

00381  
12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTOS DE LA SALINIDAD SOBRE LA TASA DE  
CRECIMIENTO EN *Callinectes sapidus* RATHBUN Y  
*C. rathbunae* CONTRERAS

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS

P R E S E N T A

M. EN C. SERGIO CHAZARO OLVERA

DIRECTOR DE TESIS: DR. RAMIRO ROMAN CONTRERAS

2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

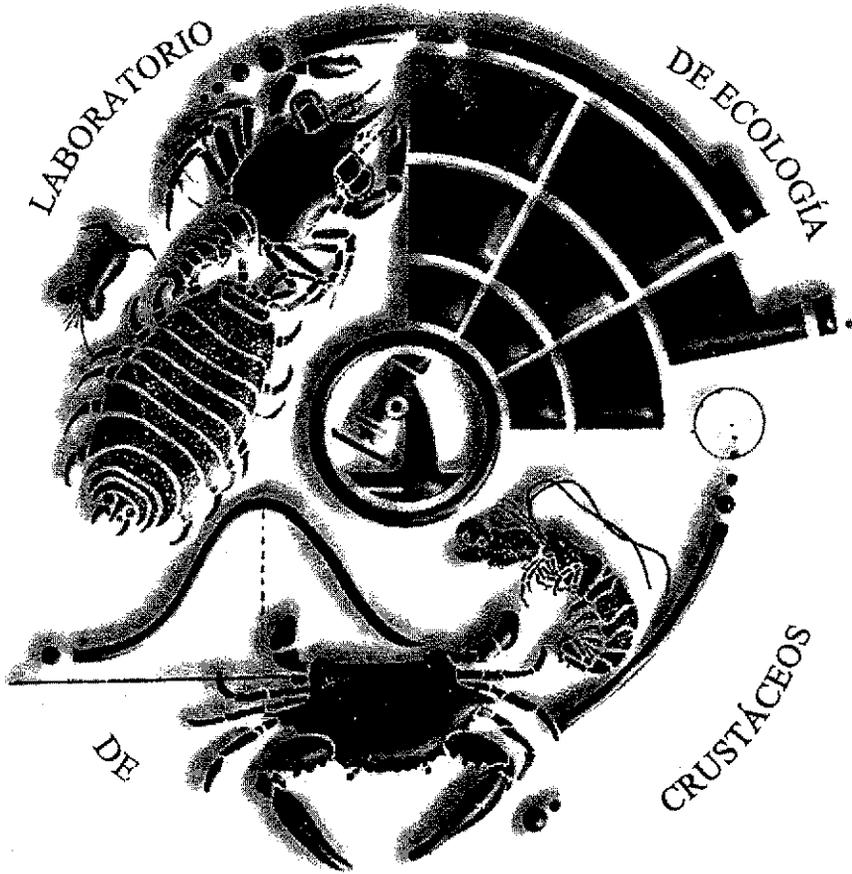


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

AL DR. RAMIRO ROMAN CONTRERAS POR ACEPTAR DIRIGIR ESTA TESIS, POR SU PACIENCIA Y POR EL APOYO BRINDADO DURANTE LA LARGA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A LA DRA. RUTH CECILIA VANEGAS PEREZ POR LAS OBSERVACIONES HECHAS AL TRABAJO FINAL, POR EL TIEMPO DEDICADO A LA REVISIÓN EXHAUSTIVA AL DOCUMENTO, POR SUS CONSEJOS Y POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS.

A LA DRA. GUILLERMINA ALCARAZ ZUBELDIA, POR LAS OBSERVACIONES REALIZADAS AL DOCUMENTO QUE HICIERON POSIBLE ENRIQUECERLO Y POR SU APOYO.

AL DR. FERNANDO ALVAREZ NOGUERA POR EL SEGUIMIENTO DEL TRABAJO DURANTE LOS TUTORIALES, EL APOYO INCONDICIONAL, POR HACER POSIBLE LA CULMINACIÓN DE ESTA TESIS Y SOBRE TODO POR SU AMISTAD.

AL DR. ADOLFO GRACIA GASCA POR LAS OBSERVACIONES REALIZADAS DURANTE LA PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y SU APOYO PARA LA CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AL DR. S.S.S. SARMA POR LAS OBSERVACIONES HACIA EL PRESENTE TRABAJO, SU APOYO, AMISTAD Y POR ALENTAR EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

AL DR. CARLOS ROSAS VAZQUEZ POR LAS OBSERVACIONES REALIZADAS AL DOCUMENTO QUE HICIERON POSIBLE ENRIQUECERLO.

A LAS JEFATURAS DE LA CARRERA DE BIOLOGIA QUE APOYARON LA REALIZACIÓN DE SALIDAS AL CAMPO PARA LA COLECTA DEL MATERIAL BIOLÓGICO, ADQUISICIÓN DE EQUIPO DE LABORATORIO Y DE COMPUTO

AL DR. SERGIO VACA PACHECO, M. EN C. GLORIA PANIAGUA CONTRERAS, BIOL. ROBERTO RICO MONTIEL, MARICARMEN PEREZPEÑA Y CELIA TRIJILLO POR SU APOYO.

## DEDICATORIAS

DEDICO ESTE TRABAJO A MIS PADRES POR TODO SU APOYO Y CONSEJOS DURANTE MI VIDA Y DESARROLLO PROFESIONAL.

A MI ESPOSA ADELAIDA  
POR SU COMPAÑÍA, POR ALENTAR LA CONCLUSION DE ESTE Y MUCHOS  
OTROS TRABAJOS, SOBRETUDO POR SU AMOR, CARIÑO, APOYO Y  
COMPRENSIÓN.

A MIS HIJOS SERGIO, EMMANUEL, ROLANDO Y EDUARDO POR OCUPAR  
MUCHO DE SU TIEMPO, POR SU AYUDA EN ALGUNAS DE LAS COLECTAS DEL  
MATERIAL UTILIZADO EN ESTE TRABAJO, PERO SOBRE TODO POR SU AMOR.

A TODA MI FAMILIA.

A MIS ALUMNOS, COMPAÑEROS Y AMIGOS QUE DE ALGUNA FORMA  
CONTIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO: HORACIO VAZQUEZ,  
RUTH ESCAMILLA, MARIO GUEVARA, TONANTZIN AGUILA, VERÓNICA  
VELAZQUEZ, SERGIO VELAZQUEZ, PATRICIA MANCILLA Y SANDRA GUEVARA.

A TODO EL PERSONAL ACADEMICO DEL LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE LA  
FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA.

## INDICE

RESUMEN .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
HIPOTESIS .....	11
OBJETIVOS .....	12
MATERIAL Y METODOS .....	14
AREA DE COLECTA .....	14
COLECTA DE MEGALOPAS .....	15
TRANSPORTE .....	16
ACLIMATACION .....	16
IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION .....	17
DENSIDAD DE SIEMBRA .....	17
SISTEMA DE CULTIVO .....	18
CALIDAD DEL AGUA .....	21
SALINIDAD Y TEMPERATURA .....	21
ALIMENTACION .....	22
TOLERANCIA A SALINIDAD DE MEGALOPAS .....	22
CONSUMO DE OXIGENO EN MEGALOPAS Y CANGREJO I, II Y III .....	23
TASAS DE CRECIMIENTO .....	24
RELACION PESO-ANCHO DEL CAPARAZON .....	26
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	25
RESULTADOS .....	28
TOLERANCIA A SALINIDAD DE MEGALOPAS .....	28
CONSUMO DE OXIGENO POR MEGALOPAS, CANGREJO I, II Y III .....	30
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE <i>C. rathbunae</i> y <i>C. sapidus</i> A 5 ‰ .....	33
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE <i>C. rathbunae</i> y <i>C. sapidus</i> A 15 ‰ .....	48
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE <i>C. rathbunae</i> y <i>C. sapidus</i> A 25 ‰ .....	62
COMPARACION DE RESULTADOS PARA TRES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD .....	76
SOBREVIVENCIA .....	76
TASA DE CRECIMIENTO .....	77
TIEMPO DE CULTIVO PARA ALCANZAR LA TALLA COMERCIAL .....	78
PERIODO DE INTERMUDA .....	80
INCREMENTO POR MUDA .....	81
RELACION PESO-ANCHO DEL CAPARAZÓN .....	82
DISCUSION .....	85
RECLUTAMIENTO DE LAS MEGALOPAS .....	88
CONSUMO DE OXIGENO Y TOLERANCIA SALINA DE LAS MEGALOPAS .....	89
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD .....	91
TIPO DE CRECIMIENTO .....	101
RELACION DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO CON LA FACTIBILIDAD DEL CULTIVO .....	102
CONSIDERACIONES SOBRE EL CULTIVO DE JAIBA EN ALVARADO, VERACRUZ .....	105
CONCLUSIONES .....	110
LITERATURA CITADA .....	113
APÉNDICE I .....	127
APÉNDICE II .....	133
APÉNDICE III .....	148

## EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DE *Callinectes sapidus* RATHBUN Y *Callinectes rathbunae* CONTRERAS.

### RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito determinar el efecto de la salinidad (5, 15 y 25 ‰) sobre las tasas de crecimiento de las especies *Callinectes sapidus* Rathbun (jaiba azul) y *C. rathbunae* Contreras (jaiba prieta) en condiciones de laboratorio. Asimismo, se determinó el tiempo en el cual se alcanzan la talla comercial (110 mm en México). Se evaluó la sobrevivencia de cada especie iniciando el cultivo con el estadio de megalopa y se analizaron las relaciones entre el periodo de intermuda, porcentaje de crecimiento por muda e incremento por muda de cada estadio de cangrejo respecto al ancho del caparazón en intermuda. Se aplicó la relación peso-ancho del caparazón con el fin de obtener el tipo de crecimiento. Se evaluó el consumo de oxígeno en los estadios de desarrollo de megalopa a cangrejo tres y se analizó la tolerancia de las megalopas a cuatro diferentes concentraciones de salinidad. Se recolectaron un total de 820, 1120 y 1605 megalopas de *Callinectes spp* en abril, junio y septiembre de 1997 respectivamente en la boca de comunicación de la laguna Camaronera. El periodo de mayor abundancia durante las colectas nocturnas fue entre las 01:00 y 06:00 h. La temperatura registrada fue de  $20 \pm 1$  a  $27 \pm 2$  °C y la salinidad de 22 a 35 ‰. En *C. rathbunae* los valores mayores en el consumo de oxígeno se presentaron en el estadio de megalopa y cangrejo uno a salinidad de 5 ‰ con valores de  $0.310 \pm 0.062$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y  $0.171 \pm 0.046$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS respectivamente. En los estadios de cangrejo dos y tres el consumo de oxígeno disminuyó y se registraron valores de  $0.161 \pm 0.011$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y  $0.106 \pm 0.004$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS. El consumo de oxígeno en *C. sapidus* fue mayor en los estadios de megalopa y cangrejo uno con  $0.612 \pm 0.064$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y  $0.354 \pm 0.039$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS respectivamente. El consumo de oxígeno en el cangrejo dos disminuyó a  $0.250 \pm 0.07$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y en el cangrejo tres a  $0.108 \pm 0.011$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS. De acuerdo a lo anterior puede establecerse que hay mayores efectos de la salinidad durante la metamorfosis en la megalopa y cangrejo uno en *C. sapidus* en las poblaciones de Alvarado, Veracruz. Las diferencias obtenidas en el consumo de oxígeno en la megalopa, cangrejo uno y cangrejo dos es mayor en *C. sapidus* que en *C. rathbunae*, sin embargo, a partir del cangrejo tres ya no se observaron diferencias significativas entre ambas especies. Las megalopas de *C. rathbunae* presentaron mayor tolerancia a salinidad de 15 y 25 ‰ respecto a las megalopas de *C. sapidus*. En condiciones experimentales se presentó una elevada mortalidad durante la transformación del estadio de megalopa al estadio de cangrejo uno por lo que se define a esta como una etapa crítica donde importantes cambios fisiológicos se presentan. *Callinectes rathbunae* presentó una mayor sobrevivencia al final de los experimentos a 5 ‰ y 15 ‰ con porcentajes de 31 % al 37 % mientras que *C. sapidus* registró mayor sobrevivencia a 25 ‰ con valores del 18 % al 46 %, lo cual sugiere una mayor tolerancia de *C. rathbunae* a salinidades menores de 15 ‰. La tasa de crecimiento de *C. rathbunae* fue mayor a la de *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰ y 15 ‰ con valores entre 0.30 mm/día y 0.45 mm/día, mientras que *C. sapidus* presentó mayor tasa de crecimiento a 25 ‰ con valores de 0.38 mm/día a 0.44 mm/día. Los resultados obtenidos en este trabajo y los obtenidos por otros autores reflejaron una relación directa y positiva entre la salinidad y la tasa de crecimiento en condiciones de laboratorio en *C. sapidus*. Para *C. rathbunae* se encontró una relación inversa. El porcentaje de crecimiento de ambas especies fue sumamente variable. El porcentaje de incremento promedio del ancho del caparazón osciló entre el 25 % y el 29 % en ambas especies y sexos para las tres salinidades empleadas en este trabajo. El tiempo de intermuda se incrementó proporcionalmente con la edad de los organismos en machos y hembras para ambas especies. *C. sapidus* mostró mayor tiempo de intermuda en 5 ‰ con 58.5 días para machos y hembras en el último estadio de cangrejo, y disminuyó en 15 ‰ y 25 ‰ a 35.5 días en promedio. *C. rathbunae* presentó una relación inversa en el periodo de intermuda a salinidades 5 ‰ y 15 ‰ con 36.5 días, para incrementarse a 56.5 días en promedio para ambos sexos a salinidad de 25 ‰. En *C. sapidus* se observó que a menor concentración de salinidad es mayor el tiempo que necesita para alcanzar la talla comercial, generalmente en salinidades entre 5 ‰ y 15 ‰ se necesitan más de 10 a 15 meses mientras que a salinidades entre 15 ‰ y 25 ‰ se requieren de 10 a 12 meses. En *C. rathbunae* el menor tiempo para alcanzar la talla comercial se presentó a los 5 ‰ y 15 ‰ de salinidad con un periodo de tiempo de 8 a 12 meses, mientras que en 25 ‰ se requieren de 15 a 18 meses. El tipo de crecimiento en los tres tratamientos de salinidad para las dos especies y en ambos sexos fue alométrico con valores para *C. rathbunae* de 2.151 a 2.719 y para *C. sapidus* de 2.165 a 2.623.

## INTRODUCCION

Las especies del género *Callinectes* conocidas en México con el nombre común de "jaibas", son consideradas como invertebrados dominantes en las comunidades bentónicas de las costas del Atlántico Norte, Sudamérica y en las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México (Rosas *et al.*, 1994; Cházaro-Olvera, *et al.*, 2000). La jaiba es la base de las pesquerías comerciales en algunas partes del mundo. En términos de biomasa en Estados Unidos en el periodo comprendido de entre 1990 y 1999 se han obtenido de 88,611.4 y 117,066.8 toneladas métricas al año (NMFS, 2000). En México, particularmente en los estados de Tamaulipas y Veracruz se ha desarrollado esta pesquería y se ha estimado que más del 90% del consumo nacional proviene de esta región (Rodríguez de la Cruz, 1994). Las capturas registradas en el Golfo de México entre 1985 y 1990 considerando todas las especies de jaibas presentaron un intervalo entre 7,000 y 9,000 toneladas métricas al año, con los siguientes porcentajes: Yucatán 3.97 %, Tabasco 12.60 %, Campeche 14.35 %, Veracruz 31.63 % y Tamaulipas 37.45 %. En el periodo comprendido de 1990 a 1999 se registró un incremento en la captura de jaiba de 7,000 a 12,500 toneladas métricas, elevándose principalmente en el estado de Veracruz de 1,500 a 5,300 toneladas métricas por año (SEMARNAP, 2000).

Este recurso es de los más importantes que se explotan en las lagunas costeras y estuarios, se captura de forma artesanal mediante "nazas jaiberas" o "trampas jaiberas", entre otras (Guillory, 1993). La pesquería en el Golfo de México está soportada principalmente por dos especies: *Callinectes sapidus* Rathbun y *Callinectes rathbunae* Contreras,

eventualmente se captura *Callinectes similis* Williams, conocidas comúnmente como "jaiba azul" o "jaiba gringa", "jaiba prieta" y "jaiba enana", respectivamente (Rocha *et al.*, 1992).

La comercialización de la jaiba es principalmente en la modalidad de "jaiba dura" que corresponde al periodo de intermuda, cuando se ha endurecido el caparazón. Otra modalidad de comercialización es conocida como "jaiba blanda" o "jaiba de papel" que corresponde al periodo de postmuda, cuando el caparazón está blando o inicia su endurecimiento, de esta modalidad se ha calculado rendimientos de más del 800 % respecto a los precios en el mercado de "jaiba dura" (NMFS, 2000).

*Callinectes sapidus* es la especie comercialmente más importante de las jaibas, y por ello se han estudiado muchos aspectos de su biología (Rosas *et al.*, 1994). Se distribuye desde el norte de Nova Scotia hasta el sur de Argentina e islas del Caribe. Puede soportar una amplia variación en las condiciones ambientales se ha encontrado desde sistemas de agua dulce (0 ‰) hasta lagunas hipersalinas, a temperaturas que van desde 3 hasta 35 °C se presenta desde aguas someras hasta 90 m de profundidad (Williams, 1974, 1984; Raz-Guzmán *et al.*, 1992). En algunos sistemas costeros *C. rathbunae* es una especie simpátrica con *C. sapidus* tiene una distribución restringida en el Golfo de México se ha encontrado desde el sur de Texas hasta la laguna de Términos, Campeche; se presenta en estuarios, lagunas y bahías someras, con valores de salinidad bajos entre 0 a 15 ‰, aunque su abundancia es mayor en algunos sistemas donde la salinidad presenta valores alrededor de 5 ‰ como en el río Acula y el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz (Raz-Guzmán *et al.*, 1992; Rocha *et al.*, 1992). *C. rathbunae* es común en profundidades entre 1 y 3 m

(Williams, 1974, 1984; Powers, 1977; Raz-Guzmán *et al.*, 1992; Rocha *et al.*, 1992)

Los patrones de distribución que exhiben *C. sapidus* y *C. rathbunae* dentro de los estuarios son similares a los que presentan otros miembros del género. Norse y Fox-Norse (1983) han propuesto relaciones filogenéticas entre las especies del género *Callinectes*. En su análisis establecieron cuatro grupos, dos de ellos tienen el mayor número de especies, el primero denominado “grupo danae” que está formado por especies de tamaño pequeño y poco tolerantes a salinidades bajas (se incluyen las especies *C. danae* Smith, *C. arcuatus* Orway, *C. similis*, *C. ornatus* Ordway y *C. bellicosus* Stimpson), el segundo denominado “grupo bocourti” formado por especies de mayor tamaño y tolerantes a salinidades bajas (se incluyen las especies *C. bocourti* A. Milne-Edwards, *C. maracaiboensis* Taissoun, *C. rathbunae*, *C. toxotes* Ordway, *C. latimanus* Rathbun y *C. sapidus*) (Fig. 1)

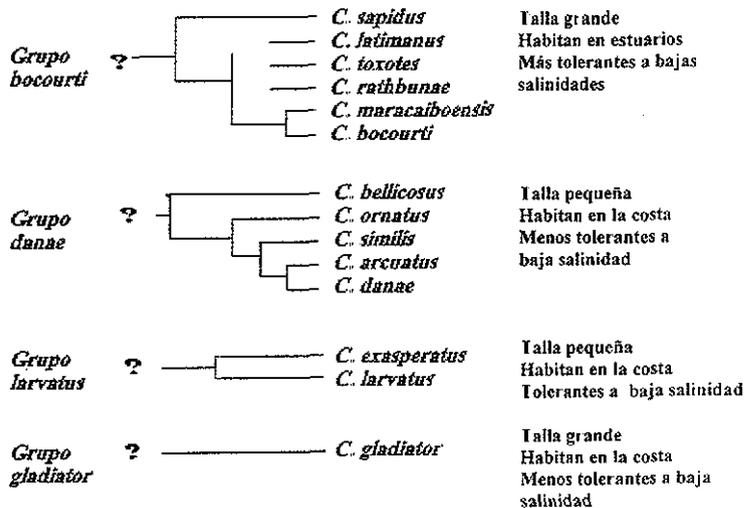


Fig. 1. Relación filogenética del género *Callinectes* considerando la tolerancia a la salinidad donde habitan y la talla máxima registrada. Tomado de Norse y Fox-Norse (1983) y Guerin y Stickle (1997). Los signos de interrogación indican incertidumbre sobre la relación en nivel o niveles superiores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Con el propósito de conocer más sobre la biología de las especies de jaibas se han realizado algunos cultivos tanto en condiciones de naturales como en condiciones de laboratorio. La información generada a partir de este tipo de estudios puede ser utilizada para el manejo, aprovechamiento y conservación de las especies, sobre todo si son de importancia comercial, como lo es en este caso las especies del género *Callinectes*.

*Callinectes sapidus* ha sido cultivada desde la fase de zoea hasta la primer fase cangriforme, tal como se menciona en el trabajo clásico de Costlow y Bookhout (1959). Haefner y Shuster (1964), realizaron experimentos con *C. sapidus* sobre el incremento en longitud a diferentes salinidades. En Japón ha sido cultivada hasta al estadio de megalopa *Portunus pelagicus* (Linnaeus) (Bookhout y Costlow, 1977). Leffler (1972) mantuvo bajo condiciones de laboratorio a individuos juveniles de *C. sapidus* y observó los efectos de la temperatura sobre su crecimiento y metabolismo determinando una relación directa entre estos factores. Bookhout y Costlow (1974) cultivaron por vez primera a *Portunus spinicarpus* en laboratorio y describieron su desarrollo larval combinando temperatura y salinidad. Winget (1976) utilizó un sistema de recirculación para cultivar a *C. sapidus* y probar los efectos de dietas y temperaturas sobre el crecimiento y mortalidad en su población experimental.

Bookhout y Costlow (1977) han realizado numerosos estudios como parte de un programa general para cultivar diferentes especies de portúnidos en aguas de Carolina del Norte, en el laboratorio de Zoología de la Universidad de Duke. Dittel y Epifanio (1984), por su parte, evaluaron el crecimiento y desarrollo de *C. arcuatus* desde el estadio de zoea hasta

la etapa de cangrejo bajo condiciones de laboratorio empleando un sistema de recirculación estos autores encontraron una elevada tasa de mortalidad durante cada una de las etapas de crecimiento.

En México, se conoce el trabajo de Paul *et al.*, (1983) y Ortega (1994) que han realizado algunos trabajos dirigidos al cultivo y explotación de *C. arcuatus* y *C. toxotes* en el Pacífico mexicano Rosas *et al.*, (1993) realizaron un trabajo sobre el cultivo de *C. rathbunae* en jaulas flotantes en la laguna de Alvarado, Veracruz.

Por otro lado, se debe considerar que uno de los factores ambientales que reviste gran importancia en el desarrollo y sobrevivencia de las jaibas es la salinidad (Guerin y Stickle, 1992), ya que afecta directamente el metabolismo de los organismos que habitan los estuarios, ya sea por los cambios estacionales o bien por las fluctuaciones que ocurren en los ciclos de marea (Rosas y Lázaro-Chávez, 1986). El metabolismo respiratorio ha sido considerado como una forma particularmente apropiada para cuantificar el gasto de energía en diferentes condiciones de salinidad, debido a que es uno de los mejores indicadores de la actividad fisiológica general de los individuos, el cual integra en particular las necesidades de energía para la regulación osmótica (Magnum y Weiland, 1975; Findley *et al.*, 1978; Péqueux, 1995; McGaw y Reiber, 2000).

Particularmente la  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPasa localizada en la membrana de las células apicales de las branquias es responsable del transporte activo de los iones hacia la hemolinfa (Burnett y Towle, 1990). Esta enzima requiere del ATP que se produce durante la fosforilación oxidativa en la mitocondria (Piller, *et al.*, 1995). La exposición a baja salinidad ocasiona el

7

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

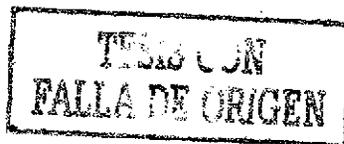
incremento en la actividad de la  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPasa y de la anhidrasa carbónica, sobre todo en las branquias posteriores (Towle *et al.*, 1976; Neufeld *et al.*, 1980; Henry, 1988). La disminución de la salinidad incrementa el consumo de oxígeno (Pequeux *et al.*, 1988) lo que ocasiona cambios en la producción y consumo de energía esta respuesta es característica de animales eurihalinos, esto es, un aumento en la tasa de consumo de oxígeno en bajas salinidades (Kinne, 1971). De acuerdo con el esquema propuesto por Kinne (1971) este comportamiento respiratorio corresponde al tipo I; aumento del consumo de oxígeno en salinidades subnormales y/o disminución en salinidades supranormales. Vernberg y Piyatiratitivorakul (1998) mencionan que la salinidad y temperatura tienen importantes efectos sobre algunos parámetros fisiológicos del camarón de pastos sumergidos *Palaemonetes pugio*, estos autores obtuvieron que a 25 °C de temperatura y 28 ‰ de salinidad los adultos destinan el 51.7 % de la energía para la reproducción, el 25.4 %, lo utilizan en la respiración, el 14.1 % es destinado para el crecimiento, el 4.8 % para la construcción del nuevo exoesqueleto y el 1.8 % se utiliza en la excreción. Algunos cálculos aproximados muestran que el gasto de energía para el transporte activo de iones presenta intervalos desde 1.5 hasta 21 % del metabolismo total en anfipodos (Glazier y Sparks, 1997). De acuerdo King a (1965) se ha calculado que se presenta un incremento del 53 % en la tasa respiratoria de *C. sapidus* al ser transferidos de 35 ‰ a 7 ‰. Rosas *et al.* (1986) encontraron que se registra un incremento del 37 % al 56 % en la tasa respiratoria de *C. sapidus* y *C. rathbunae* cuando se disminuye la salinidad de 20 ‰ a 15 ‰. Rosas (1989) encontró que el intervalo de valores sobre la repartición de energía entre primavera y verano en *C. sapidus* fue del 2.5 % al 37.2 % en respiración, del 0.02 % al 10.9 % en la muda, del 0.37 al 3.4 % en excreción y del 59.48 % al 96.62 % en el campo de crecimiento. *C. rathbunae* entre invierno y primavera destinó del 1.97 % al 44.54 % de la energía en

respiración, del 0.23 % al 17.62 % en la muda, del 0.01 al 4.96 % en excreción y del 49.50 % al 96.54 % en el campo de crecimiento.

Se ha reportado que los juveniles y adultos de *Callinectes sapidus* habitan desde agua dulce hasta aguas hipersalinas de aproximadamente 117 ‰ (Williams, 1984). Sin embargo, las larvas en estadio de zoea son estenohalinas (Costlow y Bookhout, 1959, Cházaro-Olvera, 1996). También se ha registrado que la jaiba azul puede osmoregular eficientemente y tolerar salinidades extremas (Tan y Van Engel, 1966; Ballard y Abbott, 1969; Tagatz, 1971; McGaw y Reiber, 2000). Se menciona que las poblaciones de invertebrados marinos que se encuentran en diferentes ambientes de salinidad exhiben variaciones intraespecíficas en tolerancias y capacidades osmoreguladoras (Gezelius, 1963; Stancyk y Shaefer, 1977; Hicks, 1980; Mashiko, 1983; Shaner *et al.*, 1985). Así, *C. sapidus* capturada en bajas salinidades es mejor osmoreguladora en aguas diluidas que las jaibas obtenidas en altas salinidades. A su vez se ha podido observar que la respuesta de la tasa de crecimiento de la jaiba azul depende del lugar en donde sean capturados los organismos (Guerin y Stickle, 1992); así, especímenes colectados en costas de Louisiana a baja salinidad responden mejor cuando son sometidos a concentraciones entre 10 y 25 ‰; mientras que especímenes capturados en las costas de Texas cultivados en salinidades similares a las del sitio de captura presentan una tasa de crecimiento mayor (35 y 50 ‰). Sin embargo, estos autores manifestaron que es necesario que se realicen investigaciones con el fin de determinar si la respuesta se debe al gasto energético por la respuesta fisiológica o a diferencias genéticas.

