, R., T. Siewicki., A. Fortner y P. Fair. 1980. Effects of various levels of dietary protein on survival, molting frequency and growth of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus*). *Aquaculture* 19: 149 – 161

Millikin, R. y A. Williams. 1984. Synopsis of Biological Data on the Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. Fisheries Synopsis. FAO. NOAA. Department of comerse. 138: 1-39.

Monroy-Pulido, S. y M. Orellana-Buenrostro. 1998. Jaiba: una especie con gran potencial de explotación. Mem. II Simposium Internacional de Acuicultura. Mazatlán Sinaloa, México. 224 – 229.

Oesterling, M. 1984. Manual for handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). Special report in applied marine science and ocean engineering. Virginia Institute of Marine Science 27: 1 - 94

- Olmi, E. 1984. An adult female blue crab, *Callinectes sapidus* rathbun (Decapoda, portunidae), in proecdysis. *Crustaceana* 46 (1): 107 – 109
- Otwell, W. S., J. C. Cato y J. G. Halusky. 1980. Development of a soft crab fishery in Florida Sea. Grant College. Report 31.
- Paul, R. 1981a. The development of a fishery for portunid crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura) in Sinaloa, México. Overseas Development Administration. London, Cent. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Mazatlán, Sinaloa 23 – 26.
- Paul, R. 1981b. Natural diet, feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Marine Ecology* 6: 91 -99
- Paul, R. K. G., A. B. Bowers y F. J. Flores. 1983. Growth and ecdysis of de portunid crab *Callinectes arcuatus*, Orway (Decapoda: Brachyura) with reference to the exploitation of soft shell crab in Sinaloa. Final Report. June. 40 p.
- Pérez-Ríos, R. 2002. Causas de la ineficiencia económica de la pesca ribereña: el caso de la jaiba en Bahía Kino. Mem. 1er. Foro Científico de Pesca Ribereña, Centro Regional de Investigación Pesquera. Guaymas Sonora, México. 36-38 p
- Prager, M., J. McConaughy, C. Jones y P. Geer. 1990. Fecundity of blue crab, *Callinectes sapidus*, in Chesapeake Bay: Biological, statistical and management considerations. *Bulletin of Marine Science* 46 (1): 170 – 179
- Ramírez-Garrido, J. y I. Hernández-Tabares. 1990. Obtención de jaiba suave *Callinectes spp*, en flotadores de madera en Alvarado, Veracruz. *Acuavision* 20 (4): 27 – 31
- Rodríguez-Rojero, A. 2004. Hábitos alimentarios de las jaibas *Callinectes bellicosus* Stimpson y *C. arcuatus* Orway (Brachyura: Portunidae) en la Bahía Magdalena, Baja

- California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México: 106 p
- Román-Contreras, M. 1986. Análisis de la población de *Callinectes spp.* (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cien. Mar. y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx* 13 (1): 315-322
- Rosas, C. y E. Lázaro-Chávez. 1986. Efecto de las variaciones de salinidad sobre la tasa respiratoria de dos especies de jaibas: *Callinectes sapidus* y *Callinectes rathbunae* en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista de investigaciones marinas* 7 (2): 71 – 79
- Rosas, C., G. Barera y E. Lázaro. 1989. Efecto de las variaciones de la salinidad y de la temperatura estacional sobre el consumo de oxígeno de *Callinectes rathbunae*, Contreras y *Callinectes similis* (Crustácea: Portunidae). *Ecología Tropical* 30 (2): 1 – 2
- Ryer, C., J. Van y K. Moody. 1997. Cannibalism, refuges and the molting blue crab. *Marine Ecology* 147: 77 – 85
- Sánchez-García, B. E. y J. B. Hernández-Bernal. 1995. Control de calidad en los sistemas de producción de cangrejos de concha suave. Mem. II Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. San Carlos, Guaymas Sonora, México. 59 – 60 p
- Shelley, C., G. Williams., K. Newman., I. Ruscoe., C. Kuo., T. Vu y R. Naylor 2004. Mud crab culture now a commercial reality. *Aquaculture Infofish International* 1: 21 – 24
- Stagg, C. y M. Whilden. 1997. The history of Chesapeake Bay blue crab (*Callinectes sapidus*): fisheries and management. *Investigaciones Marinas Valparaíso* 25: 93 – 104
- Signoret, G., P. Brailovsky y E. Soto-Galera. 1997. comportamiento osmorregulador de *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) en diferentes salinidades. *Rev. Biol. Trop* 45 (3): 1085-1091