Los principales estudios sobre el cultivo en el laboratorio se han realizado sobre la jaiba azul *C. sapidus* en latitudes templadas y se ha obtenido que la sobrevivencia es alta cuando se inicia con el estadio juvenil (Millikin y Williams, 1984), mientras que cuando se inicia con el estadio de zoea se presentan altas mortalidades (Costlow y Bookhout, 1959; Dittel y Epifanio, 1984). Es en el estadio de megalopa cuando algunas especies de braquiuros retornan a los sistemas estuarinos (Epifanio *et al.*, 1984; Johnson, 1984; Epifanio *et al.*, 1989; Foward y Rittschof 1994; Epifanio, 1996), en donde las megalopas tienen que soportar principalmente los cambios en las concentraciones de salinidad cuando pasan del ambiente marino al ambiente estuarino. La determinación de la concentración salina más adecuada para la sobrevivencia de este estadio puede asegurar el éxito en el cultivo.

Respecto al consumo de oxígeno en la megalopa se ha observado que en este estadio de desarrollo en *Cancer magister* se presentan importantes efectos causados por la salinidad cuando la temperatura es superior a 20 °C (Brown y Terwilliger, 1999). De acuerdo a la clasificación de Kinne (1964) el estadio de megalopa tiene una respuesta de tipo 1 o 2 que se relaciona con un incremento en la tasa metabólica en salinidades subnormales. Se ha observado que la megalopa de *Armases ricordi* es menor al tiempo de intermuda al evaluado en *A. roberti*. Los adultos de *A. ricordi* migran al ambiente marino para realizar la reproducción y la liberación de los huevos a salinidad de 35 ‰, mientras que *A. roberti* se reproduce en el río en salinidad de 0 ‰ (Diesel y Schuh, 1998). Sin embargo, la sobrevivencia de *A. roberti* se mantiene e incluso puede ser mayor a la de *A. ricordi*. Lo anterior se debe a la adecuación de los organismos a diferentes concentraciones de salinidad de acuerdo a los sitios donde se encuentran los padres (Guerin y Stickle, 1992).



## HIPÓTESIS

Los registros de las abundancias de *C. sapidus* y *C. rathbunae* en los sistemas estuarinos del Golfo de México son diferentes, *C. sapidus* es más abundante en sistemas donde la salinidad es superior a 5 ‰, mientras que *C. rathbunae* es más abundante en concentraciones entre 0 y 5 ‰. Así, cuando se somete a cultivo a partir del estadio de megalopa a *Callinectes rathbunae* y *Callinectes sapidus* a diferentes concentraciones salinas se presentan diferencias en los valores de las tasas de crecimiento, tiempo en alcanzar la talla comercial y sobrevivencia, incrementándose la tasa de crecimiento en baja salinidad en *C. rathbunae* dando como resultado mayor abundancia de esta especie en sitios con bajas concentraciones salinas, mayor habilidad competitiva y una posibilidad de mayor éxito en el cultivo de esta especie en sistemas estuarinos que predominantemente son oligohalinos en tiempo y espacio.

Al cultivar a las megalopas de las especies *C. sapidus* y *C. rathbunae* bajo condiciones de laboratorio en diferentes concentraciones de salinidad, *C. rathbunae* (especie que es más abundante en sistemas oligohalinos) tendrá mayor sobrevivencia y menor consumo de oxígeno que *C. sapidus* en salinidades bajas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

El objetivo del presente estudio fue el de determinar el efecto de la salinidad sobre las tasas y tipo de crecimiento, el período de intermuda de cada estadio, el incremento en el ancho del caparazón por cada estadio de cangrejo y la sobrevivencia de *Callinectes rathbunae* y *Callinectes sapidus* a partir del estadio de megalopa con el fin de poder establecer las condiciones salinas para el cultivo de ambas especies.

### OBJETIVOS PARTICULARES:

Analizar la tolerancia de la megalopa de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* en diferentes concentraciones de salinidad (5, 15, 25 y 35 ‰).

Evaluar el consumo de oxígeno en los estadios de desarrollo de megalopa a cangrejo III de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* en diferentes concentraciones de salinidad (5, 15, 25 y 35 ‰).

Obtener la sobrevivencia durante el cultivo a partir de estadio de megalopa de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* en salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

Evaluar las tasas de crecimiento de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* en salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰ a través de la relación del ancho del caparazón y los días de cultivo en condiciones de laboratorio.

Determinar la relación existente tanto del periodo de intermuda y como del incremento por muda de cada estadio respecto al ancho del caparazón.

Determinar el tiempo necesario para alcanzar la talla comercial (110 mm de ancho del caparazón) en cada salinidad.

Obtener el tipo de crecimiento por especie y para cada sexo a partir de la relación peso-ancho del caparazón en salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las megalopas fueron obtenidas en las bocas de comunicación de la Laguna Camaronera y Laguna de Alvarado, sitios que pertenecen al Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. El sistema está formado por cuatro lagunas: Laguna de Alvarado, Laguna de Buen País, Laguna Camaronera y Laguna de Tlalixcoyan. Se localiza en las llanuras costeras del Golfo de México, a 63 km al sureste del puerto de Veracruz, entre los paralelos 18° 43' y 18° 52' 15" de latitud norte y el meridiano 95° 42' 20" y 95° 57'32" de longitud oeste (Fig. 2).

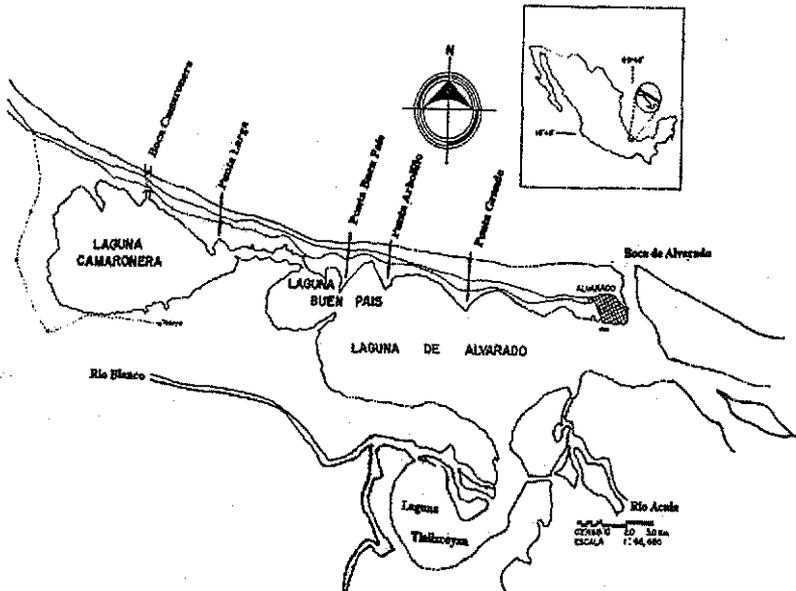
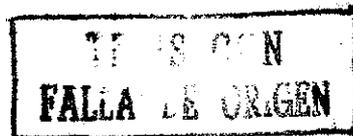


Fig. 2. Área de estudio. Toponimia y localización de las estaciones de colecta



El sistema tiene una longitud aproximada de 27 km desde la punta oeste de la isla Vives hasta el extremo noroeste de la Laguna Camaronera (Raz-Guzman *et al.*, 1992). Su forma es alargada con el eje principal paralelo a la costa. Se conecta al mar mediante una boca de 400 m de longitud, situada en el extremo sureste del subsistema de Alvarado. En el presente hay una boca artificial con dos tubos de 2 m de diámetro cada uno que conecta a la Laguna Camaronera directamente con el mar a través de la porción más estrecha de la barra (García-Montes, 1988).

De acuerdo a los cambios salinos del área Vargas-Maldonado (1986) identificó tres zonas: A) área de gradiente hidrológico, es una zona de gran mezcla de agua dulce y marina, presenta gradientes horizontales y estratificación la mayor parte del año, é incluye lo que es propiamente la Laguna de Alvarado, Buen País y la boca del río Papaloapan; B) área de influencia dulceacuícola, que es una zona con gradientes horizontales de menor magnitud e influencia preponderante de agua dulce sin estratificación, y se localiza en la Laguna de Tlalixcoyan; C) área de influencia nerítica, es una zona con gradientes horizontales con influencia de agua dulce y marina sin estratificación, localizada en la Laguna Camaronera.

### *Colecta*

Para el tratamiento a salinidad de 5 ‰ las megalopas se recolectaron en junio de 1997 y para el tratamiento de 15 ‰ se realizó la colecta en septiembre de 1997 en los tubos de la boca de la laguna Camaronera. Para el tratamiento de 25 ‰ la colecta se realizó en abril de 1997 por medio de lancha con motor fuera de borda en la boca de la Laguna de Alvarado, Ver. Los muestreos fueron nocturnos, iniciándose a las 18:00 h y finalizando a las 6:00 h del

siguiente día; para lo anterior se tomaron en consideración las observaciones realizadas por Chazaro-Olvera (1996) sobre la mayor densidad de las megalopas en colectas nocturnas. La colecta se realizó con una red de forma cónica con boca de 0.5 m de diámetro, 1 m de largo y 250 micras de abertura de malla. El método consistió en la realización del filtrado en una estación localizada en la boca de la Laguna Camaronera por periodos de 15 min durante cada hora, mientras que en la boca de Alvarado se realizaron arrastres por periodos de 15 min usando una lancha con motor fuera de borda. Todas las colectas fueron superficiales. Los parámetros ambientales registrados *in situ* fueron: salinidad con un salinómetro YSI modelo 33, y temperatura con un termómetro de mercurio marca Brannan graduado de -10 a 100 °C.

### *Transporte de megalopas vivas*

Para realizar el cultivo se transportaron megalopas vivas en recipientes cilíndricos de plástico de 5 l de capacidad. Se colocaron entre 100 y 200 megalopas por recipiente. En cada recipiente se colocó una bomba de aireación portátil "Elite 801". Así mismo, se transportó agua filtrada a través de una malla de 250  $\mu$  del sitio de colecta en recipientes de plástico de 50 l de capacidad con la cual se realizaron cambios totales cada dos horas durante el transporte.

### *Aclimatación*

El agua obtenida del sitio de colecta se utilizó a la llegada al laboratorio en el sistema de cultivo con el fin de mantener las condiciones químicas del agua. A la llegada al laboratorio las megalopas se acondicionaron a 25 °C de temperatura utilizando un termostato. Las

megalopas se aclimataron a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰ de la siguiente manera: en junio y septiembre donde la salinidad de colecta fue de 22 ‰ se realizó la dilución a 15 ‰ a las 12 h, posteriormente a 10 ‰ a las 24 h y a las 36 h a 5 ‰. Para abril donde la salinidad registrada durante la colecta fue de 35 ‰ la aclimatación se llevó a cabo realizando una primera la dilución a las 12 h bajando la salinidad a 30 ‰ y a las 12 h siguientes se realizó la segunda dilución a 25 ‰.

### *Identificación y cuantificación*

La preselección de las megalopas de *Callinectes* en el laboratorio se realizó a partir de los criterios expuestos por Díaz y Costlow (1972), Bookhout y Costlow (1974, 1977), Andryszak y Gore (1981), Stuck y Truesdale, (1988) y Cházaro-Olvera (1996), considerando que las megalopas de los portúnidos son de tamaño medio (2 mm aproximadamente), presentan una coloración café a lo largo del tracto digestivo, además de que se observa claramente el rostro. Se consideraron observaciones realizadas en un trabajo anterior (Cházaro, 1996) y observaciones de colectas recientes (1998 y 1999) donde no se presentaron diferencias morfológicas en megalopas de *C. rathbunae* y *C. sapidus* colectadas tanto en Camaroneira como en Alvarado, por lo que se determinó que se trata de las mismas poblaciones de cada especie presentes en ambos sitios.

### *Densidad de siembra*

Se colocaron 25 megalopas por contenedor de 2.25 l de capacidad. Cada megalopa se colocó en un recipiente de plástico flotante de 30 ml de capacidad con perforaciones de 1 mm de diámetro aproximadamente, estas últimas con la función de permitir el flujo e

intercambio de agua. El aislamiento de las megalopas evita el canibalismo que se presenta desde esta etapa de desarrollo.

### *Sistema de cultivo*

Después de seleccionar las megalopas de *Callinectes* se colocaron en contenedores de plástico en un sistema de recirculación continua diseñado específicamente para este propósito (Fig 3).

Su construcción se basó en los sistemas utilizados en el cultivo de crustáceos por Paul y Garten (1974) y Paul *et al* (1983). Para montar el sistema de cultivo se construyó una estructura metálica utilizando solera en forma de ángulo de una pulgada de ancho y un octavo de pulgada de espesor. Las dimensiones fueron de 1.80 m de altura, 0.35 m de ancho y subdivisiones con tramos del mismo ángulo a alturas de 0.6, 1.0 y 1.4 m, sobre las cuales se colocaron tres contenedores cilíndricos de 9 litros de capacidad y 30 cm de diámetro por cada subdivisión. Para el suministro de agua a cada contenedor se utilizó una bomba sumergible "Little Giant" modelo 2E-38N.

A partir del estadio de cangrejo VII se cambiaron los organismos a un sistema de las mismas dimensiones en su estructura metálica pero con contenedores de 40 l de capacidad, manejando un volumen de 20 l de agua por contenedor, a partir de este estadio fue posible diferenciar a las especies y sexos. Al mantener a los organismos separados individualmente se determinaron los datos correspondientes al sexo y especie del estadio VI de cangrejo a la megalopa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

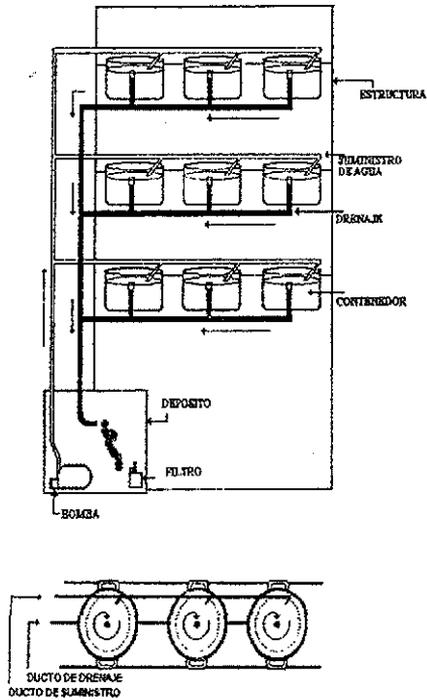


Fig. 3. Sistema de cultivo en condiciones de laboratorio para las especies de *Callinectes* a partir del estadio de megalopa

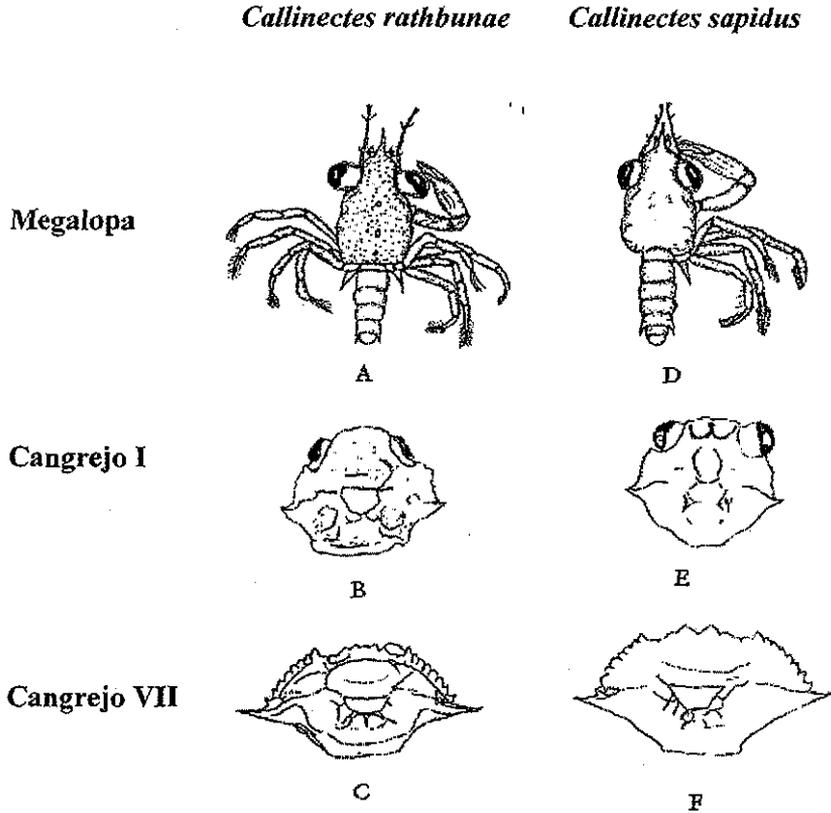
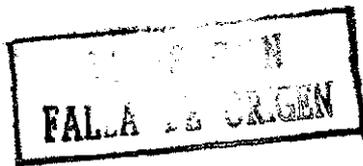


Fig. 4. Representación de la megalopa, cangrejo I y cangrejo VII de *Callinectes*. A) megalopa (ancho  $0.99 \pm 0.01$  mm), B) Cangrejo I (ancho  $3.146 \pm 0.585$  mm) y C) Cangrejo VII (ancho  $21.617 \pm 3.099$  mm) de *Callinectes rathbunae*; D) megalopa (ancho  $1.05 \pm 0.01$  mm), E) cangrejo I (ancho  $3.155 \pm 0.572$  mm) y F) cangrejo VII (ancho  $20.53 \pm 1.92$  mm) de *Callinectes sapidus*.



Con el fin de prevenir el canibalismo se mantuvieron los organismos separados en pequeñas jaulas cilíndricas de plástico de cinco centímetros de diámetro y 0.25 cm<sup>2</sup> de abertura.

### *Calidad del agua*

Se preparó agua a la salinidad de cada tratamiento utilizando sal comercial de la marca Instant Ocean. Se realizaron cambios totales de agua cada diez días. Se dio previo tratamiento al agua con penicilina a una concentración de 200 000 unidades/l, cloranfenicol a una concentración de 5 mg/l (Millikin y Williams, 1984) y azul de metileno. El oxígeno se monitoreo diariamente con un oxímetro polarografico YSI modelos 51 B, manteniéndose una concentración de  $7.06 \pm 2.19$  mg O<sub>2</sub> /l. Cada semana se registraron los valores de amonio y nitratos por un método colorimétrico utilizando un Kit Tetra, se registraron valores promedio de 0.28 mg/l y 0.33 mg/l de amonio total y nitratos respectivamente. El pH se registro diariamente con un potenciómetro marca corning presentando un valor promedio de  $7.38 \pm 0.196$

### *Salinidad y temperatura*

Se mantuvieron constantes los valores de salinidad a 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰, este parámetro se midió con un salinómetro YSI modelo 33. La temperatura se registró con un termómetro marca Brannan graduado de -10 a 110 °C y se mantuvo por medio de un termostato a  $25 \pm 1$  °C ya que Costlow y Bookhout (1959) y Millikin y Williams (1984) encontraron menor duración en la intermuda de cada estadio a esa temperatura y que el promedio de este parámetro en el sistema lagunar de Alvarado esta alrededor de 25 °C.

### *Alimentación*

Para la alimentación de las megalopas se utilizaron nauplios de *Artemia salina* recién eclosionados, mismos que se obtuvieron por medio de la eclosión de los quistes en el laboratorio. Posteriormente se cambió la alimentación por las siguientes etapas de desarrollo de *A. salina* y pequeños peces sacrificados en el momento de proporcionar la alimentación pertenecientes a la familia Poeciliidae (*Poecillopsis gracilis*, *P. balsa*, *P. Lucida* y *Poecila formosa*) utilizados como alimento de especies de acuario carnívoras de acuerdo con el incremento de tamaño de los cangrejos, considerando proporcionar entre el 10 % y 20 % de alimento según el peso húmedo de los cangrejos, este porcentaje se determinó por observaciones previas a los experimentos hechas del autor sobre el consumo de alimento. Para alimentar a los cangrejos se suspendió el flujo de agua en el sistema de cultivo y se sacaron los cilindros con el fin de colocarlos en contenedores de plástico y proporcionarles la cantidad de alimento respectiva. La jaibas fueron alimentadas individualmente dos veces al día a las 09:00 h y 17:00 h aproximadamente durante todo el tiempo que duraron los experimentos.

### *Tolerancia a la salinidad de las megalopas de C. sapidus y C. rathbunae.*

El retorno de las jaibas a los sistemas estuarinos es en estadio de megalopa y se ha establecido que importantes cambios fisiológicos pueden presentarse durante el ingreso y adecuación a las nuevas condiciones ambientales. Con el fin de determinar la tolerancia de las megalopas a diferentes concentraciones de salinidad de *C. sapidus* y *C. rathbunae* se recolectaron 1458 organismos en la boca de la laguna camaronera en septiembre del 2001 a salinidad de 30 ‰, posteriormente se transfirieron previa aclimatación de 12 h a agua con

5, 15, 25 y 35 ‰. Se colocaron 50 megalopas por cada tratamiento (tres replicas por tratamiento) en contenedores de 0.5 l.

El agua para cada tratamiento se preparó un día antes de los experimentos por dilución de agua comercial esterilizada. La salinidad se midió utilizando un salinómetro YSI modelo 33 con una precisión de  $\pm 1$  ‰. Los organismos se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura a  $25 \pm 1$  °C, fotoperiodo de 12 h luz 12 h oscuridad y aireación constante. Diariamente se cambió el 100 % de agua. La ausencia de movimiento y respuesta fue el criterio para considerar a los organismos muertos. La sobrevivencia fue evaluada a los 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 h de exposición en cada tratamiento. Los organismos muertos se retiraron después de cada observación.

### *Consumo de oxígeno por megalopas, cangrejo I, II y III*

Para determinar el consumo de oxígeno de las megalopas y cangrejos se siguió el procedimiento establecido por Brown y Terwilleger (1999) utilizado en megalopas y cangrejos de *Cancer magister*. Se utilizaron cámaras de plástico cerradas de 0.1 l de capacidad. Se acondicionaron tres cámaras por tratamiento de salinidad (5, 15, 25 y 35 ‰), se colocaron de forma independiente 25 megalopas y 15 cangrejos por cámara, debido a que fue con estas densidades con las que se obtuvieron lecturas significativas en el consumo de oxígeno, que se determinó a su vez por la diferencia entre la concentración de oxígeno antes y después del sellado de las cámaras. Los organismos se mantuvieron en las cámaras durante ocho horas. El consumo de oxígeno se midió después del cerrado a la primera, tercera, quinta y octava hora, los valores a cada hora de medición fueron similares

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

por lo que se obtuvo su promedio. Las cámaras fueron aireadas con bombas para acuario a la segunda, cuarta, sexta y séptima horas. La concentración de oxígeno se midió con un oxímetro polarigráfico YSI 58 con precisión de  $\pm 0.01$  mg/l. La concentración de oxígeno fue corregida para cada tratamiento de salinidad y temperatura de estas. Se realizó la corrección de acuerdo a los valores obtenidos en tres cámaras control sin organismos. La temperatura fue mantenida a  $25 \pm 1$  °C con un termostato durante el periodo de tiempo en el que se realizó la medición del oxígeno colocando las cámaras inmersas en agua. Todas las mediciones fueron hechas con la luz del día. Después de los experimentos los animales fueron sacrificados y colocados en cápsulas de porcelana para ser secados en una estufa a 60 °C por un periodo de aproximadamente seis horas. Para obtener el peso seco de las megalopas se tomaron grupos de 100 y con este valor se determinó el peso de un animal.

### *Tasas de crecimiento*

Se midió el ancho del caparazón de las ecdisis obtenidas de cada tratamiento inmediatamente después de la muda con el fin de disminuir la manipulación de los cangrejos y que esto no afectará la sobrevivencia. Para medir a las megalopas se utilizó un ocular micrométrico y para medir a los estadios de cangrejo se utilizó un vernier con una precisión de 0.01 cm. Se evaluó la tasa de crecimiento en mm/día utilizando el criterio propuesto por Tagatz (1968) y Paul *et al.* (1983):

$$TC = \frac{AC_2 - AC_1}{D}$$

Donde TC es la tasa de crecimiento en mm/día;  $AC_2$  es el ancho del caparazón del estadio

de cangrejo después de la muda en mm;  $AC_1$  es el ancho del caparazón antes de la muda en mm; D es el periodo de tiempo en días transcurrido de un estadio de cangrejo al siguiente. Con los datos de la tasa de crecimiento entre dos estadios de cangrejo consecutivos se obtuvo el promedio de la tasa de crecimiento de cada estadio y su intervalo de confianza respectivo de la siguiente forma:

$$\overline{TC} \pm (t_{(1-\alpha/2)} ES_m)$$

Donde  $\overline{TC}$  es el promedio de la tasa de crecimiento determinada por especie y sexo;  $t_{(1-\alpha/2)}$  es el estadístico “t student” con n-1 grados de libertad y 0.05 de significancia y  $ES_m$  es el estándar de la media.

Se determinaron las relaciones entre los días de intermuda de cada estadio de cangrejo, el porcentaje de crecimiento y el incremento en mm por muda respecto al ancho del caparazón en intermuda. En todas las variables se relacionó el promedio por estadio de cangrejo.

El porcentaje de incremento por muda se obtuvo (Factor de crecimiento “FC”) (Paul *et al*, 1983) mediante la diferencia entre ancho del caparazón del estadio de cangrejo y el siguiente estadio de cangrejo mediante la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{AC_2 - AC_1}{AC_1} (100)$$

Donde FC es el factor de crecimiento en % ;  $AC_2$  es el ancho del caparazón del estadio de cangrejo después de la muda en mm;  $AC_1$  es el ancho del caparazón antes de la muda en mm. La sobrevivencia

se obtuvo por conteo directo a partir de la densidad de siembra de megalopas.

### *Relación peso-ancho del caparazón*

Con el fin de determinar el tipo de crecimiento presente en ambas especies de acuerdo a la relación peso-ancho del caparazón se realizó la medición en el ancho del caparazón con un calibrador vernier a 0.01 cm considerando el último par de espinas laterales. El peso se determinó con una balanza marca SARTORIUS modelo 1203 con precisión de 0.0001 g. Con los datos obtenidos se aplicó el modelo de Ricker, (1975):

$$P = a AC^b$$

Donde

P = peso (g)

a = ordenada al origen (factor de condición)

AC = ancho del caparazón en (mm)

b = tipo de crecimiento (Alometría)

### *Análisis estadístico*

Se aplicó la prueba de hipótesis de t student con el fin de determinar la significancia del coeficiente de correlación (Daniel, 1993) en las relaciones entre el periodo de intermuda y el incremento por muda de cada estadio respecto al el ancho del caparazón.

La comparación de las pendientes de regresión en la relación entre el ancho del caparazón y el tiempo de cultivo se realizó con análisis de covarianza (ANCOVA), tomando en cuenta

lo realizado por Álvarez *et al.*, (1995).

Se aplicó un ANOVA de tres factores con el fin de establecer las posibles diferencias significativas entre:

-Los datos de la sobrevivencia de acuerdo a la tolerancia salina en megalopas y previa transformación de los porcentajes al arcoseno.

Se aplicó un ANOVA de dos factores con el fin de establecer las posibles diferencias significativas entre:

-El consumo de oxígeno en megalopas, cangrejo uno, cangrejo dos y cangrejo tres.

-Las tasas de crecimiento, sobrevivencia, incremento por muda y periodo de intermuda de las jaibas a cada concentración de salinidad.

-El tiempo de crecimiento en cultivo que se necesita para alcanzar la talla comercial en cada concentración de salinidad.