Staton, J. L. y D. L. Felder. 1992. Osmoregulatory capacities in disjunct western Atlantic populations of the *Sesarma reticulatum* complex (Decapoda: Grapsidae). *J. Crust. Biol* 12 (3): 335-341

Styrishave, B., K. Rewitz y O. Andersen. 2004. Frequency of moulting by shore crabs *Carcinus maenas* (L.) changes their colour and their success in mating and physiological performance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* 313: 317 – 336

Tagatz, M. 1967. Habilidad osmoregulatoria de la jaiba azul a diferentes combinaciones de temperatura y salinidad. *Chesapeake SCI* 7: 30 – 35.

Tagatz, M. 1968. Growth of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun in the St. Jones River, Florida. *Fish Bull* 67 (2): 281 – 288

Torres, G., L. Giménez y K. Anger. 2002. Effects of reduced salinity on the biochemical composition (lipid, protein) of zoea 1 decapod crustacean larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* 277 (1): 43 – 60

Van Engel, W. A. 1958. The blue crab and its fishery in the Chesapeake Bay. Part 1 reproduction, early development, growth and migration. *Commer fish Rev* 20 (6): 6-17

Warner, G. 1977. Food and feeding. En: The biology of crabs. Academic Press Inc. U.S.A (1): 86 – 95

Williams, A. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fish Bull* 72 (3): 685 – 798

## ANEXOS XII

### Anexo 1.

Experimento I.

Resultados de ANDEVA en tiempo de intermuda.

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Intervalo	4.7556	3	1.5852	13.017	0.00000
Salinidad	0.2911	2	0.1456	1.195	0.306906
Int-Salinidad	0.7556	6	0.1259	1.034	0.407816

### Prueba tukey

Intervalo

---

20-30 mm (a)

31-40 mm (a)

41-50 mm (b)

51-60 mm (b)

---

Salinidad

---

18 ups (a)

26 ups (a)

34 ups (a)

---

**Anexo 2.**

Experimento I.

Resultados de ANDEVA en incremento en talla 1.

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Intervalo	83.614	2	41.807	10.305	0.000061
Salinidad	23.055	2	11.528	2.841	0.061252
Int-Salinidad	27.923	4	6.981	1.721	0.147880

**Prueba tukey**

Intervalo

---

20-30 mm (a)

31-40 mm (b)

41-50 mm (b)

---

Salinidad

---

18 ups (a)

26 ups (a)

34 ups (a)

---

**Anexo 3.**

Experimento I.

Resultados de ANDEVA en incremento en talla 2.

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Intervalo 2	72.465	3	24.155	7.0647	0.000245
Salinidad	17.583	2	8.791	2.5713	0.081750

---

**Prueba de tukey**

Intervalo

---

20-30 mm (a)

31-40 mm (a)

41-50 mm (a)

51-60 mm (b)

---

Salinidad

---

18 ups (a)

26 ups (a)

34 ups (a)

---

**Anexo 4.**

Experimento II.

Resultados de ANDEVA en tiempo de intermuda.

---

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Tiempo de intermuda	2353.73	2	1176.87	8.0077	0.006176

---

Prueba tukey

---

Pellet 35 % (a)

Pellet 40 % (b)

Natural 65 % (b)

---

**Anexo 5.**

Experimento II.

Resultados de ANDEVA en incremento en talla.

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Incremento en talla	22.93	2	11.47	3.099	0.082

---

Prueba tukey

Pellet 35 %	(a)
Pellet 40 %	(a)
Natural 65 %	(a)

---

**Anexo 6.**

Experimento II.

Resultados de ANDEVA en ganancia en peso.

Efecto	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Ganancia en peso	3.217	2	1.609	1.856	0.198

Prueba tukey

Pellet 35 %	(a)
Pellet 40 %	(a)
Natural 65 %	(a)

**Anexo 7.**

Resultado de correlación entre temperatura y frecuencia de mudas

$$r_s = -0.039, P = 0.75$$