En todos los casos para determinar las diferencias entre los tratamientos se aplico el estadístico de prueba de rango múltiple de Duncan (Zar, 1974).

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa SigmaStat para windows V. 2.0 Jandel Corporation 1992-1995 y Microsoft Excel 2000.

## RESULTADOS

### **TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE LAS MEGALOPAS DE *C. sapidus* Y *C. rathbunae*.**

Las megalopas de *C. rathbunae* presentaron el 100 % de sobrevivencia hasta las 12 h en las salinidades de 5 y 15 ‰. A las 24 h se presentó la primer disminución en el número de megalopas a salinidad de 5 y 15 ‰ con valores del 89 y 91 % respectivamente. El número de megalopas continuo disminuyendo hasta obtenerse el 62 % a 5 ‰ y el 73 % a 15 ‰ a las 96 h. En el tratamiento a salinidad de 25 ‰ el primer descenso en la sobrevivencia se presentó a las 12 h con el 93 %, para mantenerse sin cambio hasta las 96 h con el 80 %. A 35 ‰ la sobrevivencia disminuyó a las 24 h a 98 % manteniéndose este valor sin cambio hasta las 96 h (Fig 5).

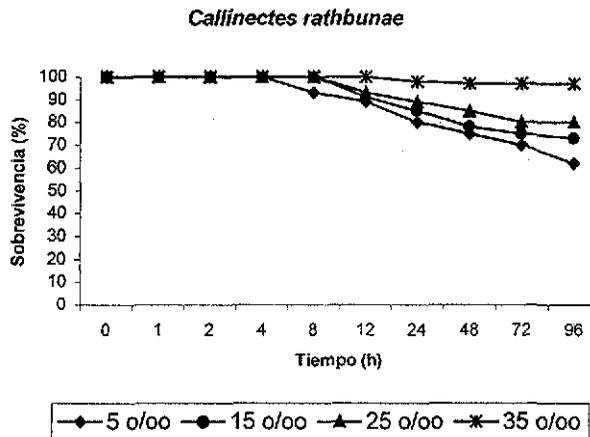


Fig. 5. Sobrevivencia de las megalopas de *C. rathbunae* sometidas a cuatro concentraciones de salinidad durante 96 horas.

Las megalopas de *C. sapidus* presentaron el 100 % de sobrevivencia hasta las 12 h a salinidad de 15, 25 y 35 ‰, mientras que a salinidad de 5 ‰ la sobrevivencia disminuyó al 93 %. Posteriormente, a las 24 h a salinidad de 5 y 15 ‰ los valores disminuyeron a 88 y 91 % y para las 96 h se obtuvieron 60 y 65 % de sobrevivencia respectivamente. A 25 ‰ la sobrevivencia disminuyó al 88 % a las 48 h y al 74 % a las 96 h. A 35 ‰ la sobrevivencia disminuyó a 94 % a las 78 h, manteniéndose sin cambio hasta las 96 h (Fig. 6).

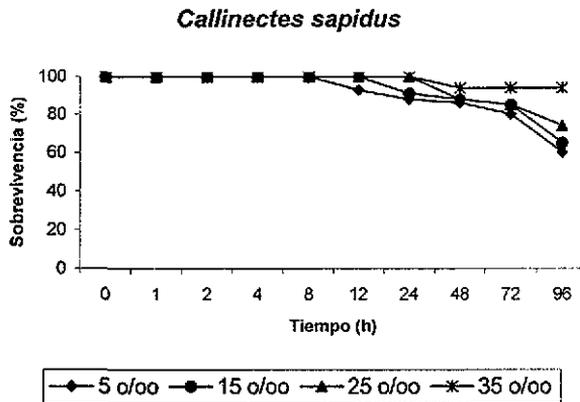


Fig. 6. Sobrevivencia de las megalopas de *C. sapidus* sometidas a cuatro concentraciones de salinidad durante 96 horas.

Para las megalopas de *C. rathbunae* se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de sobrevivencia a través del tiempo del experimento ( $p < 0.001$ ) así como entre las cuatro concentraciones de salinidad ( $p < 0.001$ ). Para *C. sapidus* también se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de sobrevivencia ( $p < 0.001$ ) y concentraciones de salinidad ( $p < 0.009$ ). Con el método de rango múltiple de Duncan se

determinaron las diferencias significativas entre 5 y 35 ‰ de salinidad en ambas especies ( $p < 0.05$ ).

Con el análisis de varianza de tres factores se encontraron diferencias significativas entre las especies ( $p < 0.002$ ) lo que establece mayor porcentaje de sobrevivencia de *C. rathbunae* respecto a *C. sapidus*. También se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de salinidad ( $p < 0.001$ ) y entre las horas de los tratamientos ( $p < 0.001$ ). Con la prueba de rango múltiple de Duncan las diferencias significativas en la sobrevivencia se determinaron entre todas las salinidades ( $p < 0.05$ ). Se evidenció diferencia significativa en la tolerancia de las dos especies ( $p < 0.05$ ) y entre los valores de sobrevivencia después de las ocho horas del experimento ( $p < 0.05$ ).

### **CONSUMO DE OXÍGENO POR LAS MEGALOPAS Y CANGREJO 1, 2 Y 3.**

Después de evaluar los valores en la concentración inicial y final de la concentración de oxígeno disuelto en las cámaras (Apéndice III) se calcularon los valores del consumo de oxígeno. Los valores más altos en el consumo de oxígeno en *C. rathbunae* se presentaron en el estadio de megalopa y cangrejo uno a salinidad de 5 y 15 ‰ con valores de  $0.310 \pm 0.062 \text{ mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PS}$  y  $0.171 \pm 0.046 \text{ mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PS}$  respectivamente. En los estadios de cangrejo dos y tres el consumo de oxígeno disminuyó y se registraron valores de  $0.106 \pm 0.011 \text{ mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PS}$  y  $0.105 \pm 0.004 \text{ mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PS}$ . Al comparar con el análisis de varianza los valores del consumo de oxígeno en las cuatro salinidades se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.045$ ) (Fig. 7).

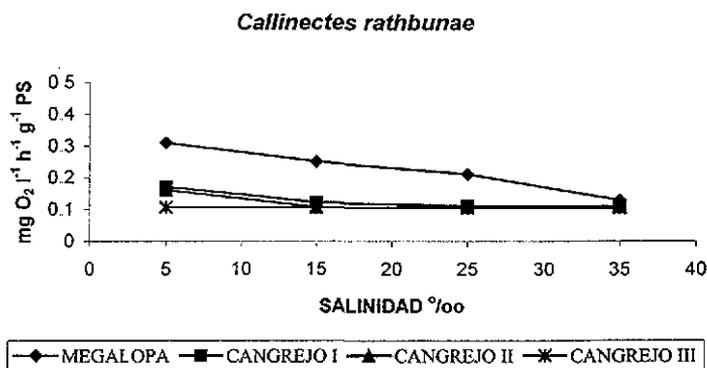


Fig. 7. Consumo de oxígeno de *Callinectes rathbunae* a cuatro salinidades distintas en cuatro estadios de desarrollo

Cuando se comparó el consumo de oxígeno entre los estadios de megalopa, cangrejo uno, cangrejo dos y cangrejo tres de *C. rathbunae* también se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.004$ ). Al aplicar la prueba de rango múltiple de Duncan las diferencias significativas se presentaron entre las salinidades de 5 y 35 ‰ ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, en la comparación entre los estadios se presentaron diferencias significativas entre la megalopa y el cangrejo dos y entre la megalopa y el cangrejo tres ( $p < 0.05$ ).

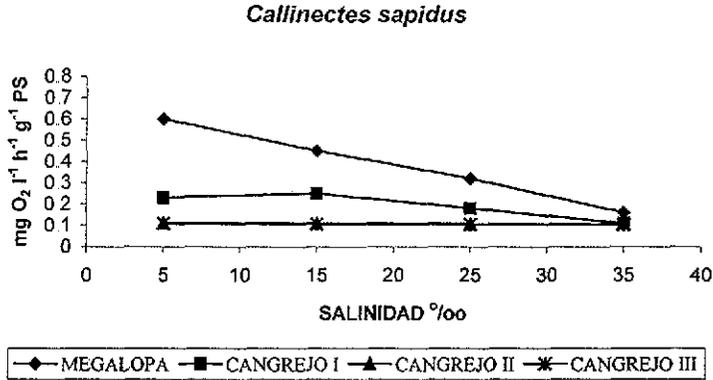


Fig. 8. Consumo de oxígeno de *Callinectes sapidus* a cuatro salinidades distintas en cuatro estadios de desarrollo

El consumo de oxígeno en *C. sapidus* fue también mayor en 5 ‰ de salinidad en los estadios de megalopa y cangrejo uno con  $0.612 \pm 0.064$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y  $0.354 \pm 0.039$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS respectivamente. El consumo de oxígeno en el cangrejo dos disminuyó a  $0.250 \pm 0.034$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS y en el cangrejo tres a  $0.106 \pm 0.011$  mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS (Fig. 8). Al comparar los valores en el consumo de oxígeno entre los estadios se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.004$ ), lo mismo que al comparar los valores entre las cuatro diferentes salinidades ( $p < 0.025$ ).

En *C. sapidus* se presentaron diferencias significativas entre la megalopa y los tres estadios de cangrejo, así como también se encontraron diferencias significativas entre el cangrejo uno respecto a los estadios de cangrejo dos y tres ( $p < 0.05$ ).

Al comparar el consumo de oxígeno entre los estadios de desarrollo de ambas especies se obtuvieron diferencias significativas entre las megalopas ( $p < 0.05$ ) y cangrejo uno ( $p < 0.05$ ). El consumo de oxígeno en el cangrejo dos no presentaron diferencias significativas (0.285). Asimismo, el consumo de oxígeno en el cangrejo tres no presentó diferencias significativas ( $p > 0.195$ ).

### ***SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE C. rathbunae Y C. sapidus EN EL CULTIVO A SALINIDAD DE 5 ‰.***

Se recolectaron un total de 1120 megalopas de *Callinectes spp* en junio de 1997. La mayor captura se realizó entre las 01:00 y 06:00 h en la boca de comunicación de la laguna Camaronera. Los parámetros registrados *in situ* fueron de  $20 \pm 1$  °C y 22 ‰ de salinidad. La sobrevivencia de las megalopas de *Callinectes* durante el transporte del sitio de colecta hacia el laboratorio fue del 90 %. Durante el período experimental de 460 días se obtuvieron 17 estadios de cangrejo hasta alcanzar la talla comercial de 110 mm para ambas especies en los machos y las hembras durante el desarrollo de las jaibas en el laboratorio a salinidad de 5 ‰.

Al comparar el número de individuos sobrevivientes por estadio no se encontraron diferencias significativas entre los machos y las hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus*, mientras que al realizar la comparación de ambas especies entre los machos por un lado y entre las hembras por el otro si se presentaron diferencias significativas en la sobrevivencia, siendo mayores los valores de *C. rathbunae* (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación con ANOVA del número de individuos sobrevivientes entre sexos de la misma especie y entre especies con una salinidad de 5 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	4.3203	p > 0.0552
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	3.9567	p > 0.0599
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	32.0469	p < 0.0000
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	24.6027	p < 0.0002

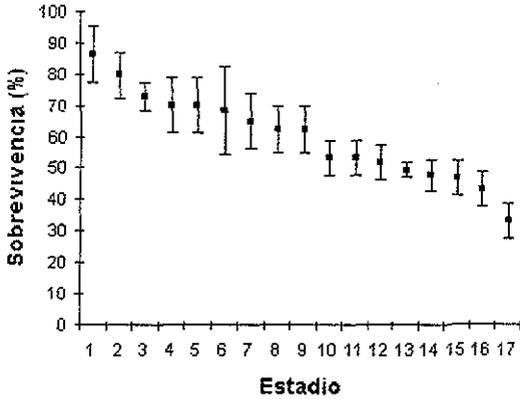
De acuerdo con Rabinovich (1982) la gráfica resultante en la relación entre la sobrevivencia y el estadio de cangrejo es de tipo II para machos y hembras de *C. rathbunae* y de tipo III para los machos y hembras de *C. sapidus*.

Se obtuvo que la sobrevivencia durante la transformación de megalopa a estadio de cangrejo uno en las hembras de *C. rathbunae* fue del 87 %. Se observó otra disminución importante de la sobrevivencia del estadio de cangrejo 16 al 17 del 43 % al 33 %. La sobrevivencia de la megalopa al estadio de cangrejo uno en los machos de *C. rathbunae* fue del 87 %. En los estadios de cangrejo uno al dos y del dos al tres también se registró una importante disminución de la sobrevivencia del 87 % al 79 % y del 79 % al 72 % respectivamente. Al final del experimento la sobrevivencia disminuyó nuevamente del estadio de cangrejo 16 al 17 con porcentaje del 44 % al 35 % (Fig. 9).

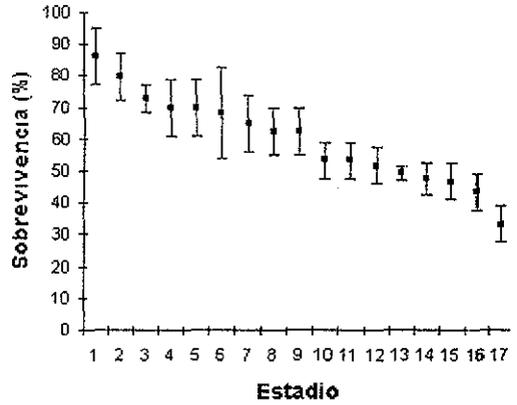
Para el caso de la megalopas de las hembras de *C. sapidus* se registró una sobrevivencia del 79 % durante la transformación a cangrejo uno. Se observó una disminución drástica del 79 % al 51 % en la sobrevivencia del estadio de cangrejo uno al estadio cinco. Otra

disminución de la sobrevivencia del 18 % al 7 % se observó del estadio de cangrejo 15 al 17. La sobrevivencia durante la transformación de megalopa a cangrejo uno en los machos de *C. sapidus* fue del 83 %, se observó que la sobrevivencia disminuye de manera constante del primero al noveno estadio de cangrejo con porcentaje del 83 % al 34 %. Del estadio de cangrejo 15 al 17 el porcentaje bajó del 18 % al 8 % (Fig 9)

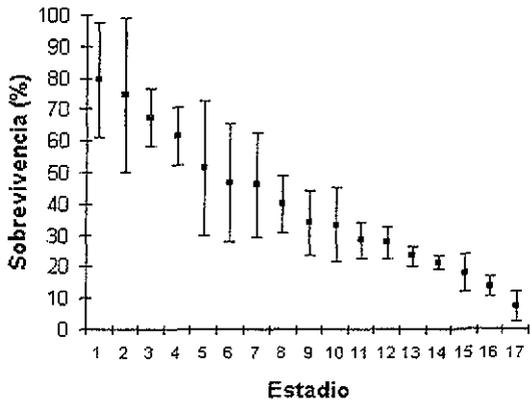
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

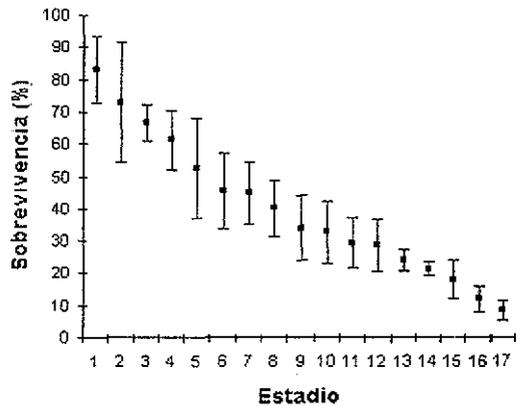


Fig 9 Relación de la sobrevivencia de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* expresada como el porcentaje de la muestra inicial total, respecto al estadio de cangrejo. Tratamiento a salinidad de 5 ‰

Al comparar los valores del período de intermuda no se presentaron diferencias significativas entre los machos y la hembras de *C. rathbunae*, sin embargo si se observaron diferencias entre los estadios de desarrollo (Tabla 2)

Tabla 2 Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. rathbunae* a salinidad de 5 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	0.3101	p < 0.5859
Estadios de desarrollo	12.6280	p > 0.0000

Para el período de intermuda se obtuvo que la duración del cambio de megalopa a cangrejo uno en las hembras de *C. rathbunae* fue de tres a cuatro días y la duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $3.33 \pm 1.18$  a  $13.67 \pm 9.14$  días en promedio para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo, incrementándose el tiempo de permanencia en cada estadio de  $14.33 \pm 1.18$  a  $40.0 \pm 1.93$  días del estadio 8 al 17. La duración del cambio de megalopa a cangrejo uno fue de dos a tres días en los machos de *C. rathbunae*. La duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $2.33 \pm 1.18$  a  $11.0 \pm 1.94$  días para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $16.67 \pm 5.58$  a  $42.33 \pm 4.03$  días del estadio ocho al 17 (Fig. 10).

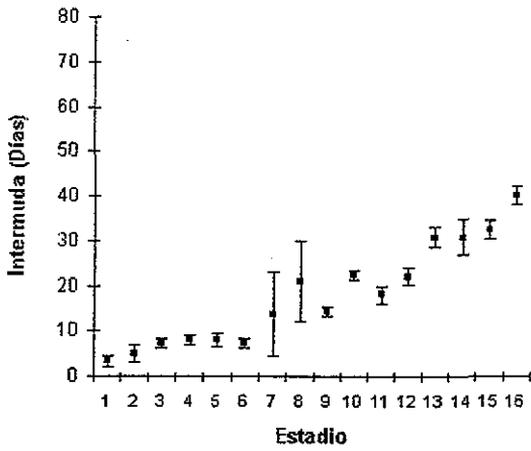
Al comparar los valores del período de intermuda no se presentaron diferencias significativas entre los machos y la hembras de *C. sapidus*, sin embargo si se presentaron diferencias entre estadios de desarrollo (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰

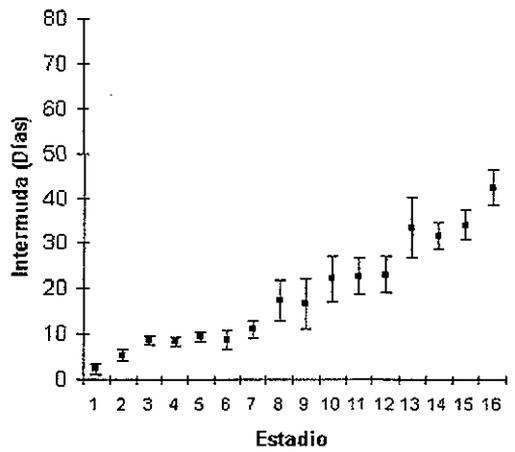
Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	2.3102	p < 0.1493
Estadios de desarrollo	129.3748	p > 0.0000

En *C. sapidus* la duración en el estadio de megalopa se incrementa ligeramente, lo mismo ocurrió con el tiempo de permanencia en cada estadio de cangrejo. En las hembras de *C. sapidus* la duración del estadio de megalopa en el laboratorio fue de cinco a seis días. El promedio de duración de los juveniles registró un intervalo de  $5.33 \pm 1.18$  a  $19 \pm 3.87$  días del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $22.33 \pm 2.96$  a  $55.66 \pm 4.92$  días del estadio 8 al 17. Para los machos de *C. sapidus* la duración del estadio de megalopa en el laboratorio fue de cinco a seis días. El promedio de duración de los juveniles fue de  $5.67 \pm 1.18$  a  $20.0 \pm 6.97$  días del estadio de cangrejo 1 al 7 y de  $22.33 \pm 2.96$  a  $61 \pm 8.87$  días del estadio ocho al 17 (Fig. 10).

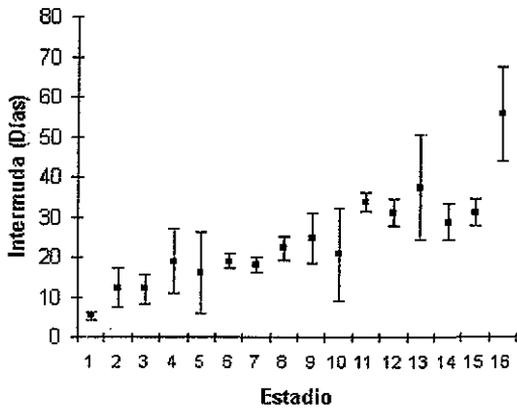
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

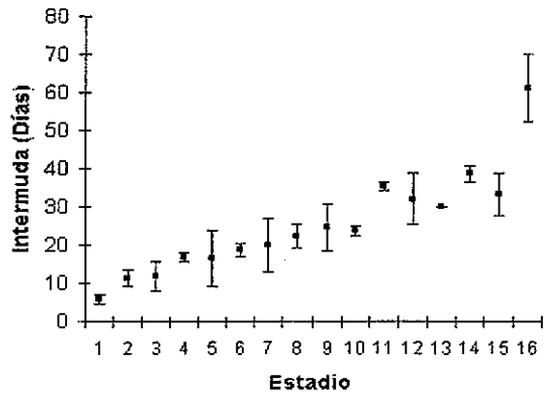


Fig. 10. Duración en intermuda de cada estadio de cangrejo de *C. rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰.

La relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda fue significativa para machos y hembras de ambas especies utilizando el modelo potencial (Tabla 4, Fig 11).

Tabla 4 Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 5 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

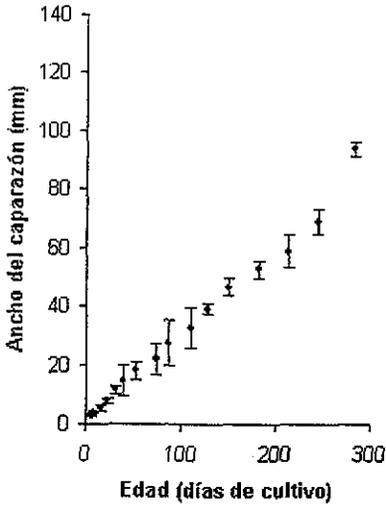
		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.5275	0.8883	17	0.9973	<0.001
	♂	0.5367	0.8831	17	0.9953	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.3145	0.9099	17	0.9763	<0.001
	♂	0.3170	0.9186	17	0.9803	<0.001

En la comparación de las pendientes obtenidas con la regresión entre las especies y entre machos y hembras de cada especie no se obtuvieron diferencias significativas (Tabla 5).

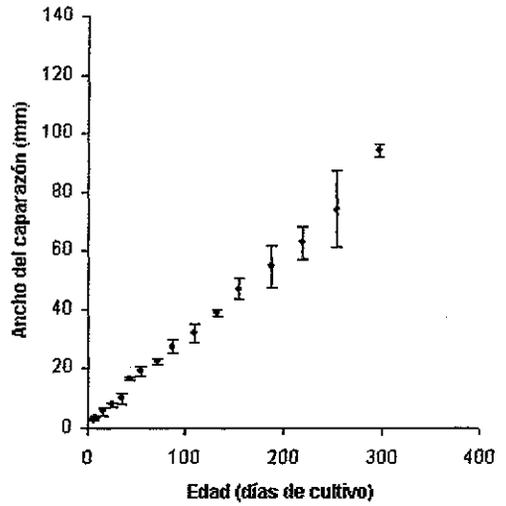
Tabla 5. Resultados del ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 5 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	F1,30 = 0.0105	p > 0.05
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	F1,30 = 0.0202	p > 0.05
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	F1,30 = 0.3064	p > 0.05
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	F1,30 = 0.2431	p > 0.05

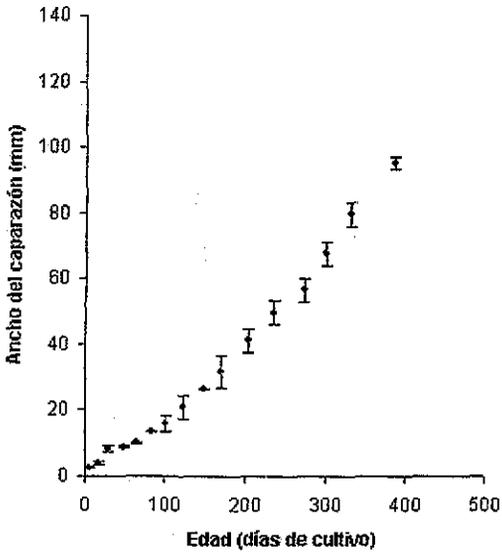
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

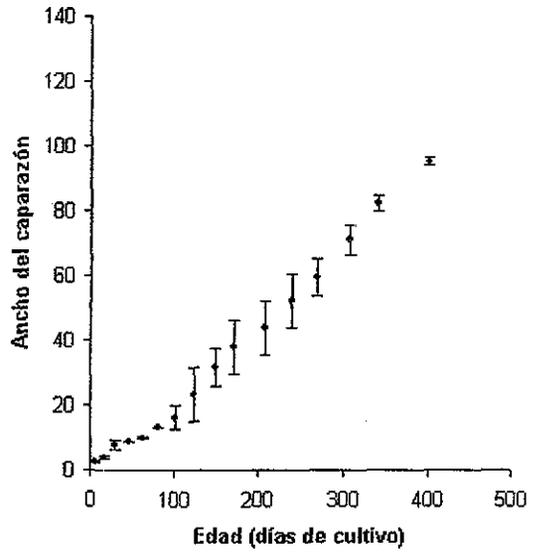


Fig. 11 Relación del ancho del caparazón en premuda (mm) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* respecto al tiempo de cultivo. Tratamiento a salinidad de 5%

Los valores de tasas de crecimiento obtenidas para machos y hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus* se presentan en la tabla 6. El promedio de la tasa de crecimiento de las hembras de *C. rathbunae* fue de  $0.298 \pm 0.0245$  mm/día, la tasa de crecimiento de los machos fue de  $0.295 \pm 0.0275$  mm/día. En *C. sapidus* las hembras presentaron una tasa de crecimiento de  $0.241 \pm 0.0226$  mm/día, mientras que los machos presentaron una tasa de crecimiento promedio de  $0.239 \pm 0.02$  mm/día.

Tabla 6. Tasas de crecimiento (mm/día) entre estadios de cangrejo con una concentración de salinidad de 5 ‰.

ESTADIO	<i>C. sapidus</i>		<i>C. rathbunae</i>	
	hembras	machos	hembras	machos
1-2	0.5472	0.5507	0.1123	0.1173
2-3	0.2010	0.1963	0.3442	0.3450
3-4	0.2875	0.2638	0.1474	0.1519
5-6	0.3688	0.2283	0.1612	0.1600
6-7	0.3229	0.4990	0.1789	0.1821
7-8	0.2487	0.2209	0.1500	0.1590
8-9	0.1940	0.1864	0.2239	0.3269
9-10	0.3786	0.2999	0.2161	0.3271
10-11	0.2351	0.2123	0.2583	0.2675
11-12	0.3611	0.2944	0.2861	0.1698
12-13	0.3357	0.3622	0.2700	0.2500
13-14	0.1957	0.2301	0.1875	0.2553
14-15	0.2038	0.2527	0.3849	0.2933
15-16	0.3093	0.3332	0.3871	0.3389
16-17	0.2799	0.2992	0.3001	0.2389

De acuerdo a los resultados sobre el factor de crecimiento entre cada estadio de cangrejo en las hembras de *C. rathbunae* el incremento por muda fue del 12.63 al 47.36 %, el mayor porcentaje evaluado correspondió al cambio del quinto al sexto estadio de cangrejo en los machos de esta especie el incremento en el ancho del caparazón por muda fue del 14.63 al 62.75 %, donde el mayor porcentaje correspondió al sexto estadio de cangrejo.

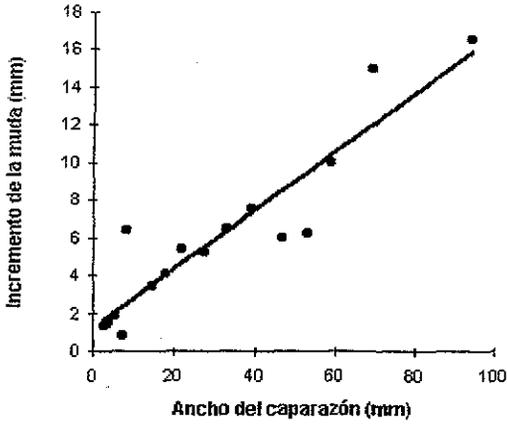
El incremento en el ancho del caparazón por muda para las hembras de *C. sapidus* registró un intervalo del 11.19 al 107.76 %, y el mayor porcentaje de crecimiento lo presentó el estadio de cangrejo III. El incremento en el ancho del caparazón por muda en los machos de *C. sapidus* fue de 11.19 a 90.51 %, el mayor porcentaje de crecimiento lo presentó el estadio de cangrejo III.

La relación entre el incremento por muda del ancho del caparazón y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 12) fue significativa para machos y hembras de ambas especies estableciéndose una relación directa y positiva entre estas variables, mediante la ecuación se puede predecir la talla que alcanzará un organismo determinado después de la ecdisis a la concentración de salinidad de 5 ‰ (Tabla 7).

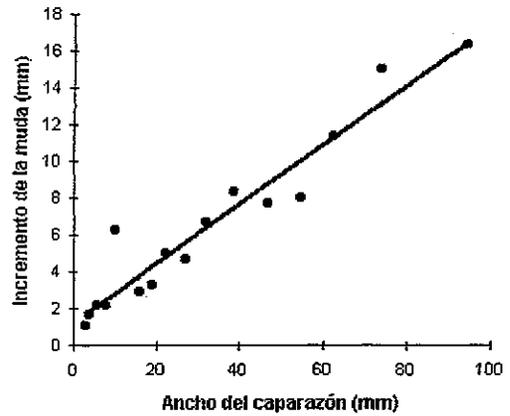
Tabla 7. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda a salinidad de 5 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	t	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.732	0.149	15	0.824	<0.0001
	♂	0.885	0.181	15	0.92	<0.0001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	1.322	0.167	15	0.958	<0.0001
	♂	1.681	0.149	15	0.936	<0.0001

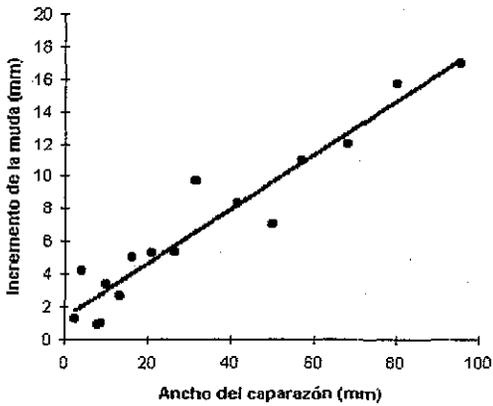
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

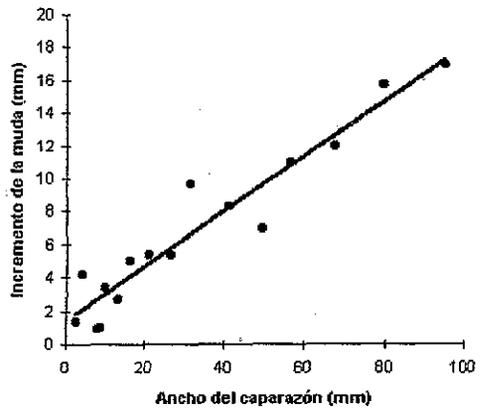


Fig 12 Relación del incremento por muda del caparazón (mm) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm) Tratamiento a salinidad de 5‰.

Al comparar las pendientes de los incrementos por muda respecto al ancho del caparazón no se encontraron diferencias significativas entre sexos y especies, lo que indica incrementos por muda proporcionales entre estos (Tabla 8)

Tabla 8. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 5 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.729	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.063	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,26</sub> = 1.551	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.440	p > 0.05

Las relaciones entre el período de intermuda (días) y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 13) fueron significativas para las dos especies y en la comparación entre los machos y las hembras por lo que a partir de esta relación es posible determinar el tiempo que debe transcurrir para que un cangrejo de una talla determinada alcance la talla comercial (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda con salinidad de 5 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	5.048	0.404	16	0.963	<0.001
	♂	4.815	0.424	16	0.977	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	11.734	0.375	16	0.898	<0.001
	♂	10.639	0.415	16	0.922	<0.001

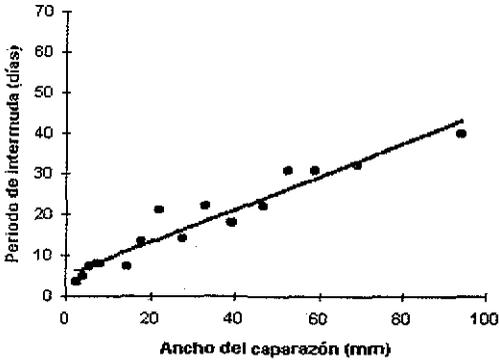
Al comparar las pendientes del período de intermuda respecto del ancho del caparazón no se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae*, asimismo, no se encontraron diferencias entre las hembras y los machos de las dos especies (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda con salinidad de 5 ‰.

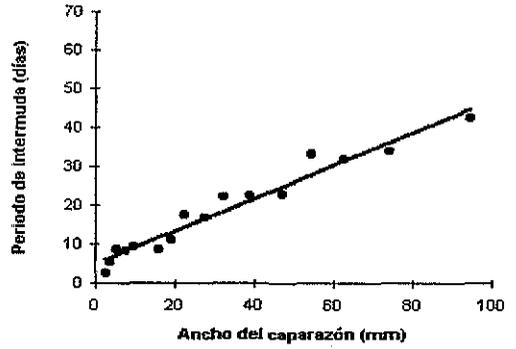
Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F1,28 = 0.323	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F1,28 = 0.227	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F1,28 = 0.224	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F1,28 = 0.224	p > 0.05

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

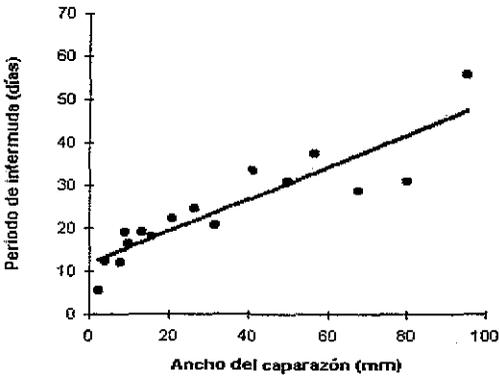
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

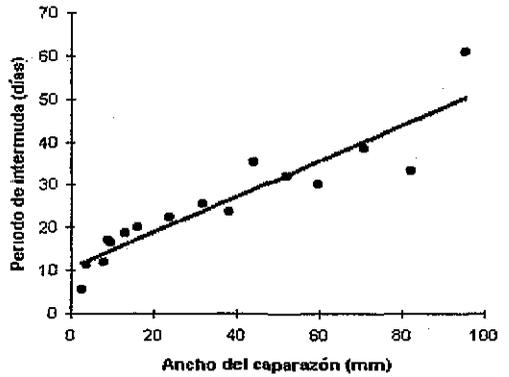


Fig. 13. Relación del periodo de intermuda (días) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm) Tratamiento a salinidad de 5 ‰.

***SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE C. rathbunae y C. sapidus EN EL CULTIVO A SALINIDAD DE 15 ‰.***

Durante el mes de septiembre de 1997 se recolectaron un total de 1605 megalopas de *Callinectes spp.* La mayor captura se registró a las 02:00 y 04:00 h. Los parámetros evaluados in situ fueron de  $27 \pm 2$  °C y  $22 \pm 12$  ‰ de salinidad. La sobrevivencia de las megalopas durante el transporte al laboratorio fue del 85 % Después de 337 días de cultivo obtuvieron 16 estadios de cangrejo en ambas especies.

Al comparar los valores del número de individuos sobrevivientes por estadio se presentaron diferencias significativas entre los machos y las hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus*, así como entre los machos y entre las hembras de ambas especies (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación con ANOVA del número de individuos sobrevivientes entre sexos de la misma especie y entre especies con una concentración de 15 ‰.

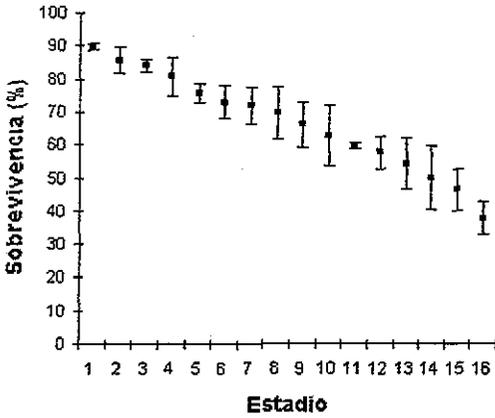
Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	41.9749	p < 0.0000
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	12.0286	p < 0.0034
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	14.1517	p < 0.0019
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	28.4948	p < 0.0001

La grafica obtenida entre la sobrevivencia y los estadios de cangrejo es de tipo II en machos y hembras de *C. rathbunae* y en los machos de *C. sapidus*. Por otro lado, las hembras de *C. sapidus* mostraron una curva de sobrevivencia de tipo III.

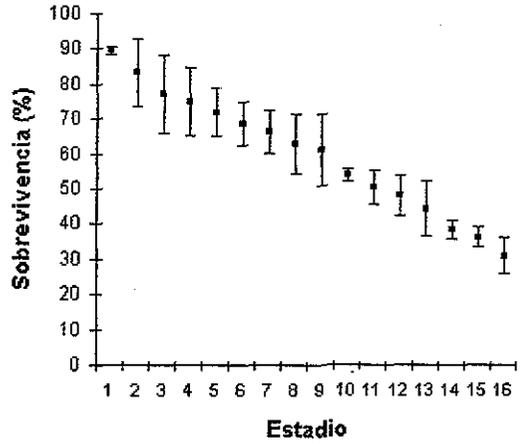
La sobrevivencia de las megalopas después de la transformación al estadio de cangrejo uno fue del 90 %. La sobrevivencia de las hembras de *C. rathbunae* durante el periodo de cultivo fue disminuyendo hasta llegar al 38 % en el estadio de cangrejo 16. Posteriormente la sobrevivencia disminuyó de manera constante hasta el estadio de cangrejo 15 y 16 donde se registró un decremento del 46 al 37 %. En el caso de los machos la sobrevivencia de las megalopas hacia el estadio de cangrejo uno fue de 90 %, en los siguientes estadios fue disminuyendo de manera constante hasta llegar al 31 % en el estadio 16 (Fig. 14).

Para el caso de las hembras de *C. sapidus* se registró una sobrevivencia del 79 % hacia el cangrejo uno. La principal disminución de la sobrevivencia se presentó del estadio uno al siete con valores del 79 % al 34 %, posteriormente este porcentaje disminuyó hasta el 26 % en el estadio de cangrejo 16. La sobrevivencia de las megalopas al estadio de cangrejo uno en los machos de *C. sapidus* fue del 87 %, el comportamiento de este factor es ligeramente diferente al de las hembras, ya que se observó una disminución constante durante todos los estadios de cangrejo hasta alcanzar una sobrevivencia del 28 % al estadio 16 (Fig. 14).

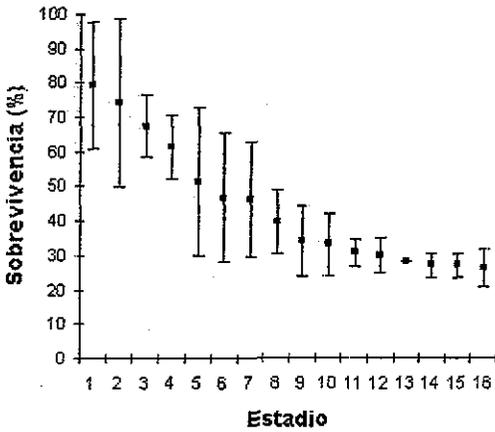
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

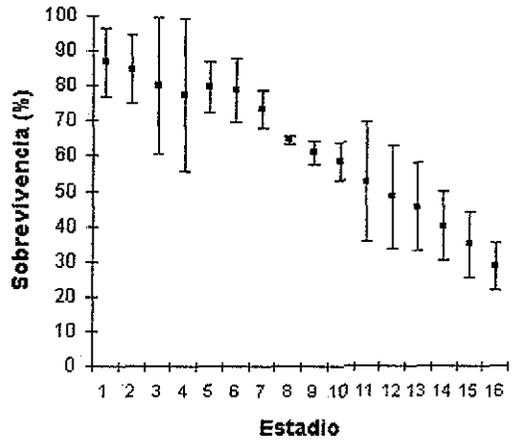


Fig. 14. Relación de la sobrevivencia de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* expresada como el porcentaje de la muestra inicial total, respecto al estadio de cangrejo. Tratamiento a salinidad de 15‰

Al comparar los valores del período de intermuda no se presentaron diferencias significativas entre los machos y la hembras de *C. rathbunae*, sin embargo, si presentaron diferencias significativas entre los estadios de desarrollo (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. rathbunae* a salinidad de 15 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	3.5135	p > 0.0805
Estadios de desarrollo	3.9366	p < 0.0059

En la hembras de *C. rathbunae* la duración del cambio de megalopa a cangrejo uno fue de tres a siete días. La duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $11 \pm 1.94$  días para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $10 \pm 3.87$  a  $33.67 \pm 2.62$  días del estadio ocho al 16. Para los machos la duración del cambio de megalopa a cangrejo uno fue de  $7.33 \pm 1.12$  días. La duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $7.33 \pm 1.12$  a  $21.33 \pm 1.12$  días para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $17.66 \pm 2.23$  a  $29.66 \pm 7.82$  días del estadio ocho al 16 (Fig. 15).

Al comparar los valores del período de intermuda no se presentaron diferencias significativas entre los machos y la hembras de *C. sapidus*, sin embargo si se presentaron diferencias entre estadios de desarrollo (Tabla 13).

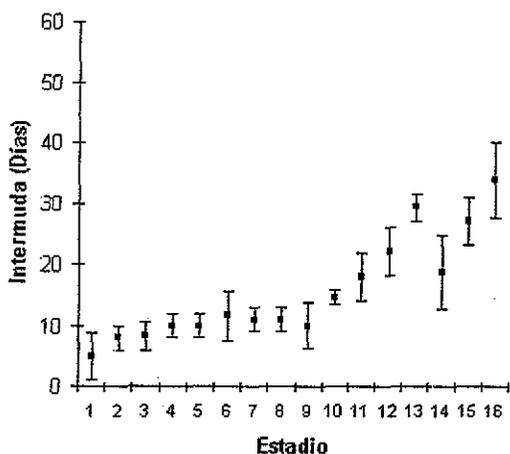
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 13. Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. sapidus* a salinidad de 15 ‰.

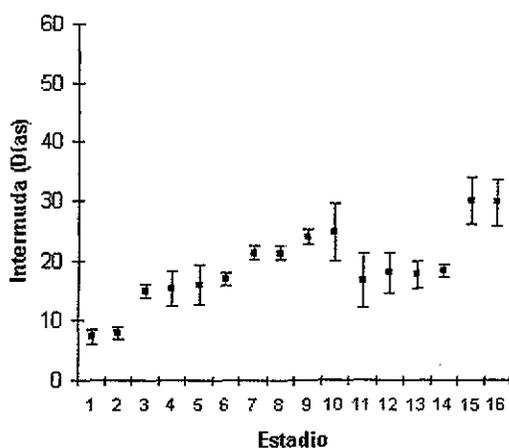
Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	0.3101	p > 0.5859
Estadios de desarrollo	12.6280	p < 0.0001

Las hembras de *C. sapidus* en el estadio de megalopa fue de  $6.66 \pm 2.95$  días. El promedio de duración de los juveniles registró un intervalo de  $6.66 \pm 2.95$  a  $22 \pm 5.12$  días del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $15.33 \pm 1.18$  a  $30.67 \pm 1.12$  días del estadio ocho al 16. La duración del estadio de megalopa de *C. sapidus* en el laboratorio fue de seis a ocho días. El promedio de duración de los juveniles fue de  $7 \pm 1.93$  a  $15.67 \pm 1.12$  días del estadio de cangrejo uno al siete y de  $15.67 \pm 5.91$  a  $44.33 \pm 7.82$  días del estadio ocho al 16 (Fig 15).

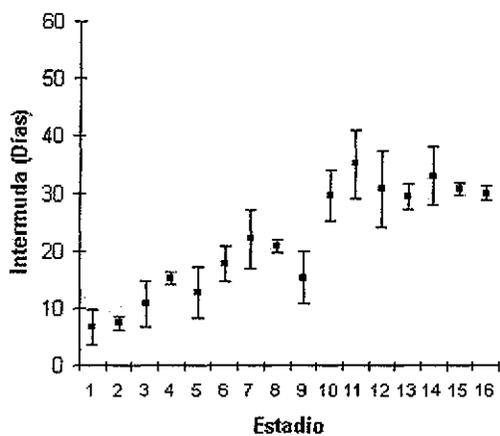
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

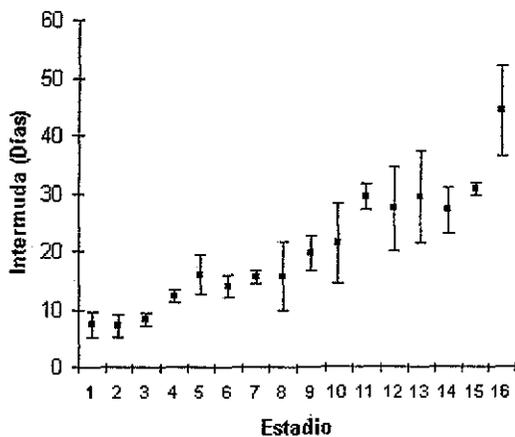


Fig. 15. Duración en intermuda de cada estadio de cangrejo de las hembras de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 15‰.

La relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 16) fue significativa para machos y hembras de ambas especies (Tabla 14)

Tabla 14. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 15 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

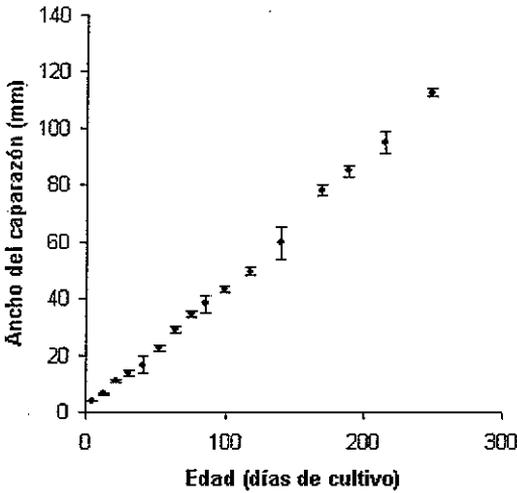
		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.6931	0.9041	16	0.9940	<0.001
	♂	0.4512	0.9334	16	0.9925	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.3712	0.9443	16	0.9791	<0.001
	♂	0.3672	0.9553	16	0.9830	<0.001

En la comparación de las pendientes obtenidas con la regresión entre los machos y las hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae*, así como entre los machos y entre las hembras de ambas especies no se observaron diferencias significativas (Tabla 15):

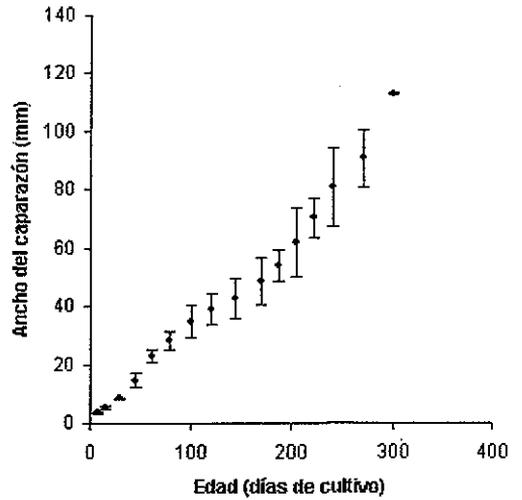
Tabla 15. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 15 ‰.

Comparación	F	P
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.210	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.380	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,28</sub> = 0.125	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.353	p > 0.05

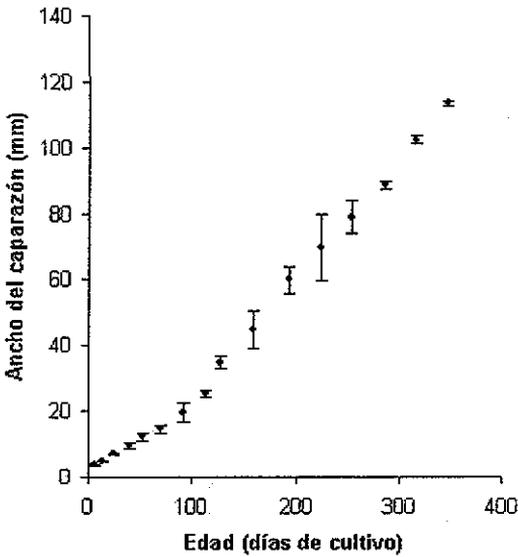
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

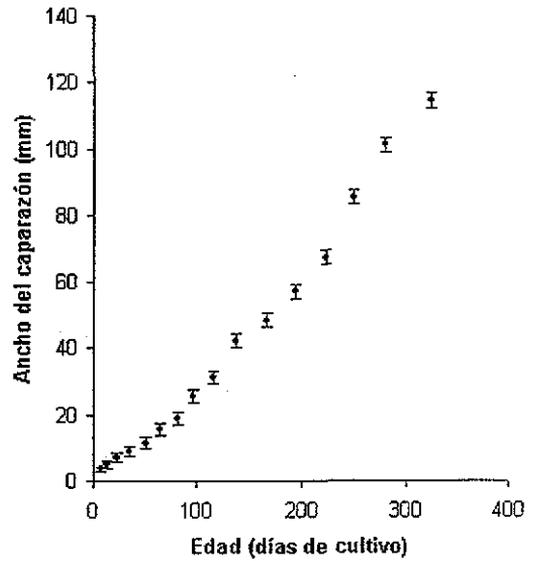


Fig 16. Relación del ancho del caparazón en premuda (mm) de *Callinectes rathbunae* hembra y *C. rathbunae* respectivo al tiempo de cultivo. Tratamiento a salinidad de 15 ‰.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los valores de tasas de crecimiento obtenidas para machos y hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus* se presentan en la tabla 16 para la salinidad de 15 ‰. El promedio de la tasa de crecimiento de las hembras de *C. rathbunae* fue de  $0.442 \pm 0.025$  mm/día. Para los machos de *C. rathbunae* la tasa de crecimiento fue de  $0.338 \pm 0.034$  mm/día. En *C. sapidus* las hembras presentaron una tasa de crecimiento de  $0.326 \pm 0.029$  mm/día, mientras que los machos presentaron una tasa de crecimiento promedio de  $0.345 \pm 0.037$  mm/día.

Tabla 16 Tasas de crecimiento (mm/día) entre estadios de cangrejo con una concentración de salinidad de 15 ‰.

ESTADIO	<i>C. sapidus</i>		<i>C. rathbunae</i>	
	hembras	machos	hembras	machos
1-2	0.3950	0.2338	0.2801	0.2900
2-3	0.5126	0.2167	0.2990	0.2401
3-4	0.3729	0.4153	0.2611	0.2622
5-6	0.3990	0.5210	0.2234	0.2544
6-7	0.5141	0.3135	0.2324	0.2876
7-8	0.6155	0.3126	0.2273	0.2030
8-9	0.4855	0.1875	0.2740	0.4295
9-10	0.3660	0.1529	0.6304	0.2965
10-11	0.3508	0.2432	0.3372	0.5155
11-12	0.3522	0.3199	0.4286	0.2046
12-13	0.4545	0.4444	0.3153	0.3172
13-14	0.6250	0.4714	0.3181	0.3521
14-15	0.3749	0.5641	0.2930	0.6667
15-16	0.3704	0.3333	0.4454	0.5111

El incremento en el ancho del caparazón por muda para las hembras de *C. rathbunae* fue del 11 % al 66 %, donde el mayor porcentaje correspondió al segundo y tercer estadios de cangrejo. El incremento en el ancho del caparazón por muda para los machos de *C. rathbunae* fue del 11.43 % al 76.71 %, donde el mayor porcentaje correspondió al cuarto estadio de cangrejo.

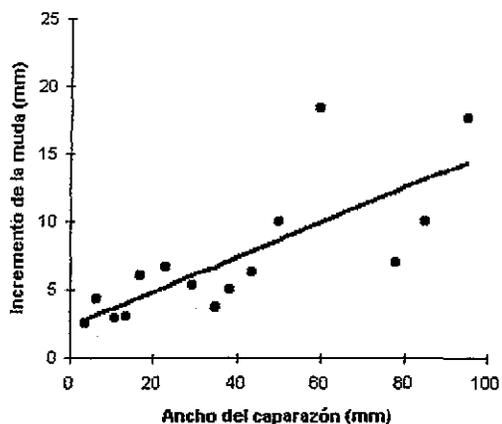
El incremento en el ancho del caparazón por muda para las hembras de *C. sapidus* fue de 11.07 % al 46.52 %, donde el mayor porcentaje de crecimiento lo presentó el estadio de cangrejo tres. El incremento en el ancho del caparazón por muda de los machos de esta especie fue de 13.20 % a 39.22 %, donde el mayor porcentaje lo presentó el estadio de cangrejo tres.

La relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 17) fueron significativas para machos y hembras de ambas especies (Tabla 17).

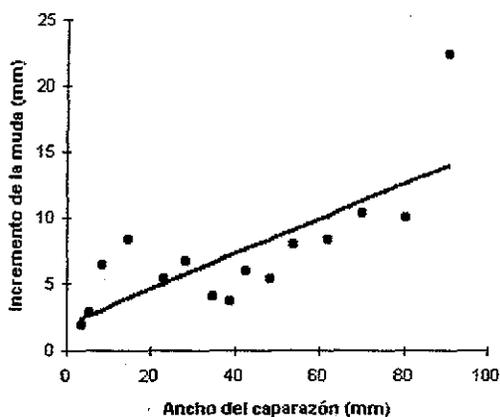
Tabla 17. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 15 ‰: a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	2.273	0.127	15	0.755	<0.001
	♂	1.934	0.133	15	0.748	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	3.211	0.107	15	0.796	<0.001
	♂	1.985	0.153	15	0.887	<0.001

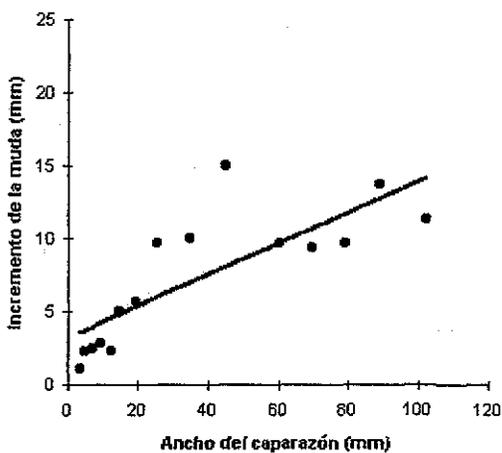
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

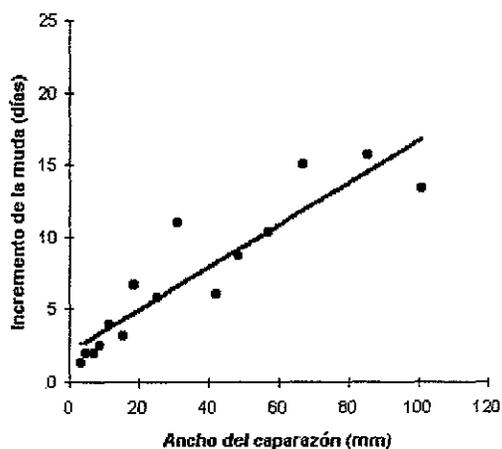


Fig. 17. Relación del incremento por muda (mm) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm). Tratamiento a salinidad de 15 ‰.

Al comparar las pendientes de los incrementos por muda no se encontraron diferencias significativas entre sexos y especies (Tabla 18).

Tabla 18. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 15 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 2.402	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.013	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,26</sub> = 0.286	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.019	p > 0.05

Las relaciones entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda (Fig. 18) fue significativo para las dos especies y tanto para machos y como para hembras (Tabla 19).

Tabla 19. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda con salinidad de 15 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad

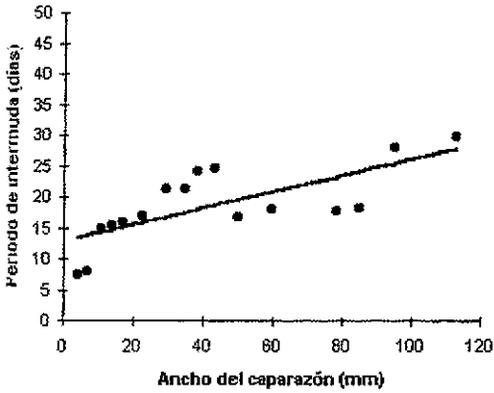
	a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i> ♀	5.157	0.237	16	0.942	<0.001
♂	11.849	0.154	16	0.775	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i> ♀	12.22	0.2189	16	0.851	<0.001
♂	13.081	0.233	16	0.663	<0.001

Al comparar las pendientes del período de intermuda no se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras de *C. sapidus* y de *C. rathbunae*, asimismo, no se encontraron diferencias entre las hembras de las dos especies (Tabla 20).

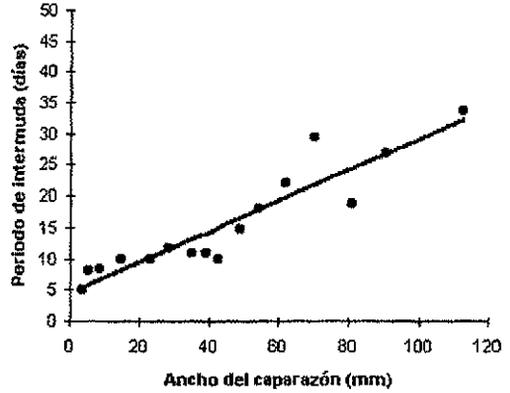
Tabla 20. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el periodo de internuda (días) y el tamaño del caparazón en internuda con salinidad de 15 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.091	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 4.431	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,28</sub> = 2.881	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.168	p > 0.05

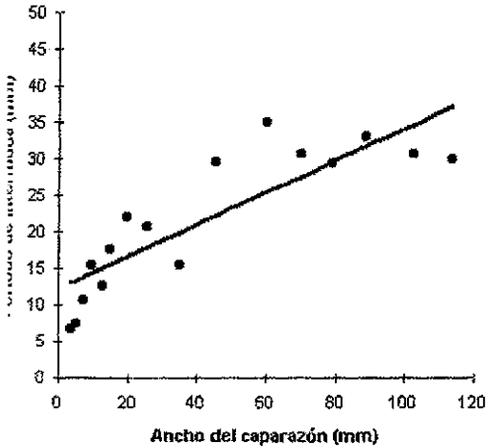
*Callinectes rathbunae* ♀



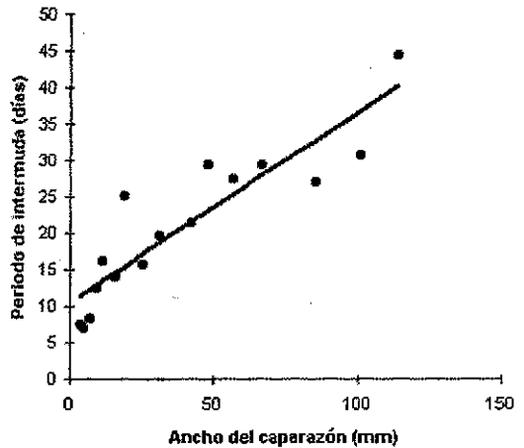
*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂



18. Relación del período de intermuda (días) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm) Tratamiento a salinidad de 15‰

***SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE C. rathbunae Y C. sapidus EN EL CULTIVO A SALINIDAD DE 25 ‰***

Se recolectaron un total de 820 megalopas de *Callinectes spp* en abril de 1997, entre las 02:00 y 04:00. Los parámetros registrados *in situ* fueron de  $29 \pm 1$  °C y 35 ‰ de salinidad. La sobrevivencia durante el transporte al laboratorio fue del 75 %. Después de 564 días de cultivo obtuvieron 17 estadios de cangrejo en ambas especies.

Al comparar las sobrevivencias por estadio entre los machos y las hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus*, así como entre los machos y entre las hembras de ambas especies en todos los casos se presentaron diferencias significativas (Tabla 21).

Tabla 21. Comparación con ANOVA del número de individuos sobrevivientes entre sexos de la misma especie y entre especies con una concentración de 25 ‰

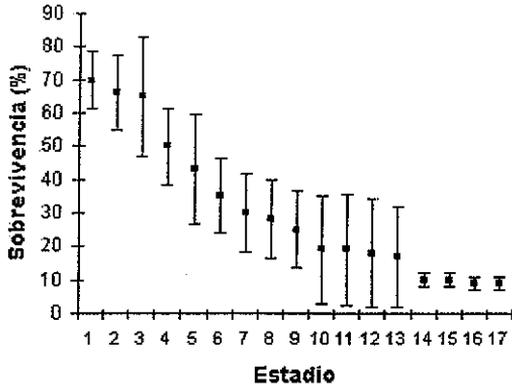
Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	85.0036	p < 0.0000
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	21.0938	p < 0.0004
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	16.8278	p < 0.0009
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	9.7219	p < 0.0071

Las curvas de sobrevivencia obtenidas mostraron que las hembras de *C. rathbunae* presentaron una curva de tipo III y los machos de tipo II. En *C. sapidus* la curva de sobrevivencia en las hembras fue de tipo II, mientras que los machos presentaron una curva de tipo I.

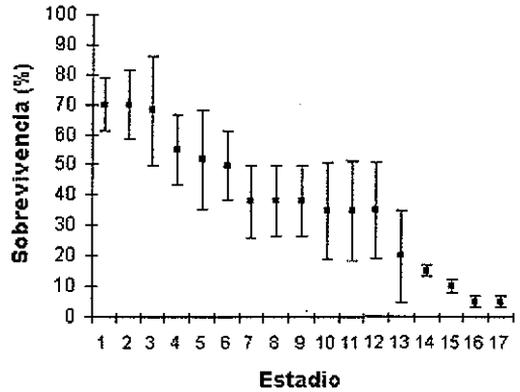
La sobrevivencia de las megalopas a cangrejo uno de las hembras de *C. rathbunae* fue del 70 %, la mortalidad es elevada del estadio de cangrejo uno al estadio de cangrejo 10 por lo que la sobrevivencia disminuyó del 70 % al 19 %, este valor se mantiene con poca variación hasta el estadio de cangrejo 13. Del estadio de cangrejo 14 al 17 la sobrevivencia bajó del 17 % al 9 %. La sobrevivencia de la megalopa al cangrejo uno en los machos de *C. rathbunae* fue del 70 %, de la misma forma que las hembras se presenta una disminución drástica del estadio de cangrejo uno al cangrejo 17 con valores el 70 % al 38 %, para mantenerse aproximadamente en este valor hasta el cangrejo 13 con el 35 % y disminuir hasta 5 % en el cangrejo 17. (Fig. 19)

Para el caso de las hembras de *C. sapidus* se registró una sobrevivencia del 81 % durante el paso de la megalopa a cangrejo uno, se observa una alta disminución en la sobrevivencia del estadio de cangrejo uno con el 81 % al estadio de cangrejo siete con el 40 %, asimismo, se observó ligera variación a partir de este estadio hasta el estadio 14 donde se registró una sobrevivencia del 30 %, para posteriormente bajar hasta el 18 % en el estadio 16. La sobrevivencia de la megalopa al cangrejo uno para los machos de *C. sapidus* fue del 89 % se observó un decremento de este factor hasta el 60 % al estadio de cangrejo seis. A partir de este estadio hay una disminución constante hasta el 46 % al estadio 16 de cangrejo (Fig. 19).

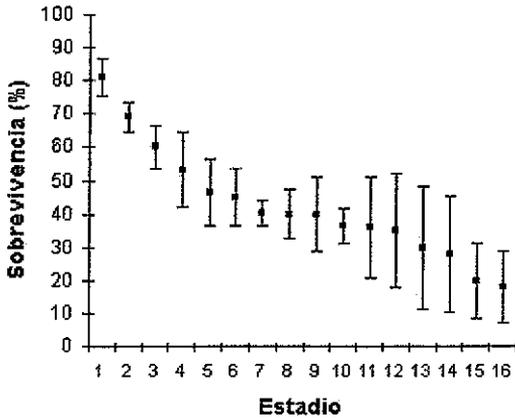
*Callinectes rathbunae* ♀



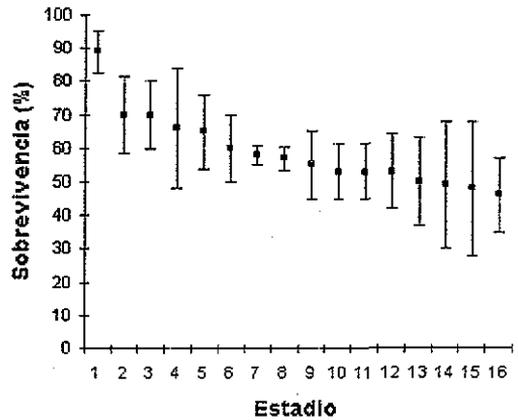
*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂



g. 19. Relación de la sobrevivencia de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* expresada como el porcentaje de la muestra inicial total, respecto al estadio de cangrejo. Tratamiento a salinidad de 25 ‰.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al comparar los valores del periodo de intermuda se presentaron diferencias significativas entre los machos y las hembras de *C. rathbunae*, así como también entre los estadios de desarrollo (Tabla 22).

Tabla 22. Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. rathbunae* a salinidad de 25 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	8.4976	p < 0.0107
Estadios de desarrollo	51.1963	p < 0.0000

En las hembras de *C. rathbunae* la duración del cambio de megalopa a cangrejo uno no presentó variación (tres días). La duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $3$  a  $21.3 \pm 1.81$  días para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $14.3 \pm 1.2$  a  $52.7 \pm 13.17$  días del estadio ocho al 17. En los machos la duración del cambio de megalopa a cangrejo I fue de dos a tres días. La duración de la intermuda entre los juveniles registró un intervalo de  $2.82 \pm 0.56$  a  $23.67 \pm 4.46$  días para el intervalo del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $28.33 \pm 14.78$  a  $52.67 \pm 13.17$  días del estadio ocho al 17 (Fig. 20).

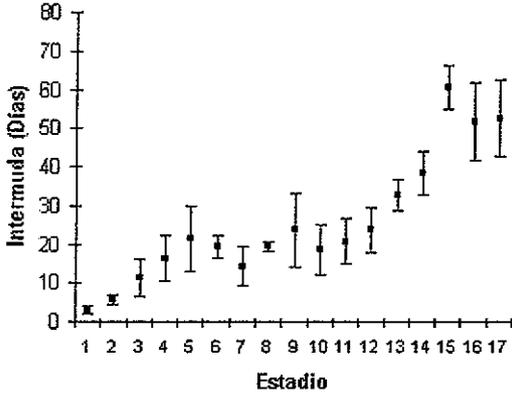
Al comparar los valores del periodo de intermuda no se presentaron diferencias significativas entre los machos y las hembras de *C. sapidus*, sin embargo si se presentaron diferencias entre estadios de desarrollo (Tabla 23).

Tabla 23. Comparación de los valores del periodo de intermuda entre estadios de cangrejo con ANOVA de dos factores para *C. sapidus* a salinidad de 25 ‰.

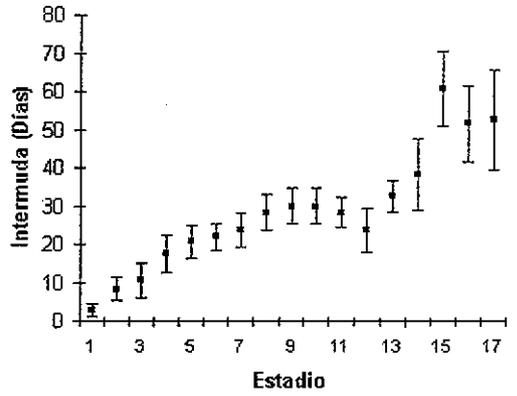
Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	0.4516	p > 0.5118
Estadios de desarrollo	5.3785	p < 0.0012

En los machos de *C. sapidus* la duración del estadio de megalopa de las hembras no presentó variación en el tiempo al mudar a cangrejo uno (tres días). El promedio de duración de los juveniles registró un intervalo de 3 a  $13.33 \pm 4.03$  días del primero al séptimo estadio de cangrejo y de  $14 \pm 5.12$  a  $32 \pm 19.06$  días del estadio ocho al 16. En los machos la duración del estadio de megalopa en el laboratorio fue de tres a cuatro días. El promedio de duración de los juveniles fue de  $3.33 \pm 1.11$  a  $17.33 \pm 2.95$  días del estadio de cangrejo uno al siete y de  $13.67 \pm 2.95$  a  $45 \pm 9.68$  días del estadio ocho al 16 (Fig. 20).

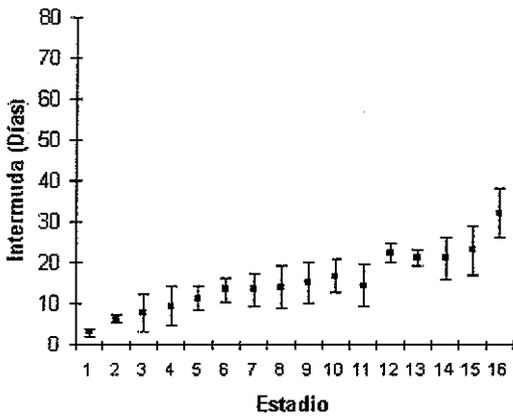
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

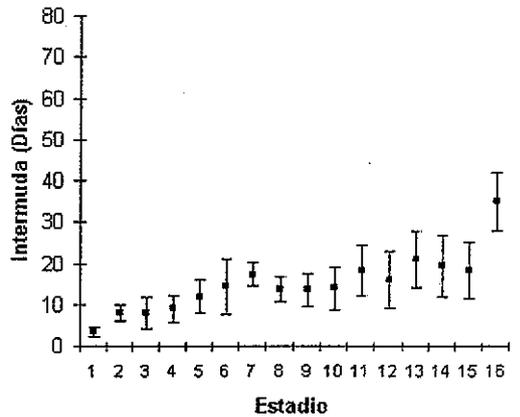


Fig 20 Duración en intermuda de cada estadio de cangrejo de *C. rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 25 ‰

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 21) fue significativa para machos y hembras de ambas especies (Tabla 24).

Tabla 24. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.5203	0.8160	16	0.9560	<0.001
	♂	0.5972	0.7532	16	0.9543	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.4883	0.9224	16	0.9690	<0.001
	♂	0.4807	0.9213	16	0.9743	<0.001

En la comparación de las pendientes obtenidas con la regresión entre los machos y las hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae* y entre los machos y entre las hembras de ambas especies no se observaron diferencias significativas (Tabla 25)

Tabla 25. Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el periodo de cultivo y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F1,28 = 0.0001	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F1,28 = 0.4641	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F1,28 = 3.4278	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F1,28 = 1.2192	p > 0.05

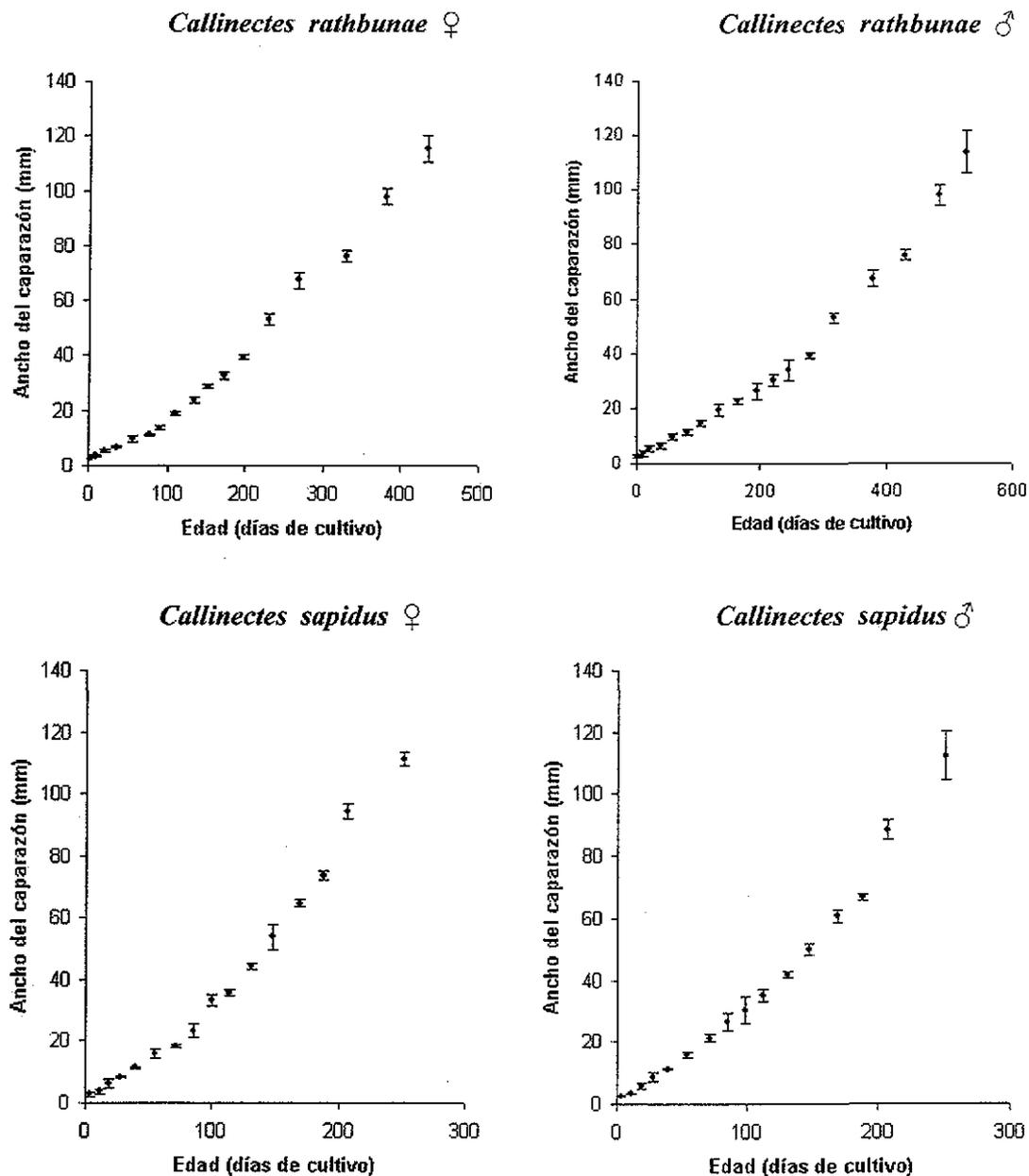


Fig. 21 Relación del ancho del caparazón en premuda (mm) de *Callinectes rathbunae* y *C. rathbunae* respecto al tiempo de cultivo. Tratamiento a salinidad de 25 ‰.

Los valores de tasas de crecimiento obtenidas para machos y hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus* se presentan en la tabla 26. El promedio para la tasa de crecimiento de las hembras de *C. rathbunae* fue de  $0.231 \pm 0.020$  mm/día. Para los machos de *C. rathbunae* la tasa de crecimiento fue de  $0.195 \pm 0.074$  mm/día. En *C. sapidus* las hembras presentaron una tasa de crecimiento de  $0.438 \pm 0.025$  mm/día, mientras que los machos presentaron una tasa de crecimiento promedio de  $0.378 \pm 0.022$  mm/día.

Tabla 26. Tasas de crecimiento (mm/día) entre estadios de cangrejo con una concentración de salinidad de 25 ‰.

ESTADIO	<i>C. sapidus</i>		<i>C. rathbunae</i>	
	hembras	machos	hembras	machos
1-2	0.1693	0.1607	0.3188	0.3056
2-3	0.1562	0.1557	0.3150	0.3938
3-4	0.1857	0.1566	0.2356	0.3378
5-6	0.1312	0.1616	0.4517	0.3875
6-7	0.1807	0.1755	0.4138	0.3438
7-8	0.1793	0.1412	0.4327	0.3076
8-9	0.2777	0.2644	0.4804	0.3658
9-10	0.1915	0.1713	0.5079	0.2833
10-11	0.2769	0.1520	0.4907	0.3429
11-12	0.1853	0.1412	0.4722	0.3582
12-13	0.2916	0.2550	0.5838	0.5269
13-14	0.3215	0.1653	0.4298	0.5081
14-15	0.3739	0.3592	0.4723	0.3052
15-16	0.3130	0.2645	0.5251	0.5182

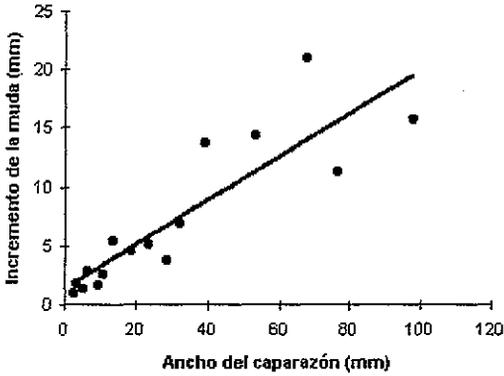
El incremento en el ancho del caparazón por muda para las hembras de *C. rathbunae* fue del 13.94 % al 50.19 %, donde el mayor porcentaje correspondió al tercer estadio de cangrejo. El incremento en el ancho del caparazón por muda para los machos fue del 12.09 al 52.63 %, donde el mayor porcentaje correspondió al quinto estadio de cangrejo.

El incremento en el ancho del caparazón por muda para las hembras de *C. sapidus* fue del 8.08 al 68.72 % y el mayor porcentaje de crecimiento lo presentó el estadio de cangrejo tres. El incremento en el ancho del caparazón por muda de los machos fue de 9.72 a 68.25 % y el mayor porcentaje de crecimiento lo presentó el estadio de cangrejo tres. En la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda (Fig. 22) fueron significativas para machos y hembras de ambas especies (Tabla 27).

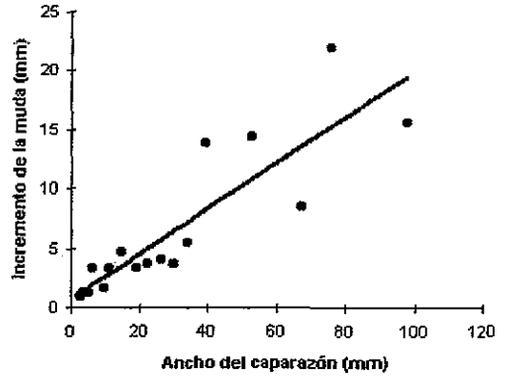
Tabla 27. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	-0.389	0.289	15	0.955	<0.001
	♂	0.682	0.289	15	0.867	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	1.121	0.187	15	0.897	<0.001
	♂	0.134	0.23	15	0.878	<0.001

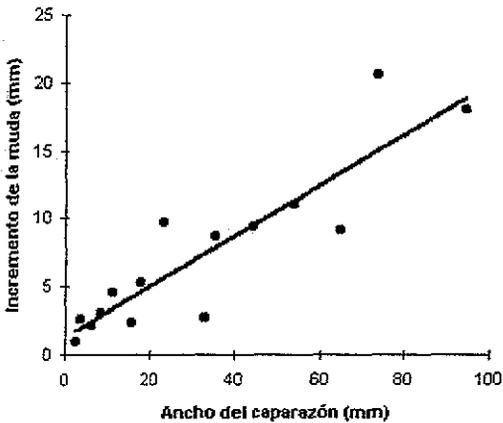
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

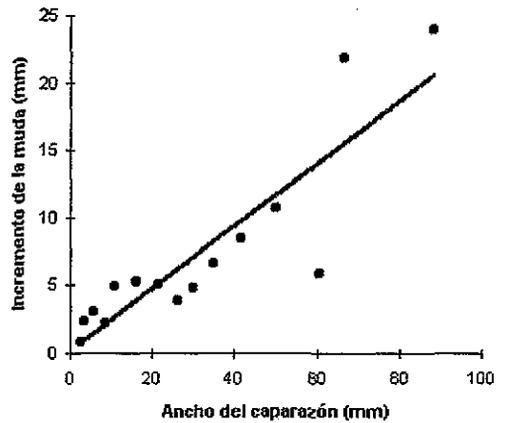


Fig 22 Relación del incremento por muda (mm) de *Callinectes rathbunae* y *C. rathbunae* respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm). Tratamiento a salinidad de 25 ‰.

Al comparar las pendientes de los incrementos por muda no se encontraron diferencias significativas entre sexos y especies (Tabla 28).

Tabla 28 Resultados de ANCOVA al comparar las pendientes de la relación entre el incremento por muda y el tamaño del ancho del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.456	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 1.071	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,26</sub> = 3.445	p > 0.05
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,26</sub> = 0.010	p > 0.05

Las relaciones entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda (Fig. 23) fueron significativas para las dos especies y tanto en las comparaciones entre los machos y entre las hembras (Tabla 29)

Tabla 29. Valores de las constantes obtenidas de la relación entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰. a: ordenada al origen, b: pendiente, n: número de estadios de cangrejo, p: probabilidad.

		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	-9.669	0.434	16	0.947	<0.001
	♂	15.01	0.405	16	0.866	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	8.461	0.165	16	0.898	<0.001
	♂	6.743	0.247	16	0.869	<0.001

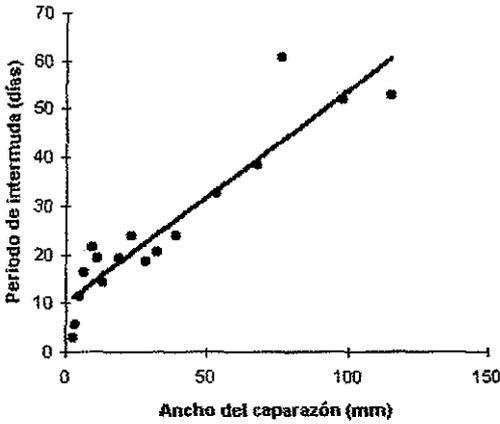
Al comparar las pendientes del período de intermuda no se encontraron diferencias significativas entre machos y las hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae*, asimismo, no se encontraron diferencias entre las hembras de las dos especies. Sin embargo, si se

presentaron diferencias entre los machos de ambas especies (Tabla 30).

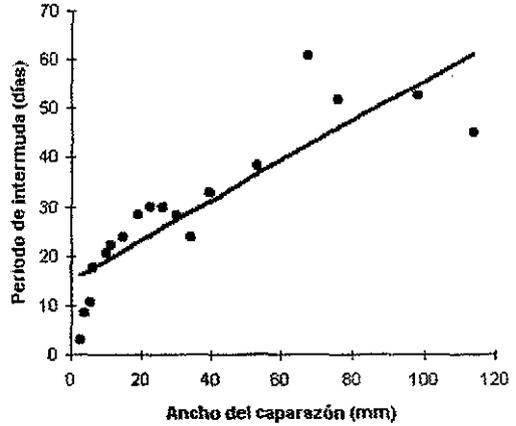
Tabla 30 Resultados de ANOVA al comparar las pendientes de la relación entre el período de intermuda (días) y el tamaño del caparazón en intermuda con salinidad de 25 ‰.

Comparación	F	p
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. sapidus</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 1.936	p > 0.05
<i>C. rathbunae</i> macho- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 0.074	p < 0.005
<i>C. sapidus</i> macho- <i>C. rathbunae</i> macho	F <sub>1,28</sub> = 9.044	p < 0.005
<i>C. sapidus</i> hembra- <i>C. rathbunae</i> hembra	F <sub>1,28</sub> = 3.385	p < 0.005

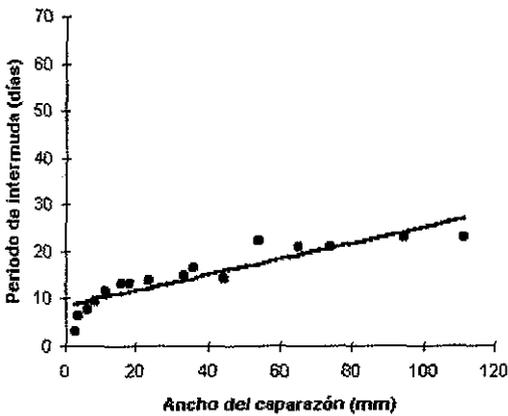
*Callinectes rathbunae* ♀



*Callinectes rathbunae* ♂



*Callinectes sapidus* ♀



*Callinectes sapidus* ♂

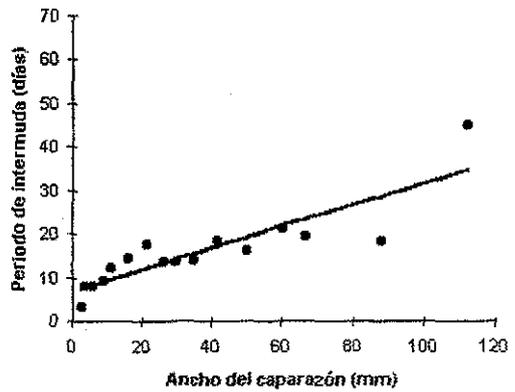


Fig. 23. Relación del periodo de intermuda (días) de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* macho respecto al ancho del caparazón en intermuda (mm) Tratamiento a salinidad de 25‰.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**COMPARACION DE LOS RESULTADOS PARA EL CULTIVO EN TRES  
DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD**

**SOBREVIVENCIA**

Al aplicar el análisis de varianza a los datos del número de sobrevivientes en cada estadio para las tres concentraciones de salinidad se presentaron diferencias significativas en las hembras y los machos de *C. rathbunae* y *C. sapidus* (Tabla 31 ).

Tabla 31. Resultados del ANOVA al comparar los valores del número de sobrevivientes por estadio de *C. rathbunae* y *C. sapidus* cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

Especie	Sexo	F	p
<i>C. rathbunae</i>	Hembra	185.4663	p < 0.0000
	Macho	85.2329	p < 0.0000
<i>C. sapidus</i>	Hembra	17.3471	p < 0.0000
	Macho	39.9540	p < 0.0000

Con la prueba de Duncan se obtuvo que las hembras de *C. rathbunae* presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos de salinidad ( $p < 0.05$ ). Para los machos las diferencias se presentaron entre 5 y 15 ‰ y entre 5 y 25 ‰ ( $p < 0.05$ ). La sobrevivencia de los machos y las hembras de *C. sapidus* presentaron diferencias significativas entre 5 y 15 ‰ así como para 5 y 25 ‰ ( $p < 0.05$ ).

Se obtuvo que la salinidad afectó la sobrevivencia en hembras y machos de *C. rathbunae* y *C. sapidus*. En 5 ‰ fue mayor la sobrevivencia de *C. rathbunae* mientras que *C. sapidus* presentó mayor sobrevivencia en 25 ‰.

*TASA DE CRECIMIENTO*

*Callinectes sapidus* presentó el mayor valor de las tasas de crecimiento a salinidad de 25 ‰ con 0.438 mm/día y 0.378 mm/día para machos y hembras respectivamente. *C. rathbunae* presentó la mayor tasa de crecimiento a los 15 ‰ con 0.442 mm/día y 0.338 mm/día para machos y hembras respectivamente (Tabla 32).

Al aplicar la prueba de Duncan las tasas de crecimiento entre los tratamientos en ambas especies se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla 32. Promedio de las tasas de crecimiento de *C. sapidus* y *C. rathbunae* con tres tratamientos de salinidad

Especie	Sexo	SALINIDAD		
		5 ‰	15 ‰	25 ‰
<i>C. rathbunae</i>	Hembra	0.298 ± 0.0245	0.442 ± 0.0253	0.231 ± 0.0201
	Macho	0.295 ± 0.0275	0.338 ± 0.0342	0.195 ± 0.0174
<i>C. sapidus</i>	Hembra	0.241 ± 0.0226	0.326 ± 0.0294	0.438 ± 0.0248
	Macho	0.239 ± 0.0200	0.345 ± 0.0365	0.378 ± 0.022

Al aplicar el análisis de varianza entre las tasas de crecimiento para las tres concentraciones de salinidad se observó que tanto las hembras como los machos de ambas especies se presentaron diferencias significativas (Tabla 33)

Tabla 33. Resultados del ANOVA al comparar los valores de las tasas de crecimiento entre estadios de cangrejo de *C. rathbunae* y *C. sapidus* cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

Especie	Sexo	F	p
<i>C. rathbunae</i>	Hembra	15.2900	p < 0.0000
	Macho	7.1820	p < 0.0033
<i>C. sapidus</i>	Hembra	24.164	p < 0.0000
	Macho	9.5900	p < 0.0007

#### TIEMPO DE CULTIVO PARA ALCANZAR TALLA COMERCIAL

En lo que se refiere al tiempo de crecimiento en cultivo en el laboratorio, los machos de *C. sapidus* necesitaron 291 días y las hembras 251 días para alcanzar la talla comercial (110 mm de ancho de caparazón) a salinidad de 25 ‰. A salinidad de y 15 ‰ aumentó el tiempo a 319 días para los machos y 337 para las hembras. El mayor tiempo se presentó a la salinidad de 5 ‰ ya que los machos necesitaron 460 días y las hembras 456 días para alcanzar la talla comercial. *C. rathbunae* alcanzó la talla comercial a los 373 días y 369 días para machos y hembras respectivamente a salinidad de 5 ‰, este valor disminuyó a salinidad de 15 ‰ ya que se requirieron de 325 días para los machos y 249 días para las hembras, a salinidad de 25 ‰ se presentó un importante incremento del tiempo en alcanzar la talla comercial ya que los machos necesitaron 564 días y las hembras 476 días (Tabla 34).

Tabla 34. Tiempo de crecimiento en cultivo (días) que necesitaron *C. sapidus* y *C. rathbunae* para alcanzar la talla comercial (110 mm) cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

ESPECIE	SEXO	SALINIDAD		
		5 ‰	15 ‰	25 ‰
<i>C. sapidus</i>	Macho	460	319	291
	Hembra	456	337	251
<i>C. rathbunae</i>	Macho	373	325	564
	Hembra	369	249	476

En la comparación de estos datos mediante el análisis de varianza no se obtuvieron diferencias significativas entre los machos y hembras de *C. rathbunae*, sin embargo, si presentaron diferencias significativas entre los valores para alcanzar la talla comercial considerando las tres concentraciones de salinidad (Tabla 35). Con la prueba de Duncan se encontró que las diferencias se presentan entre 15 y 25 ‰ ( $p < 0.05$ ).

Tabla 35. Resultados del ANOVA al comparar los valores del tiempo que necesitan los machos y las hembras de *C. rathbunae* para alcanzar la talla comercial cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰

COMPARACION	F	p
machos-hembras	4.5237	$p > 0.1673$
salinidad (5 ‰, 15 ‰, 25 ‰)	26.709	$p < 0.0361$

En la comparación de los datos sobre el tiempo que necesitan las jaibas para alcanzar la talla comercial mediante el análisis de varianza no se obtuvieron diferencias significativas entre los machos y hembras de *C. sapidus*, sin embargo si se presentaron diferencias significativas entre los valores considerando las tres concentraciones de salinidad (Tabla

36). De acuerdo a la prueba de Duncan las diferencias se presentaron entre 5 y 15 ‰ y entre 5 y 25 ‰ ( $p < 0.05$ ).

Tabla 36. Resultados del ANOVA al comparar los valores del tiempo que necesitan los machos y las hembras de *C. sapidus* para alcanzar la talla comercial cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

COMPARACION	F	p
machos-hembras	0.2415	$p > 0.6717$
salinidad (5 ‰, 15 ‰, 25 ‰)	42.3837	$p < 0.0231$

#### PERIODO DE INTERMUDA

En la comparación entre las concentraciones de salinidad para el período de intermuda se observaron diferencias significativas entre los valores obtenidos tanto para machos como para hembras de ambas especies (Tabla 37). De acuerdo a la prueba de Duncan en los machos y en las hembras de *C. rathbunae* las diferencias se presentaron entre 5 y 25 ‰ y 15 y 25 ‰ ( $p < 0.05$ ) no así entre 5 y 15 ‰. En *C. sapidus* se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos ( $p < 0.05$ ).

Tabla 37. Resultados del ANOVA al comparar los valores de los periodos de tiempo en intermuda de cada estadio de cangrejo de *C. rathbunae* y *C. sapidus* cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

Especie	Sexo	F	p
<i>C. rathbunae</i>	Hembra	3.9984	$p < 0.0289$
	Macho	21.0443	$p < 0.0000$
<i>C. sapidus</i>	Hembra	16.2591	$p < 0.0000$
	Macho	28.1846	$p < 0.0000$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se encontró que el período de intermuda es similar de 5 a 15 ‰ en *C. rathbunae* mientras que en *C. sapidus* el periodo de intermuda es diferente.

#### INCREMENTO POR MUDA

En el incremento por muda se obtuvo que los machos y las hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus* no presentaron diferencias significativas entre las tres concentraciones de salinidad a las que fueron sometidas (Tabla 38).

Tabla 38. Resultados del ANOVA al comparar los valores de los incrementos por muda de cada estadio de cangrejo de *C. rathbunae* y *C. sapidus* cultivados a salinidades de 5 ‰, 15 ‰ y 25 ‰.

Especie	Sexo	F	p
<i>C. rathbunae</i>	Hembra	1.4827	p > 0.2443
	Macho	1.9274	p > 0.3332
<i>C. sapidus</i>	Hembra	1.0773	p > 0.3542
	Macho	0.7530	p > 0.4803

### *Relación peso-ancho del caparazón*

Todas las correlaciones con el peso y ancho del caparazón en las dos especies a las tres concentraciones de salinidad fueron significativas ( $P < 0.001$ ), sin embargo los valores más bajos se presentaron a salinidad de 5 ‰. Los valores sobre el tipo de crecimiento (b) presentaron diferencias significativas respecto al valor teórico de 3 ( $P < 0.05$ ), por lo que en machos y hembras de ambas especies se presentó un crecimiento de tipo alométrico (Tabla 39).

Las constantes de los valores de la relación peso-ancho del caparazón se presentan en la tabla 40 para las tres concentraciones de salinidad. Todas las relaciones entre las dos variables fueron significativas ( $p < 0.001$ ). En 5 ‰ no se encontró diferencia entre los valores del tipo de crecimiento en la comparación de los machos de ambas especies. A 15 ‰ no se encontró diferencia significativa en las comparaciones realizadas. A 25 ‰ únicamente en la comparación entre machos y hembras de *C. rathbunae* no se encontraron diferencias significativas (Tabla 40).

Particularmente se observó que los valores más bajos en el tipo de crecimiento en las hembras y en los machos de *C. rathbunae* se presentó en la salinidad de 5 ‰ con 2.289 y 2.151 respectivamente (Fig. 28), posteriormente se incrementaron los valores a 15 ‰ con 2.569 en hembras y 2.719 en machos (Fig. 29) y nuevamente decrecer a 25 ‰ con 2.268 en hembras y 2.633 en machos (Fig. 30).

El comportamiento sobre el tipo de crecimiento fue similar en *C. sapidus*, los valores más bajos se presentaron a salinidad de 5 ‰ con 2.489 en las hembras y 2.187 en los machos (Fig. 28), a salinidad de 15 ‰ los valores se incrementan a 2.623 en hembras y 2.537 en machos (Fig. 29), para posteriormente disminuir a 2.399 en hembras y 2.165 en machos (Fig. 30).

Tabla 39. Constantes de los valores de la relación peso-ancho del caparazón en tres tratamientos de salinidad para *C. rathbunae* y *C. sapidus*.

		5 ‰				
		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.0007	2.2893	48	0.7767	<0.001
	♂	0.0009	2.1506	66	0.7732	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.0003	2.4894	44	0.8680	<0.001
	♂	0.0008	2.1872	64	0.7854	<0.001
		15 ‰				
		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.0005	2.5693	80	0.9388	<0.001
	♂	0.0003	2.7186	87	0.9696	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.0005	2.6228	84	0.9654	<0.001
	♂	0.0007	2.5367	94	0.9644	<0.001
		25 ‰				
		a	b	n	r	p
<i>Callinectes rathbunae</i>	♀	0.0012	2.2676	67	0.9349	<0.001
	♂	0.0004	2.6332	75	0.9676	<0.001
<i>Callinectes sapidus</i>	♀	0.0012	2.3993	83	0.9548	<0.001
	♂	0.0031	2.1652	86	0.9657	<0.001

Tabla 40. Comparación con ANCOVA de los valores del tipo de crecimiento (b) en tres tratamientos de salinidad para los machos y hembras de *C. rathbunae* y *C. sapidus*.

5 ‰		
Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	F1,110 = 10.554	p < 0.001
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	F1,115 = 61.079	p < 0.001
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	F1,128 = 0.821	p > 0.05
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	F1,92 = 24.17	p < 0.001

15 ‰		
Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	F1,174 = 0.652	p > 0.05
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	F1,163 = 1.371	p > 0.05
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	F1,177 = 3.073	p > 0.05
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	F1,160 = 0.168	p > 0.05

25 ‰		
Comparación	F	p
<i>C. sapidus macho-C. sapidus hembra</i>	F1,165 = 163.883	p < 0.001
<i>C. rathbunae macho-C. rathbunae hembra</i>	F1,138 = 1.058	p > 0.05
<i>C. sapidus macho-C. rathbunae macho</i>	F1,157 = 55.340	p < 0.001
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	F1,146 = 35.691	p < 0.001
<i>C. sapidus hembra-C. rathbunae hembra</i>	F1,146 = 35.691	p < 0.001

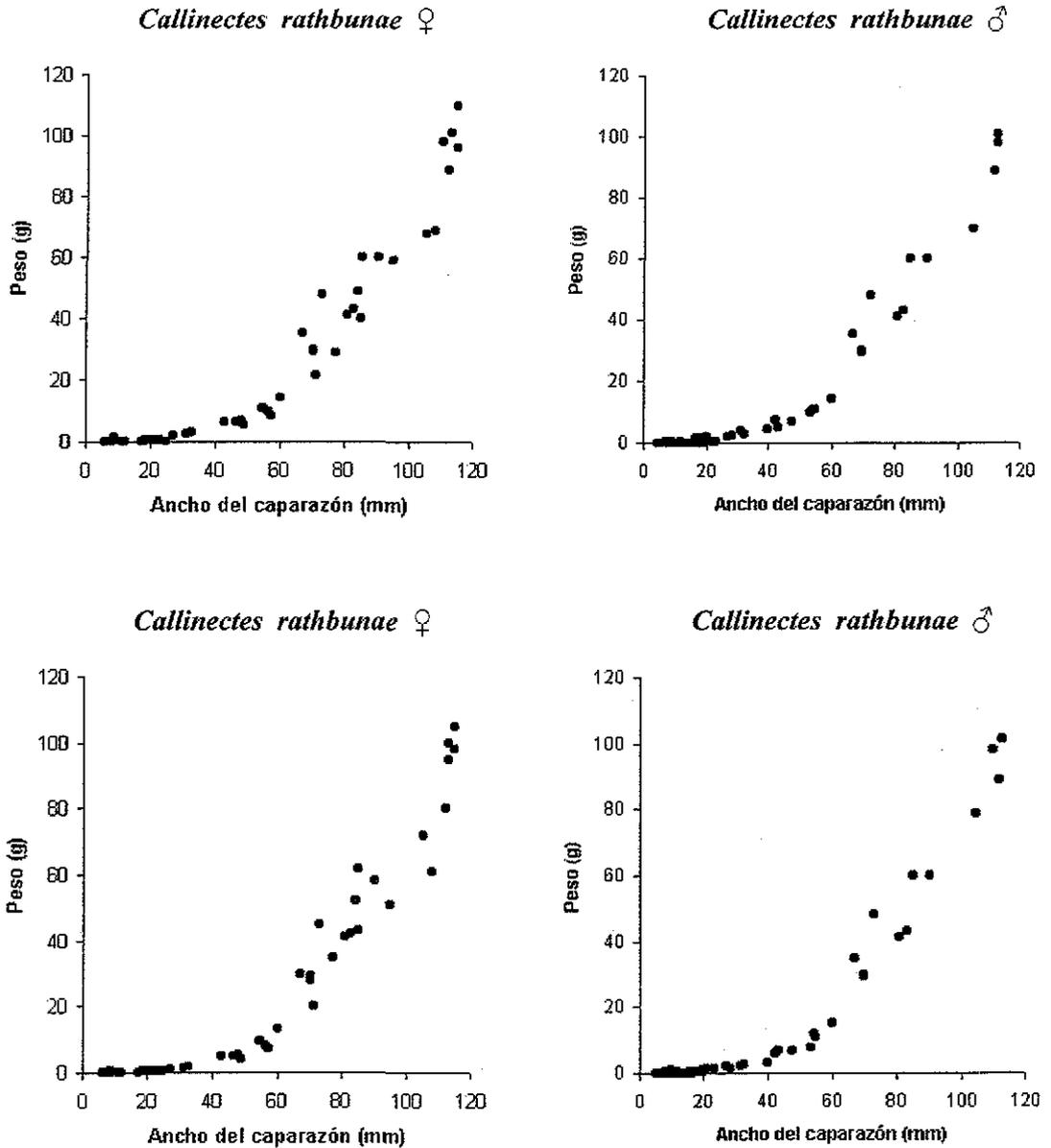


Fig. 28. Relación entre el peso y el ancho del caparazón para machos y hembras de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰

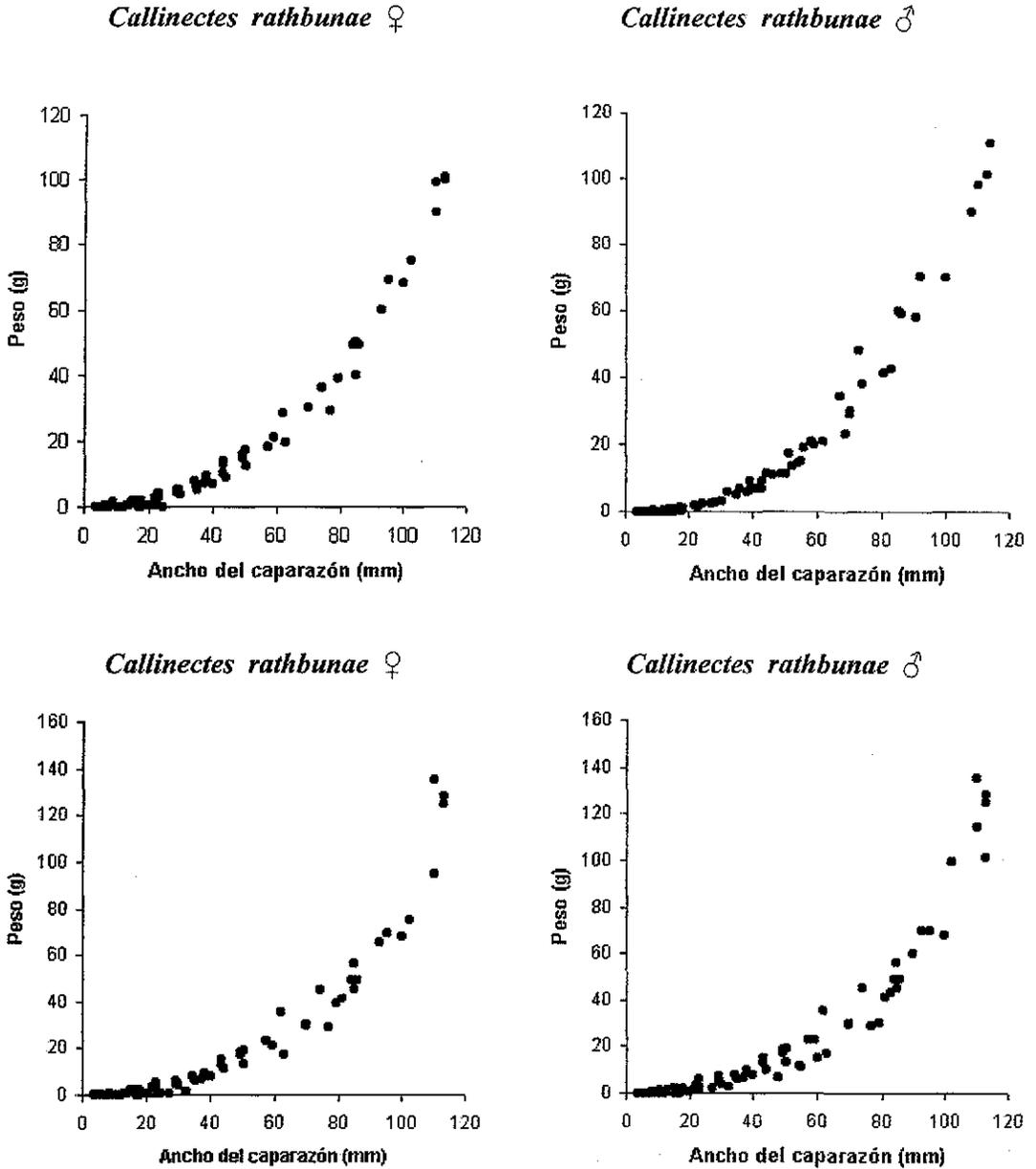


Fig. 29 Relación entre el peso y el ancho del caparazón para machos y hembras de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 15 ‰.

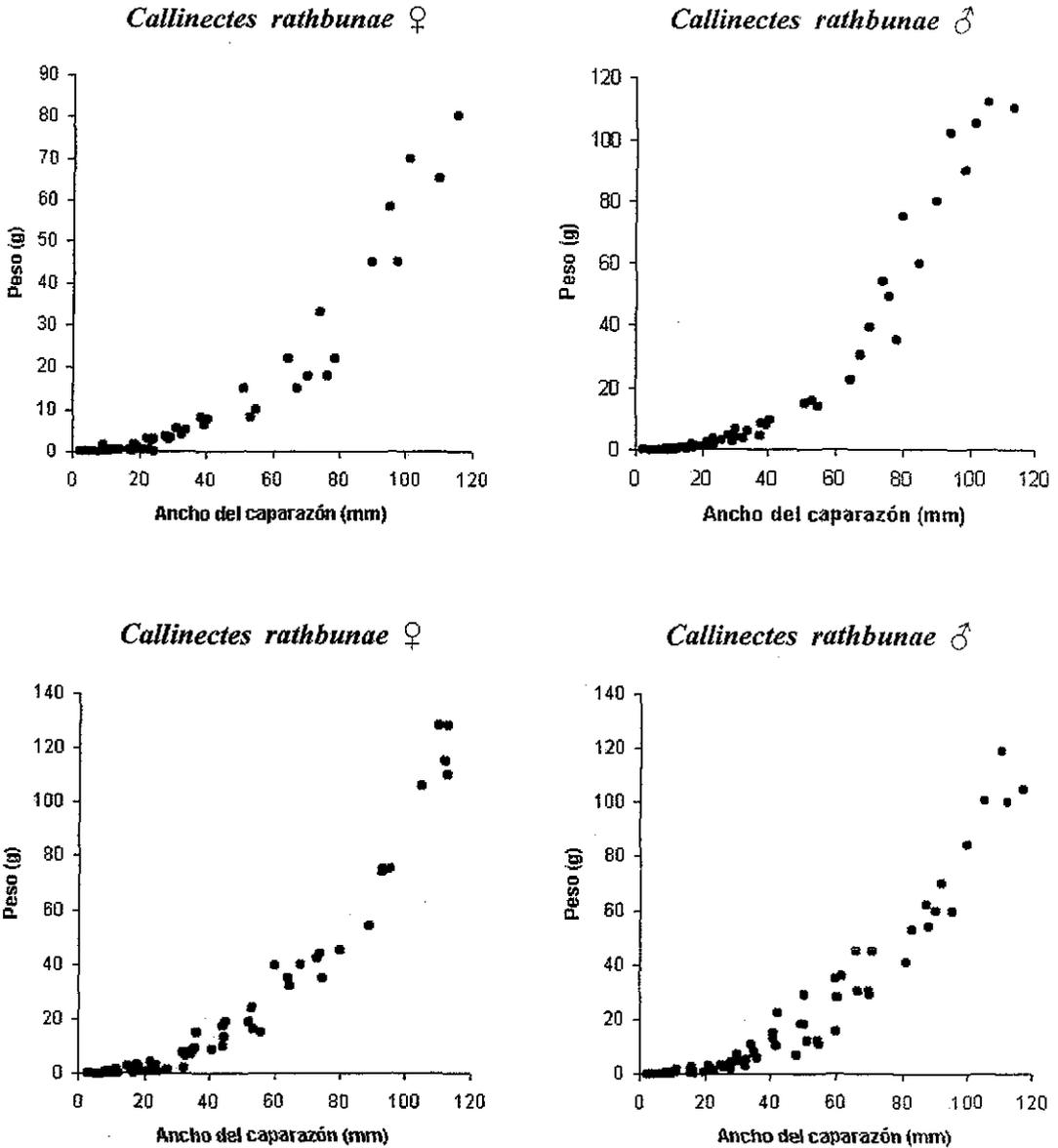


Fig. 30. Relación entre el peso y el ancho del caparazón para machos y hembras de *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 25 ‰.

## DISCUSIÓN

### *RECLUTAMIENTO DE MEGALOPAS DE Callinectes*

Las especies *C. sapidus* y *C. rathbunae* presentan un reclutamiento constante en las lagunas y estuarios del Golfo de México (Steele y Perry, 1990; Rocha *et al.*, 1992, Cházaro, 1996); sin embargo, en las épocas en primavera y verano se presentan los principales picos reproductivos del género *Callinectes*, por lo que el número de reclutas se incrementa en estas épocas (Stuck y Perry, 1981; McConaughy *et al.*, 1983; Williams, 1984; García Montes, 1988; Steele y Perry, 1990). En el estadio de megalopa los individuos del género *Callinectes* (y de otros braquiuros) se integran al hábitat del adulto (reclutamiento) (Hyman, 1920; Chamberlain, 1962; Lambert y Epifanio, 1982), por lo que tienen que soportar amplias variaciones en los valores de salinidad. Los cambios en la concentración salina son ocasionados por los periodos de flujo y reflujo durante las mareas, lo que incrementa o disminuye la salinidad en las bocas de los estuarios. En este estudio fue posible observar que las megalopas ingresan hacia la Laguna Camaronera y Laguna de Alvarado entre las 01:00 y las 06:00 h, que son los periodos de mayor flujo durante la pleamar y los valores de salinidad oscilaron entre 22 ‰ y 35 ‰. Latz y Forward (1977) determinaron que la salinidad es el factor más importante que influye en el reclutamiento de las megalopas, tal como ocurrió en este estudio. El determinar las épocas y período de tiempo en el cual ingresan las megalopas hacia los estuarios es la base fundamental que permitirá contar con la disponibilidad de organismos para la realización de cultivos de especies del género *Callinectes* en condiciones naturales o de laboratorio.

*CONSUMO DE OXIGENO Y TOLERANCIA SALINA DE LAS MEGALOPAS DE C. rathbunae Y C. sapidus*

Como se mencionó anteriormente algunas especies de peneidos y braquiuros ingresan a los estuarios en estadio de postlarva y pasan de un ambiente con salinidad de alrededor de 35 ‰ a un ambiente con 0 ‰. La habilidad en este estadio de desarrollo para adaptarse a la salinidad del medio y sus fluctuaciones es de suma importancia en estudio ecofisiológicos (Chanmantier, 1998). Por ejemplo, el consumo de oxígeno depende de los cambios de salinidad y puede elevarse al disminuir la salinidad (Rosas, 1989; Piller 1995). El metabolismo respiratorio es una forma apropiada de cuantificar el gasto de energía en diferentes condiciones de salinidad (Findley *et al.*, 1978; Rosas 1986; Guerin y Stickle, 1992). Chanmantier (1998) ha realizado una interesante recopilación sobre la respuesta de algunas especies de crustáceos en estadio de postlarva y encontró que son fundamentalmente hiper-reguladoras, por lo que destinan energía para mantener la concentración interna similar a la del medio externo. Este autor manifiesta que después del desarrollo de postlarva a adulto hay una transformación para ser osmoconformadores, por lo que el gasto de energía disminuye. En este estudio se observó una tendencia similar ya que el mayor consumo de oxígeno se registro en los 5 ‰ de la megalopa para posteriormente decrecer el consumo hacia el estadio de cangrejo tres.

Los valores del consumo de oxígeno de la megalopa al estadio de cangrejo tres en este trabajo en ambas especies oscilaron entre 0.105 a 0.612 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>PS, valores similares ligeramente superiores a los registrados por Lefler (1972) para *C. sapidus* que trabajó con organismos de dos a seis gramos de peso húmedo con diferentes valores de temperatura y salinidad constante a 27 ‰, los valores obtenidos por este autor fueron del orden de 0.0128

mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a temperatura de 13 °C, de 0.0565 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a temperatura de 27 °C y 0.1299 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a 34 °C.

La megalopa y el cangrejo uno en ambas especies presentaron los valores más altos en el consumo de oxígeno, posteriormente el consumo de oxígeno disminuye hacia el cangrejo dos y tres. Lo anterior es una respuesta que generalmente presentan los crustáceos (Brito *et al.*, 2000) dada la relación superficie-volumen. En *Cancer magister* se ha encontrado que durante el desarrollo de la megalopa a cangrejo cinco el consumo de oxígeno disminuye con valores desde 0.99 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a 0.102 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a salinidad de 35 ‰. Por otro lado, al disminuir la salinidad a 17 ‰ el consumo de oxígeno fue de 1.057 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS a 0.026 mg O<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>PS (Brown y Terwiller, 1999). Lo anterior refuerza las observaciones realizadas sobre la disminución en el consumo de oxígeno conforme avanza el desarrollo de los crustáceos. Charmantier *et al.*, (1998) encontró que durante el desarrollo ontogenético de *Armasis miersii* las zoeas son hiper-reguladoras a salinidad entre 5 y 26 ‰ y a salinidades de 33 a 44 ‰ fueron hiper-osmoconformadoras, este tipo de regulación cambió en la megalopa de un patrón de hiper-regulación a uno de hipo-regulación. El 85 % y 41 % de la capacidad osmoreguladora de los adultos fue adquirida desde cangrejo I. Estos resultados confirman que importantes cambios ocurren durante la metamorfosis. Se puede establecer que hay una fuerte correlación entre la habilidad osmoreguladora de cada estadio de desarrollo y la tolerancia a la salinidad (Charmantier *et al.*, 1998). Por otro lado, se encontró que tanto en *Cancer irroratus* como *C. borealis* la megalopa fue hiper-osmoconformadora mientras que el primer estadio de cangrejo fue hiper-regulador en un medio diluido (Charmantier y Charmantier-Daures, 1991). La osmoregulación y la tolerancia a la salinidad está relacionada y es modificada con la metamorfosis. En el

presente trabajo se encontró que en el estadio de megalopa el consumo de oxígeno es menor en *C. rathbunae* a baja salinidad que el evaluado en *C. sapidus*, lo anterior podría relacionarse con la capacidad osmoreguladora o respuesta osmoconformadora que se adquiere a partir de este estadio de desarrollo. Se ha encontrado que algunas especies de crustáceos decápodos que habitan también en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, en estadio de megalopa son hiper-reguladoras como *Uca subcilíndrica* (Rabalais y Cameron, 1985) o bien hiper-osmoconformadoras como *Cardisoma guanhumi* (Kalber y Costlow, 1968) y *Rhithropanopeus harrisi* (Kalber y Costlow, 1966). Particularmente la megalopa de *C. sapidus* es hiper-isoreguladora (Kalber, 1970), una respuesta similar se sugiere para *C. rathbunae*. El mantenimiento del porcentaje de sobrevivencia de las megalopas de ambas especies a salinidad de agua de mar (35 ‰) puede determinar una respuesta de bajo gasto de energía a esta salinidad ya que Chanmantier (1998) ha observado que las especies marinas en estadio de megalopa son osmoconformadoras.

La mayor mortalidad de las megalopas se presentó a 5 ‰ en ambas especies. Larez et al., (2000) registraron baja sobrevivencia en este estadio para el majido *Mithrax caribbaeus* y encontraron diferencias significativas entre las salinidades probadas, los mejores resultados fueron encontradas a 35 ‰ con 32.3 %. Quintero (1986) obtuvo tasas de sobrevivencia del 64 % en las megalopas de *M. caribbaeus* alimentadas con nauplios de *Artemia* sp. De manera particular se han observado efectos de la temperatura y salinidad sobre la sobrevivencia de la megalopa la cual disminuye con el avance en el desarrollo (Larez, et al., 2000). Como se ha mencionado es en el estadio de megalopa cuando las jaibas ingresan a los estuarios o lagunas costeras pasando de salinidad de 35 ‰ a 0 ‰. En este estudio se observó que el porcentaje de sobrevivencia de la megalopa es mayor en *C. rathbunae* que

en *C. sapidus* lo que puede estar relacionado con la adecuación de la población de la jaiba prieta a las bajas concentraciones de salinidad registradas permanentemente en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

#### *SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE C. rathbunae Y C. sapidus A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD*

Desde el punto de vista ecológico las curvas de sobrevivencia fueron clasificadas en cuatro tipos (Rabinovich, 1983). La curva de tipo I corresponde a poblaciones en las cuales la probabilidad de sobrevivir en todas las etapas de la vida hasta prácticamente el final son constantes, este tipo de curva refleja una mortalidad concentrada en los individuos viejos. En la curva de tipo II el número de organismos que muere por unidad de tiempo es independiente al número de los animales que ha sobrevivido, por lo que al incrementarse la edad el número de organismos que muere es el mismo para el incremento en edades jóvenes como para el incremento en edades avanzadas. La curva de tipo III representa un sistema en el cual hay una fracción constante de los animales vivos que muere a cada uno de los intervalos de edad, el número de individuos que muere a medida que la población envejece es cada vez menor. Las curvas de sobrevivencia de tipo I representan el comportamiento poblacional de los estrategas "K" que son buenos competidores, presentan crecimiento lento, y mortalidad natural baja. Las curvas de sobrevivencia de tipo III representan el comportamiento de los estrategas "r" que tienen menor habilidad competitiva, fecundidad alta, crecimiento rápido, reproducción temprana y mortalidad natural alta (Begon *et al.*, 1996). *C. rathbunae* presentó curvas de sobrevivencia de tipo II a salinidad de 5 ‰ y 15 ‰ y curvas de tipo III a salinidad de 25 ‰ estos resultados se invierten en *C. sapidus* e inclusive los machos presentaron una curva de tipo I. De acuerdo con los resultados

mencionados anteriormente el que *C. rathbunae* presentará curvas de sobrevivencia tipo II a bajas salinidades demuestra que son fuertes competidores con *C. sapidus* (Rosas, 1989).

Por otro lado, en este estudio en lo concerniente al cultivo en el laboratorio, tanto en los machos como en las hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae*, la mayor mortalidad se presentó durante la transformación de la megalopa al estadio de cangrejo uno (11 al 30 %), esto mismo fue observado para *C. arcuatus* por Dittel y Epifanio (1984) quienes obtuvieron el 20 % de mortalidad y por Paul *et al.* (1983) que registraron entre del 30 al 35 % de mortalidad. Sulkin y Van Heukeleum (1986), en su trabajo sobre la variabilidad del estadio de megalopa y sus consecuencias sobre la dispersión, encontraron que a valores de salinidad entre 30 y 35 ‰ y temperaturas entre 15 y 20 °C se presentó una menor sobrevivencia al día uno de cultivo a diferencia de los días cinco y 10, por lo que estos autores sugirieron que es una etapa crítica y que importantes cambios fisiológicos se presentan inmediatamente después de la transformación de megalopa a cangrejo uno. Lo anterior se ha sido determinado en otros crustáceos como *Litopenaeus setiferus* al ingresar a los estuarios (Brito, *et al.*, 2000). Rosas *et al.*, (1999) mencionan que entre los procesos fisiológicos que permiten el ingreso de los crustáceos a los estuarios y lagunas costeras son el incremento a la permeabilidad al agua, transporte activo de iones y liberación de efectores osmóticos (aminoácidos y péptidos) a la hemolinfa, tales mecanismos deben llevar a cabo las postlarvas de los crustáceos para tener éxito en las nuevas condiciones ambientales a las que se enfrentaran, la diferencia en la respuesta se verá reflejado en el desarrollo y sobrevivencia de las especies (Hartnoll, 1982).

De acuerdo a los valores de salinidad se obtuvo una mayor sobrevivencia de organismos de *C. rathbunae* a 5 ‰ y 15 ‰, mientras que *C. sapidus* presentó mayor sobrevivencia a 25

‰. Esto significa que aunque ambas especies responden de manera similar los cambios de temperatura y salinidad (Rosas y Lázaro-Chávez, 1986) en condiciones naturales, las megalopas de *C. rathbunae* al incorporarse a la población del sistema lagunar de Alvarado, tienen mayor sobrevivencia que la población de *C. sapidus* y les favorece encontrarse en ambientes de menor salinidad. Al respecto, Guerin y Stickle (1992), mencionaron que individuos de *C. sapidus* colectados en Louisiana a baja salinidad respondieron mejor cuando fueron sometidos a concentraciones entre 10 ‰ y 25 ‰ mientras que individuos capturados en Texas a elevada salinidad presentaron una tasa de crecimiento mayor en salinidades entre 35 ‰ y 50 ‰. Así, de acuerdo a las características de respuesta fisiológica pueden tenerse diferencias en los intervalos de tolerancia a los valores de salinidad (Rosas, 1989) tanto en poblaciones de la misma especie como entre especies. También es importante mencionar que la dinámica de la población depende del ingreso de las larvas y postlarvas a los estuarios, lo anterior garantiza que los individuos que se reintegran tendrán las mismas características adaptativas que sus padres (Chen, *et al.*, 1997). Por otro lado, se ha encontrado a *C. sapidus* con mayor abundancia en sistemas estuarinos con condiciones mesohalinas (Rosas y Lázaro-Chávez, 1986; Rocha *et al.*, 1992); mientras que *C. rathbunae* puede desarrollarse e incluso ser más abundante que *C. sapidus*, en algunos sistemas oligohalinos como el río Acula (Raz-Guzmán *et al.*, 1992), el sistema lagunar de Alvarado (García y Franco, 1989) y el estuario de Casitas (Rocha *et al.*, 1992). Uno de los factores que puede intervenir para explicar esta diferencia es la energía que se destina al consumo de oxígeno (Piller *et al.*, 1995; Robles 2000). Al respecto Rosas (1989) encontró que *C. rathbunae* y *C. sapidus* presentaron los valores más bajos en el campo de crecimiento con el 50.42 % y el 59.48 % respectivamente, relacionándolo con el incremento en la respiración que presentó valores del 44.54 % y del 37.20 %.

En *C. sapidus* se observó que a menor concentración de salinidad es mayor el tiempo que necesita para alcanzar la talla comercial (110 mm de ancho del caparazón). Al comparar los resultados con los propuestos por otros autores se determinó que generalmente en salinidades entre 5 ‰ y 15 ‰ se necesitan más de 10 meses, mientras que a salinidades entre 15 ‰ y 25 ‰ se requieren sólo de 8 a 9 meses (Tagatz, 1968; Lippson, 1973; Perry, 1975)(Cuadro 1)

Cuadro 1. Tiempo en el que *C. sapidus* y *C. rathbunae* alcanzan la talla comercial en relación a la salinidad

Especie	Salinidad (‰)	Tiempo (meses)	Fuente
<i>C. sapidus</i>	5	15	Este trabajo
<i>C. sapidus</i>	9.6	12 a 20	Lippson, 1973
<i>C. sapidus</i>	15	10	Este trabajo
<i>C. sapidus</i>	15	10 a 12	Perry, 1975
<i>C. sapidus</i>	18.8	10 a 12	Tagatz, 1968
<i>C. sapidus</i>	25	8 a 9	Este trabajo
<i>C. rathbunae</i>	5	11 a 12	Este trabajo
<i>C. rathbunae</i>	15	8 a 10	Este trabajo
<i>C. rathbunae</i>	25	15 a 18	Este trabajo

En *C. rathbunae* el menor tiempo para alcanzar la talla comercial se presentó a los 5 y 15 ‰ de salinidad, situación inversa a lo registrado para *C. sapidus* (Cuadro 1).

Con base a lo anterior se ha visto que la salinidad tiene un efecto importante sobre el

crecimiento de los juveniles de las especies del género *Callinectes*. En el caso de *C. similis* el crecimiento fue menor al 50% a una salinidad de 5 ‰ que a salinidad de 10 ‰ (Guerin y Stickle, 1997). Cadman y Weinstein (1988) reportaron un importante efecto a valores bajos de salinidad sobre el crecimiento de los juveniles de *C. sapidus*. Tagatz (1968) encontró que los juveniles de *C. sapidus* con un ancho de caparazón de 20 a 29 mm cultivados a salinidad de 5 ‰ por siete meses, exhibieron mayor crecimiento que organismos de esta especie cultivados con salinidad menor a 1 ‰.

Respecto a las tasas de crecimiento, en el presente estudio se determinaron diferencias significativas entre las tres salinidades, se encontró que *C. sapidus* presentó tasas de crecimiento entre 0.24 mm/día a salinidad de 5 ‰ para machos y hembras, y de 0.39 mm/día para hembras y 0.44 mm/día para machos a salinidad de 25 ‰, valores que están entre las tasas de crecimiento registradas por otros autores como Tagatz (1968) con 0.33 mm/día en aguas de Florida a salinidad promedio de 18.8 ‰. Perry (1975) reporta 0.83 mm/día en Mississippi a salinidad de 15 ‰ mientras que Darnell (1959) y Jaworsky (1972) encontraron valores de 0.53 a 0.57 mm/día en Louisiana con salinidad de 5.7 ‰ en promedio. Algunos valores de tasas de crecimiento evaluadas para otras especies como *C. arcuatus* son el reportado por Quijano-Fernández (1985) con 0.33 mm/día para machos y 0.26 mm/día para hembras a salinidad que osciló en el sistema Huizache-Caimanero en Sinaloa, México entre 0.0 ‰ a 35 ‰, Paul *et al.* (1983) encontraron tasas de crecimiento de 0.53 mm/día y 0.59 mm/día para machos y hembras respectivamente con valores de salinidad de 34 ‰ 35 ‰ (Cuadro 2).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2. Tasa de crecimiento de especies del género *Callinectes*.

ESPECIE (SEXO)	TASA DE CRECIMIENTO (mm/día)	SALINIDAD ‰	FUENTE
<i>C. sapidus</i> (ambos)	0.53	5.7	Darnell, 1959*
<i>C. sapidus</i> (ambos)	0.33	18.8	Tagatz, 1968*
<i>C. sapidus</i> (ambos)	0.56	6.0	Jaworski, 1972*
<i>C. sapidus</i> (ambos)	0.83	15.0	Perry, 1975*
<i>C. sapidus</i> (ambos)	0.43	27.0	Leffler, 1972
<i>C. sapidus</i> (machos)	0.24	5.0	Este estudio
<i>C. sapidus</i> (hembras)	0.24	5.0	Este estudio
<i>C. sapidus</i> (machos)	0.35	15.0	Este estudio
<i>C. sapidus</i> (hembras)	0.33	15.0	Este estudio
<i>C. sapidus</i> (machos)	0.38	25.0	Este estudio
<i>C. sapidus</i> (hembras)	0.44	25.0	Este estudio
<i>C. arcuatus</i> (machos)	0.60	34 a 35	Paul et al., 1983
<i>C. arcuatus</i> (hembras)	0.51	34 a 35	Paul et al., 1983
<i>C. arcuatus</i> (ambos)	0.27	0.0 a 35.0	Paul, et al., 1982
<i>C. arcuatus</i> (ambos)	0.33	0.0 a 35.0	Quijano-Fernández*
<i>C. arcuatus</i> (ambos)	0.29	38.0	Dittel y Epifanio, 1984
<i>C. rathbunae</i> (machos)	0.30	5.0	Este estudio
<i>C. rathbunae</i> (hembras)	0.30	5.0	Este estudio
<i>C. rathbunae</i> (machos)	0.34	15.0	Este estudio
<i>C. rathbunae</i> (hembras)	0.44	15.0	Este estudio
<i>C. rathbunae</i> (machos)	0.20	25.0	Este estudio
<i>C. rathbunae</i> (hembras)	0.23	25.0	Este estudio

\* Valores obtenidos en condiciones naturales

Al relacionar las tasas de crecimiento de *C. sapidus* obtenidas en el laboratorio en este estudio y la reportada por otros autores respecto a la salinidad se encontró una correlación

directa y significativa ( $p < 0.05$ ), lo que sugiere que los valores mayores en la tasa de crecimiento en dichas condiciones se presentaron en valores de salinidad de 25 a 27 ‰. En *C. rathbunae* se presentó una relación negativa pero significativa ( $p < 0.05$ ) lo que sugiere que a mayor salinidad menor es la tasa de crecimiento (Apéndice I Fig. 31).

La tasa de crecimiento encontrada en este trabajo para *C. rathbunae* fue de 0.20 mm/día a salinidad de 25 ‰ y 0.34 mm/día, a salinidad de 15 ‰ para machos, la tasa de crecimiento para las hembras fue de 0.23 mm/día a 0.45 mm/día en las hembras con los mismos valores de salinidad. Es importante mencionar que la tasa de crecimiento obtenida en ambos sexos para *C. rathbunae* a 5 ‰ es ligeramente mayor (0.30 mm/día) a la de *C. sapidus* (0.24 mm/día).

Al comparar las tasas de crecimiento no existieron diferencias significativas entre sexos para los tres tratamientos de salinidad en *C. rathbunae* y *C. sapidus*, esto fue observado también por Haefner y Shuster (1964), Tagatz, (1968) y Lefler (1972) para *C. sapidus*.

Tomando en cuenta la relación filogenética establecida por Norse y Fox-Norse (1983) y Guerin y Sticle (1997), el grupo *bocourti* en el que se encuentran *C. sapidus* y *C. rathbunae* tienen tasas de crecimiento menor (0.24 mm/día a 5 ‰ a 0.43 mm/día) a las tasas de crecimiento evaluadas a algunas especies del grupo *danae* (de 0.51 a 0.60 mm/d). Lo anterior tiene relación con el gasto energético que llevan a cabo las especies que toleran salinidades menores, este costo se compensa con la ganancia en talla (Begon *et al.*, 1996).

El número de mudas puede cambiar, tal como ocurrió en el presente estudio, donde el número de estadios de cangrejo osciló entre 16 y 17 después del estadio de megalopa. El crecimiento por muda en *C. sapidus* es muy variable en condiciones naturales (Millikin y Williams, 1984). Al respecto Leffler (1972) mencionó una relación estrecha entre la temperatura y el número de mudas para jaibas que crecieron de 22 a 60 mm de ancho de caparazón a una salinidad constante de 27 ‰. Leffler (1972) establece que a 15 °C el número de mudas fue de 5, a 20 °C fue de 4.49 mudas, a 27 °C fue de 6.12 y a 34 °C fue de 7.07. Con lo que puede observarse que tanto la temperatura como la salinidad son factores que determinan el número de mudas que se llevan a cabo durante el crecimiento de las jaibas. El número de mudas durante el crecimiento de 22 a 60 mm en este trabajo también se obtuvo de 5 a 6 mudas. Tagatz (1968) manifiesta que puede presentarse una gran variabilidad en el crecimiento entre los cangrejos juveniles, lo que ocasiona un reclutamiento irregular en el stock pesquero. Este autor menciona también que juveniles que mudaron igual número de veces alcanzaron tallas diferentes.

En el presente estudio se encontraron amplias variaciones en incremento del ancho del caparazón por muda para ambas especies y sexos, lo anterior concuerda con lo propuesto por Costlow y Bookhout (1959). El porcentaje de incremento promedio del ancho del caparazón osciló entre el 25 % y el 29 % en ambas especies y sexos para las tres salinidades empleadas en este trabajo. Hartnoll (1982) menciona que el porcentaje del incremento en el ancho del caparazón es ampliamente variable, dentro y entre especies. Costlow y Bookhout (1959) consideran que los incrementos en el ancho del caparazón son del orden de 33 % en cada muda. Tagatz (1968) encontró que los incrementos por muda en términos del ancho del caparazón oscilaron entre el 7.8 al 50 % y que el promedio de crecimiento fue del 32 %

durante la fase terminal de muda en hembras. Este autor menciona que en jaibas de 10 mm la variación fue del 21 al 34 %, para jaibas de 10 a 19.9 mm la variación fue de 14.4 %, y para jaibas de 80 a 89.9 mm la variación fue de 32.9 %. Rice (1968, en Hartnoll, 1982) establece que de acuerdo a la información generada para larvas de crustáceos decápodos el promedio del incremento es del 22.3 %, aunque la tendencia de estos valores es del 25 al 26 %. Tagatz (1968) menciona que cuando cultivó a *C. sapidus* a concentraciones de salinidad mayores de 5 ‰ el crecimiento fue superior al 25.6 % por muda y en agua dulce fue de 20.9 %. Guerin y Stickle (1997) evaluaron que el porcentaje de crecimiento fue del 19.77 % en tres tratamientos de salinidad (5, 10 y 30 ‰), estos autores mencionan que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

La relación del incremento por muda respecto del ancho del caparazón en intermuda para las dos especies fue positiva significativa y el incremento en los últimos estadios de cangrejo es mayor que en los primeros estadios. De acuerdo a los datos obtenidos en este estudio no hubo diferencia significativa en la comparación de las pendientes entre especies y sexos en los tres tratamientos de salinidad, lo cual se debe a que el incremento por muda en cada especie es similar aunque el tiempo de las intermudas es diferente. Al respecto, Guerin y Stickle (1997), hacen referencia que *C. similis* presentó mayor incremento por muda que *C. sapidus*; sin embargo, los autores lo relacionan a los largos periodos de intermuda por los que pasa *C. similis*. En otros estudios se ha encontrado que el incremento en machos de *C. sapidus* es constante y que en las hembras el tamaño se incrementa significativamente (Haefner y Shuster, 1964; Tagatz, 1968; Lefler, 1972).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Así, en este trabajo se observó que el tiempo de intermuda se incrementó proporcionalmente con la edad de los organismos en machos y hembras para ambas especies. Esta relación se considera como uno de los componentes más importantes que determina el patrón de crecimiento de los crustáceos. La amplitud en el período de intermuda puede variar dentro de la especie y entre especies (Hartnoll, 1982). En este trabajo solo se encontraron diferencias significativas entre los machos de ambas especies. Millikin y Williams (1984) encontraron resultados similares para *C. sapidus* y mencionan también una relación directa entre los periodos de intermuda y la edad, concluyendo que se puede acortar el tiempo de intermuda con una buena alimentación. Respecto a la salinidad *C. sapidus* mostró mayor tiempo de intermuda en 5 ‰ con 58.5 días en promedio para machos y hembras para el último estadio de cangrejo, para disminuir posteriormente en 15 ‰ y 25 ‰ a 35.5 días en promedio. *C. rathbunae* presentó una relación inversa en el período de intermuda a salinidades 5 ‰ y 15 ‰ con 36.5 días de duración en el último estadio de cangrejo, para incrementarse posteriormente este período de tiempo a 56.5 días en promedio para ambos sexos a salinidad de 25 ‰.

*TIPO DE CRECIMIENTO DE ACUERDO A LA RELACION ANCHO DEL CAPARAZÓN CON EL PESO EN LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALINIDAD.*

El crecimiento de los organismos representa un compromiso creativo entre el incremento de la talla y la necesidad de las células para obtener oxígeno y nutrientes (Gilbert, 1991). Uno de los mejores apoyos para comprender el crecimiento es la relación que se presenta entre la superficie corporal y el volumen o bien la superficie corporal y el peso, así cuando se presenta un crecimiento de tipo corporal isométrico la pendiente de la relación es igual a 3. En este estudio se encontraron valores menores a 3 por lo que en los machos y hembras

de *C. rathbunae* y *C. sapidus* el tipo de crecimiento fue alométrico. En la salinidad de 5 y 25 ‰ se obtuvieron los valores menores en el tipo de crecimiento (pendiente). A 15 ‰ se presentaron los valores mayores los que representan un mayor crecimiento en peso a esta salinidad.

Juárez-Zamacona (1995) obtuvo los valores más bajos en el tipo de crecimiento en la época de lluvias (julio a septiembre) para *C. sapidus*, posteriormente el valor se incrementó en época de nortes donde la salinidad también se incrementa.

Millikin y Williams (1984) mencionan que los machos de *C. sapidus* generalmente son más pesados que las hembras. Pullen y Trent (1970) encontraron que en la relación peso-ancho del caparazón en organismos de Galveston Bay, Texas con tamaños superiores a 25 mm el valor sobre el tipo de crecimiento fue de 2.775 mientras que en las hembras fue de 2.639. En Chesapeake Bay los machos presentaron un valor sobre el tipo de crecimiento de 2.67 y las hembras de 2.57 (Newcombe *et al.*, 1949). Tagatz (1965) demostró que generalmente los machos son más pesados que las hembras. Lo anterior también se presenta de manera general en el presente trabajo.

#### *RELACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA , TASA DE CRECIMIENTO, TIEMPO DE INTERMUDA Y PERIODO DE MUDA CON LA FACTIBILIDAD DEL CULTIVO DE C. rathbunae Y C. sapidus*

Frecuentemente una de las opciones para el manejo de las especies de importancia comercial es la práctica de la acuicultura. Aunque es importante señalar que el cultivo de la

jaiba no se ha desarrollado con intensidad en el mundo ya que la principal región de captura de este recurso es el Norte del Golfo de México (Rosas 1989).

En Alvarado, Veracruz, además de la cooperativa “La espinita” se encuentra la “granja” “La jaiba de oro” donde se produce jaiba blanda. El dueño de este lugar compra a los pescadores las jaibas que están próximas a mudar en \$ 2 00 o \$ 3.00, las coloca en los estanques de concreto y espera a que muden.

Este tipo de sistemas es considerado como de tipo abierto donde los estanques pueden ser contruidos de fibra de vidrio, plástico, concreto o madera. Se colocan en mesas o “planchas” de concreto a una altura aproximadamente de 0.90 m, con el fin de facilitar el monitoreo por parte del acuicultor. Se pueden colocar hasta 6 estanques en un espacio de 16 m<sup>2</sup>. Las dimensiones son de 1.3 m de ancho por 2.4 m de largo y 0.25 m de profundidad con una capacidad de 800 a 900 cangrejos. El agua es bombeada directamente del estuario. Ninguna parte de este sistema que está en el contacto con el agua debe construirse de metal. La mayoría de los metales son venenosos a los cangrejos o se corroen fácilmente. La bomba puede ser o no sumergible de 1 ½ caballos de fuerza utilizada comúnmente en las piscinas. La salida de agua hacia los estanques es a través de tubos de 7 mm de diámetro. Los tubos deben estar colocados 0.10 m a por encima del nivel del agua lo que provee de una adecuada oxigenación

Debe tenerse atención particular en la elección del sitio para la construcción de los estanques con el fin de poder controlar el nivel del agua a través de dos tubos de 5 cm de diámetro que permite desaguar el tanque. Parte de las ventajas de este sistema es que el

acuacultor puede controlar el abastecimiento de agua, el sistema no tiene que estar ubicado al nivel del agua, la operación y monitoreo de los estanques es más fácil para el acuacultor y por último las jaibas se pueden alimentar con alimento comercial. Algunas desventajas son que el sistema debe ser bastante cercano a la fuente de agua y elementos como el ácido sulfhídrico o la arcilla se acumulan en el estanque lo que puede ocasionar la muerte de los cangrejos. Este último problema se presenta frecuentemente en la granja de jaiba en Alvarado, por los grandes volúmenes de agua y sedimento que transportan de los ríos que desembocan en este sistema.

Algunos "jaibeadores compran de manera individual a otros pescadores jaibas que están próximas a mudar y las colocan en jaulas hechas con tela de "gallinero", dentro de las cuales colocan además *Ruppia marítima* para que los organismos recientemente mudados puedan protegerse. Este tipo de sistemas puede ofrecer una buena expectativa económica para los pescadores y un control más eficiente de la población. Sin embargo, en ambos casos el cultivo seguirá dependiendo de las modificaciones de los factores ambientales como la temperatura y salinidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se puede establecer el inicio del cultivo de *C. rathbunae* o *C. sapidus* a partir del estadio de megalopa. En principio para cualquier cultivo es necesario garantizar la obtención constante de organismos que estarán sujetos al cultivo. En este sentido se ha determinado un ingreso constante de megalopas al sistema lagunar a través de la boca de la laguna Camaronera (Cházaro, 1996, Escamilla, 1996). Después de la colecta de las megalopas es necesario mantener las condiciones de

salinidad alrededor de 15 ‰ ya que este fue el valor donde se presentó la menor mortalidad en este estadio así como la mayor tasa de crecimiento

Con la utilización de los datos de sobrevivencia se calculó la esperanza media de vida y se observa que a partir del estadio III de cangrejo se presenta el valor mayor de este parámetro a salinidad de 15 ‰, mientras que a salinidad de 5 ‰ y 25 ‰ el mayor valor de la esperanza media de vida se presenta al estadio IV de cangrejo en ambas especies (Apéndice I Figs 32, 33 y 34), por lo que también se recomendaría iniciar el cultivo a partir de estos estadios de desarrollo donde alcanzan tallas de 5.0 mm a 9.0 mm.

Una zona donde es posible encontrar organismos de esta talla es en la región del canal de Camaronera. Este podría ser un sitio adecuado para construir una “granja” de jaiba ya que por la cercanía al sistema lagunar se puede bombear agua de baja concentración salina y de la zona correspondiente al lado oeste de la boca de la laguna Camaronera puede bombearse agua de mar y así mantener la concentración salina alrededor de las 15 ‰ construyéndose un sistema abierto como el mencionado anteriormente.

Actualmente se están construyendo nuevos sistemas de cultivo en Alvarado, Veracruz, donde se utilizan sistemas de filtración similares a los usados en el presente estudio, por lo que es posible mantener a los organismos en sistemas controlados de salinidad. Un aspecto importante a considerar es que cuando se mantienen los cultivos con concentraciones de baja salinidad la mortalidad de las jaibas se incrementa debido a que los organismos quedan atrapados en la ecdisis.

*CONSIDERACIONES SOBRE LA PESQUERIA DE JAIBA EN ALVARADO, VERACRUZ*

Específicamente en el Sistema Lagunar de Alvarado, se explotan la jaiba azul *C. sapidus*, la jaiba prieta *C. rathbunae* y en menor proporción la jaiba enana *C. similis*, que es capturada en los arrastres comerciales de camarón en la plataforma continental frente a la laguna (Cházaro, *et al.*, 2000).

Las especies se distribuyen dentro del Sistema Lagunar de la siguiente manera: *C. rathbunae* se captura al Noroeste del río Papaloapan, al Noroeste del Tlalixcoyan, frente a Alvarado, Punta Grande, Punta Arbolillo, Punta Buen País, frente a Punta Larga, Paso de Silva, centro de Laguna Camaronera; frente a la comunicación artificial y *C. sapidus* al Noroeste del Tlalixcoyan, Punta Grande, Punta Buen País, frente a Punta Larga, Paso de Silva, centro de Laguna Camaronera, frente a la comunicación artificial. La distribución de las tres especies de género *Callinectes* es amplia dentro del sistema, ya que se encuentran tanto en sustratos cubiertos por vegetación como desprovistos de ésta. *C. rathbunae* y *C. sapidus* se congregan en sustratos con vegetación acuática (rodófitas y *Ruppia maritima*) (Raz-Guzman *et al.*, 1992).

La pesca de la jaiba en el Sistema Lagunar de Alvarado está regulada por la normativa pesquera del país, a través de la Oficina Federal de Pesca en la localidad. La unidad pesquera de esta actividad está compuesta por un número variable de pescadores, los cuales pueden ser socios de alguna Sociedad Cooperativa o ser pescadores independientes (Permisionarios).

Se realizaron entrevistas a los pescadores sobre la infraestructura, organización, y comercialización de la jaiba (García-Rojas, 2001). Los pescadores informaron que las especies que más capturan los pescadores en la laguna son la jaiba, camarón, mojarra y chucumite (juvenil de róbalo), en este orden de importancia

Para la captura de la jaiba emplean como arte de pesca las “nazas” o aros jaiberos de manufactura casera, que fabrican con aros de alambón (6mm), de 30 – 40 cm de diámetro y la red es de nylon de  $\frac{3}{4}$ ” a 1” de luz de malla, que procede de los fragmentos de las redes que han sido desechadas. Con los aros jaiberos se obtienen los mayores volúmenes de captura, y en ocasiones utilizan otros artes pesca como las redes y tendales. El número de aros jaiberos empleados por pescador es de 20 a 30. El 76% de los pescadores cuentan con aros jaiberos propios y el 24% restante los alquila

La rutina diaria de pesca empieza por las mañanas de las 04:00 h y termina entre a las 11:00 h y 12:00 h y por las tardes inicia a las 18:00 h y termina a las 21:00 h. Las encuestas mostraron que el 69% de los pescadores trabajan todos los días, el 9% sólo pescan 6 días a la semana y el 22% los días de pesca son variables dependiendo de la temporada. El número de jornadas de pesca de la jaiba depende, de la abundancia del recurso en la laguna.

El 64 % de los pescadores entregan directamente su captura viva en mazos, a las cooperativas y el 36% la venden a las pescaderías o directamente a los restaurantes del municipio.

Existen básicamente dos maneras de presentación para su comercialización (Rocha *et al.*, 1997):

1) La más común es agrupándolas en mazos denominados “sartas” con una docena de organismos que pesan aproximadamente 3.5 kg con una talla mínima de 11 cm de ancho del caparazón, incluyendo las espinas. Eventualmente la jaiba fresca, junto con otros productos, es traída de Campeche y de Tabasco, debido a que es más barata. Esto último generalmente es registrado por las pescaderías en sus avisos de captura.

2) En “pulpa de jaiba”, la cual se obtiene por la cocción y maceración del caparazón para la extracción de los músculos de las tenazas y del cuerpo. Esta última actividad es familiar y la realizan principalmente las mujeres y los niños. Posteriormente la pulpa es vendida a las pesquerías locales; una fracción de la de la producción es comprada por los restaurantes o directamente por el consumidor. La mayor parte es transportada a Puebla, Oaxaca y el Distrito Federal. Un kilogramo de pulpa produce de cuatro a cinco kilogramos de cangrejos, dependiendo de la talla de los mismos. Se ha estimado que aproximadamente el 30% del producto procesado corresponde a organismos por debajo de la talla mínima legal que es de 11 cm y al mismo tiempo se procesan cangrejos de otras especies.

Una tercera forma de presentación es la “jaiba suave o mudada” que contempla la captura y/o compra de organismos juveniles y adultos de jaiba prieta y azul, de tallas de 12 a 15 cm de ancho del caparazón. Las jaibas que ingresan a la granja son seleccionadas y colocadas en diferentes estanques con flujo de agua continuo en función del tiempo que les reste para

mudar. Una vez mudadas son separadas del resto para ser preparadas para su comercialización

En el Sistema Lagunar de Alvarado, las Sociedades Cooperativas, las Unidades de Producción Pesquera, los Permisarios y Armadores, son los que practican la extracción de la jaiba. Los cuales registran la captura y reportarla en el formato de aviso de arribo de embarcaciones menores de 10 toneladas de registro bruto, cabe señalar, que en estos avisos sólo queda registrada la captura de la jaiba sin diferenciar las especies, y que la pulpa de jaiba generalmente no es registrada.

En las cooperativas hasta febrero del 2001 se vende la pulpa de jaiba a los restaurantes de \$ 40.00 a \$ 65.00, al público de \$ 50.00 a \$ 80.00 y a las pescaderías de \$ 50.00 a \$ 70.00 por kilogramo. El precio de la jaiba entera osciló entre \$ 15.00 y \$ 16.00 a los restaurantes y de \$ 19.00 a \$ 20.00 por kilogramo a las pescaderías. Sólo una cooperativa denominada "La espinita" se dedica a la comercialización de jaiba blanda dándole un valor de \$ 65.00 kilogramo.

Observaciones realizadas durante el periodo de este estudio mostraron que entre el 50 y 70 % de la captura corresponde a organismos de 25 a 65 mm mismos que son utilizados para la extracción de la pulpa, esto ocasiona un impacto negativo a la estructura poblacional ya que no se les permite la reproducción.

Respecto a las capturas como se mencionó en la introducción en el periodo comprendido de 1990 a 1999 se registró un incremento en la captura de jaiba de 7,000 a 12,500 toneladas

métricas, elevándose principalmente en el estado de Veracruz de 1,500 a 5,300 toneladas métricas por año (SEMARNAP, 2000) esto es el reflejo de la entrada en vigor a principios de la década de la temporada de veda del camarón por lo que los pescadores han diversificado la extracción de otros recursos pesqueros como la jaiba.

Así, el incremento en el esfuerzo pesquero, la obtención de organismos en edad reproductiva y la intensa dinámica competitiva en la que se encuentran las especies como *C. sapidus* y *C. rathbunae* son considerables. De continuarse presentando estos factores pueden comenzar a afectar a los reproductores de tallas mayores lo que dará como resultado un incremento en el número de reproductores de talla pequeña y por consecuencia una posterior reducción en la talla preciada por los pescadores (Rosas, 1989).

## CONCLUSIONES

Se encontró una mayor tolerancia a la salinidad en *C. rathbunae* en el estadio de megalopa respecto a *C. sapidus* provenientes de colectas realizadas en la boca de la laguna Camaroneta perteneciente al sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

De acuerdo a las diferencias obtenidas el consumo de oxígeno en la megalopa, cangrejo uno es mayor en *C. sapidus* que en *C. rathbunae*, sin embargo, a partir del cangrejo dos ya no se observaron diferencias significativas entre las especies.

Los valores más altos de la sobrevivencia de las megalopas de *C. sapidus* y *C. rathbunae* se presentaron a la salinidad de 35 ‰ con el 98 % y 94 % respectivamente dado que esta es la salinidad en la que se encuentran antes de ser transportadas por las corrientes a las bocas de los estuarios o lagunas costeras.

Se presentó una elevada mortalidad en los cultivos durante la transformación del estadio de megalopa al estadio de cangrejo uno por lo que se define a esta como una etapa crítica donde importantes cambios fisiológicos se presentan.

*Callinectes rathbunae* presentó una mayor sobrevivencia al final de los experimentos a 5 ‰ y 15 ‰ con porcentajes de 31 % al 37 % mientras que *C. sapidus* registró mayor sobrevivencia a 25 ‰ con valores del 18 % al 46 %, lo cual sugiere una mejor respuesta de la sobrevivencia de *C. rathbunae* a salinidades menores de 15 ‰.

La tasa de crecimiento de *C. rathbunae* fue mayor a la de *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰ y 15 ‰ con valores entre 0.30 mm/día y 0.45 mm/día, mientras que *C. sapidus* presentó mayor tasa de crecimiento a 25 ‰ con valores de 0.38 mm/día a 0.44 mm/día.

Los resultados obtenidos en este trabajo y los obtenidos por otros autores reflejaron una relación directa y positiva entre la salinidad y la tasa de crecimiento en condiciones de laboratorio en *C. sapidus*. Para *C. rathbunae* se encontró una relación inversa.

El porcentaje de crecimiento de ambas especies fue sumamente variable. El porcentaje de incremento promedio del ancho del caparazón osciló entre el 25 % y el 29 % en ambas especies y sexos para las tres salinidades empleadas en este trabajo.

El tiempo de intermuda se incrementó proporcionalmente con la edad de los organismos en machos y hembras para ambas especies. *C. sapidus* mostró mayor tiempo de intermuda en 5 ‰ con 58.5 días para machos y hembras en el último estadio de cangrejo, y disminuyó en 15 ‰ y 25 ‰ a 35.5 días en promedio. *C. rathbunae* presentó una relación inversa en el período de intermuda a salinidades 5 ‰ y 15 ‰ con 36.5 días, para incrementarse a 56.5 días en promedio para ambos sexos a salinidad de 25 ‰.

En *C. sapidus* se observó que a menor concentración de salinidad es mayor el tiempo que necesita para alcanzar la talla comercial, generalmente en salinidades entre 5 ‰ y 15 ‰ se necesitan más de 10 a 15 meses mientras que a salinidades entre 15 ‰ y 25 ‰ se requieren de 10 a 12 meses. En *C. rathbunae* el menor tiempo para alcanzar la talla comercial se presentó a los 5 ‰ y 15 ‰ de salinidad con un periodo de tiempo de 8 a 12 meses, mientras que en 25 ‰ se requieren de 15 a 18 meses.

El tipo de crecimiento en los tres tratamientos de salinidad para las dos especies y en ambos sexos fue alométrico con valores para *C. rathbunae* de 2.151 a 2.719 y para *C. sapidus* de 2.165 a 2.623 presentando los valores más altos en 15 ‰ por lo que es en esta salinidad donde se gana mayor peso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LITERATURA CITADA

- Álvarez, F., A. H. Hines y M. L. Reaka-Kudla. 1995. The effects of parasitism by the barnacle *Loxothylacus panopei* (Gissler) (Cirripedia: Thizocephala) on growth and survival of the host crab *Rhithropanopeus harrisii* (Gould) (Brachyura: Xanthidae). J. Exp. Biol. Ecol. 192: 221-232.
- Andryszak, B. L. y R. H. Gore. 1981. The complete larval development in the laboratory of *Micropanope sculptipes* (Crustacea: Decapoda: Xanthidae) with a comparison of larval characters in the western Atlantic xanthid genera. Fish. Bull. 79 (3):487-506.
- Anger, K., J. Harms, M. Montu y Cde. Bakker. 1990. Effects of salinity on the larval development of a semiterrestrial tropical crab, *Sesarma angustipes* (Decapoda: Grapsidae). Mar. Ecol. Prog. Ser. 62 (1-2): 89-94.
- Ballard, B. S. y W. Abbott. 1969. Osmotic accommodation in *Callinectes sapidus* Rathbun. Com. Biochem. Physiol. 29: 671-687.
- Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1986. Population Ecology: a unified study of animals and plants. Oxford Blackwell Scientific Publications. 496-514.
- Begon, M. E., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, populations, and Communities. 3<sup>th</sup> ed. Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Bookhout, C. G. y J. D. Costlow. 1974. Larval development of *Portunus spinicarpus* reared in the laboratory. Bull. Mar. Sci, 24 (1): 21-51.

- Bookhout, C. G. y J. D. Costlow. 1977. Larval development *Callinectes similis* reared in the laboratory. Bull. Mar. Sci., 27 (4): 704-728.
- Brito, R. M. E. Chimal, G. Gaxiola y C. Rosas. 2000. Growth, metabolic rate, and digestive enzyme activity in the white shrimp *Litopenaeus setiferus* early postlarvae fed different diets. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 255: 21-36.
- Brown, A. C. y N. B. Terwilliger. 1999. Developmental changes in oxygen uptake in *Cancer magister* (Dana) in response to changes in salinity and temperature. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 241 (2): 25-40.
- Burnett, L. E. y D. W. Towle. 1990. Sodium ion uptake by perfused gills of the blue crab *Callinectes sapidus*: effects of ouabain and amiloride. J. Exp. Biol. 149: 293-305.
- Cadman, L. R. Y M. P. Weinstein. 1988. Effects of temperature and salinity on the growth of laboratory reared juvenile blue crabs *Callinectes sapidus* Rathbun. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 121: 193-207.
- Chamberlain, N. A. 1962. Ecological studies of the larval development *Rhithropanopeus harrisi* (Xanthidae: Brachyura). Chesapeake Bay Institute, The Johns Hopkins University Tech. Rept. No 28. Ref. 62/18, 47 p.
- Costlow, J. D. y C. G. Bookhout, 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* reared in the laboratory. Biol. Bull., 116: 373-396.

- Cházaro-Olvera, S. 1996. Descripción de las megalopas de las especies *Callinectes sapidus* Rathbun, *C. similis* Williams, *C. rathbunae* Contreras, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) *Pachygrapsus gracilis* (De Saussure) de la boca de comunicación de laguna camaronera, Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias UNAM. 113 pp.
- Chazaro-Olvera, S., A. Rocha-Ramírez y R. Román-Contreras. 2000. Observations on Feeding, Maturity, and Fecundity of *Callinectes similis* Williams, 1966, on the central continental shelf off Veracruz, Gulf of Mexico. *Crustaceana*. 73 (3): 323-332.
- Charmantier, G., M. 1998. Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: a review. *Invertebrate Reprod. Develop.* 33(2-3): 177-190.
- Charmantier, G., M. Charmantier-Daures, y K. Anger 1998. Ontogeny of osmoregulation in the grapsid crab *Armases miersii* (Crustacea, Decapoda). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 164: 285-292.
- Charmantier, G., y M. Charmantier-Daures. 1991. Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in *Cancer irroratus*: Elements of comparison with *C. borealis* (Crustacea, Decapoda). *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*. 180 (1): 125-134.
- Chen, Y. H., P. T. Shaw y T. G. Wolcott 1997. Enhancing Estuarine retention of planktonic larvae by tidal currents. *Estuar. Coast Shelf. Sci.* 45: 525-533.
- Daniel, W. W. 1993. Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa, México. 137-626.

- Darnell, R. 1959. Life History of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) in Louisiana waters. Trans. Amer. Fish. Soc. 88:294-304.
- Diaz, H., y J. D. Costlow. 1972. Larval development of *Ocypode quadrata* (Brachyura:Crustacea) under laboratory conditions. Mar. Biol., 15(2):120-131.
- Diesel, R. y M. Schuh. 1998. Effects of salinity and starvation on larval development of the crabs *Armases ricordi* and *A. roberti* (Decapoda, Grapsidae) from Jamaica, with notes on the biology and ecology of adults. J. Cust. Biol. 18 (3): 423-436.
- Dittel, A. I. y C.E. Epifanio. 1984. Growth and development of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway: zoeae, megalopae, and juveniles. J. Crust. Biol., 4(3):491-494.
- Epifanio, C. E. 1996. Transport of blue crab (*Callinectes sapidus*) larvae in the waters off Mid Atlantic States. Bull. Mar. Sci. 57: 520-526.
- Epifanio, C. E., C. C. Valente y A. E. Penbroke. 1984. Dispersal and recruitment of blue crab larvae in Delaware Bay, U.S.A. Estuar. Coast. Shelf. Sci. 18:1-12.
- Epifanio, C. E., A. K. Masse y R. W. Garvine. 1989. Transport of blue crab larvae by surface currents off Delaware Bay, USA. Mar. Ecol. Prog. Ser. 54: 35-41.
- Escamilla, M. R. 1996. Consideraciones taxonómicas y ecológicas de las megalopas del género *Callinectes* (Crustacea: Portunidae) en la laguna de Alvarado, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. UNAM, ENEP, Iztacala 86 p.

- Findley, A. M., B. W. Belisle y W. B. Stickle. 1978. Effects of salinity fluctuations on the respiration rate of the southern oyster drill *Thais haemastoma* and the blue crab *Callinectes sapidus*. Mar. Biol. 49: 59-67.
- Foward, R. B. y D. Rittshof. 1994. Photoresponses of crab megalopae in offshore and estuarine waters: Implications for transport. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 182: 183-192.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larrios. S. A. México, 71 P.
- García, I. y J. Franco. 1989. Aspectos ecológicos de las poblaciones del género *Callinectes* (Decapoda:Portunidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Rev. Zool. 1: 19-25.
- García-Montes, J. F. 1988. Composición, distribución y estructura de las comunidades de macroinvertebrados epibentónicos del sistema lagunar de Alvarado, Ver. Tesis de Maestría. UACPyP-CCH. UNAM. 124 pp.
- García-Rojas, M. 2001. Estado actual de la pesca de las jaibas del género *Callinectes* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de licenciatura, UNAM, ENEP Iztacala. 48 p.
- Gilbert, S. F. 1991. Development Biology. Snauer Associates, Sunderland. 718-727 pp.
- Guerin, J. L. Y W. B. Stickle. 1992. Effects of salinity gradients on the tolerance and bioenergetics of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus*) from waters of different environmental salinities. Mar. Biol. 114: 391-396.

- Guerin, J. L. Y W. B. 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: 165-186.
- Gezelius, G. 1963. Adaptation on the urchin *Psammechinus miliaris* to the different salinities. *Zool. Bidr. Upps* 35: 329-337
- Glazier, D. Z. and B. L. Sparks. 1997. Energetics of amphipods ion-poor waters: stress resistance is not invariably linked to low metabolic rates. *Functional Ecology*. 11: 126-128.
- Guillory, V. 1993. Ghost fishing in blue crab traps. *N. Am. J. Fish Manage.* 13 (3): 459-466.
- Haefner, P. A. y C. Shuster. 1964. Length increments during terminal molt of the female blue crab, *Callinectes sapidus*, in different salinity environments Chesapeake, Sci., 5(3): 114-118.
- Hartnoll, R. G. 1982. The biology of Crustacea. Growth. Academic Press, Inc. 2: 11-185.
- Henry, R. P. 1988. The subcellular distribution of carbonic anhydrase activity in the gills of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *J. Exp. Zool.* 245: 19-24.
- Hicks, G. R. F. 1980. Seasonal and geographic adaptation to temperature and salinity in the harpacticoid *Zaus spinatus spinatus* Goodier. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 42: 253-266.
- Hyman, O. W. 1920. Development of *Gelasimus* after hatching. *J. Morphol.* 33: 485-525.
- INEGI. 1988. Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del estado de Veracruz, México: 29-32.

- Jaworski E. 1972. The blue crab fishery, Barataria Estuary, Louisiana. Publication No. LSU-SG-72-01. Center for waterland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana 112 p.
- Johnson, D. F., B. S. Hester y J. R. McConnaugha. 1984. Studies of a wind mechanism influencing the recruitment of blue crabs in the middle Atlantic Bight, Cont. Shelf Res. 3: 425-437.
- Juarez-Zamacona, E. 1995. Biología pesquera de *Callinectes sapidus* Rathbun (Crustacea: Portunidae), en la laguna de Celestun, Yuc. Tesis de Licenciatura, UNAM, ENEP Iztacala, 79 pp.
- Kalber, F. A. 1970. Osmoregulation in decapod larvae as a consideration in culture techniques. Helgol. Wiss. Meeresunters. 20: 697-706.
- Kalber, F. A. y J. D. Jr. Costlow. 1966. The ontogeny of osmoregulation and its neurosecretory control in the decapod crustacean *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) Amer. Zool. 6: 221-229
- Kalber, F. A. y J. D. Jr. Costlow. 1968. Osmoregulation in larvae of the land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille. Amer. Zool. 8: 411-416.
- King, E. N. 1965. The oxygen consumption of intact crabs and excised gills as a function of decreased salinity. Comp. Biochem. Physiol. 15: 93-102.
- Kinne, O. 1971. Salinity: animals/invertebrates. In: Marine Ecology, Vol I, Environmental factors Part 2, O. Kinne (Ed), Wiley/Interscience. New York. 821-995
- Lambert, R. y C. E. Epifanio. 1982. A comparison of dispersal strategies in two genera of brachyuran crab in a secondary estuary. Estuaries, 5(3) 182:188.

- Larez, M. B., J. L. Palzon-Fernandez, y C. J. Bolaños. 2000. The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura: Majidae) reared in the laboratory. J. Plank. Res. 22 (10): 1855-1869.
- Latz, M. I. y R. B. Foward. 1977. The effect of salinity upon phototaxis and geotaxis in a larval crustacean. Biol. Bull. 152: 163-179.
- Leffler, C. W. 1972. Some effects of temperature on the growth and metabolic rate of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus*, in the laboratory. Mar. Biol. (14): 104-110.
- Leffler, C. W. 1975. Ionic and osmotic regulation and metabolic response to salinity of juvenile *Callinectes sapidus* Rathbun. Comp. Biochem. Physiol. 52 A: 545-549.
- Lippson, R. L. 1973. The Chesapeake Bay in Maryland. An atlas of natural resources. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore. p. 26-27.
- McGaw, I. J. y C. L. Reiber. 2000. Integrated physiological responses to feeding in the blue crab *Callinectes sapidus*. J. Exp. Biol.: 203 (2) 359-368.
- Magnum, C. P. y A. L. Weiland. 1975. The function of hemocyanin in respiration of the blue crab *Callinectes sapidus*. J. Exp. Zool. 193 (3): 257-264.
- Mashiko, K. 1983. Evidence of differentiation between the estuarine and upper fresh water population inhabiting the same water system in the long-armed prawn *Macrobrachium nipponense* (de Hann). Zool. Mag., Tokyo. 92: 180-185.

- McConaughy, J. R., D. F. Johnson, A. J. Provenzano y R. C. Mairs. 1983. Seasonal distribution of larvae of *Callinectes sapidus* (Crustacea: Decapoda) in the waters adjacent to Chesapeake Bay. *J. Crust. Biol.* 3(4): 582-591.
- Millikin, M. R. y A. B. Williams. 1984. Synopsis of biological data on the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *FAO Fish. Syn.*, 138: 1-39.
- Neufeld, G. J., C. W. Holliday y J. B. Pritchard. 1980. Salinity adaptation of gill Na, K-ATPase in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *J. Exp. Zool.* 211: 215-224.
- Newcombe, C. L., F. Campbell y A. M. Eckstine. 1949. A study of the form and growth of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Growth.* 13: 71-96.
- NMFS, 2000. National Marine Fisheries Service. Office of science and technology. Silver Springs, U. S. A.: 1-2.
- Norse, E. A. y V. Fox-Norse. 1983. Geographical ecology and evolutionary relationships in *Callinectes* spp. (Brachyura: Portunidae). *Proceedings Blue Crab Colloquium, October 18.19, 1979.* 1:19.
- Ortega, S. A. 1994. Biotecnología para el cultivo de la jaiba. Sepesca-UNAM. México, D.F. 87 p.
- Paul, R.K.G. 1981. The development of fishery for portunid crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Brachyura) in Sinaloa, Mexico. *Publ. Overseas Development Administration, London. Tech. Report.* 78 p.
- Paul, A. H. Jr y D. Garten. 1974. Methods of handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). Chesapeake bay VIMS. *Tech. Report.*, 108 pp.

- Paul, R. K. G., A. B. Bowers y F. J. Flores. 1983. Growth and Ecdysis of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway (decapoda: Brachyura) with reference to the exploitation of softshell crabs in Sinaloa, México. Technical Report Overseas Development Administration, London, 1-45
- Pequeux, A., R. Guilles y W. S. Marshall. 1988. Na Cl transport in gills and related structures. In Advances in comparative and environmental Physiology, Ed. Greger. 1: 1-73.
- Pequeux, A. 1995. Osmotic regulation in crustaceans. J. Crust. Biol. 15(1): 1-60.
- Perry, H. M. 1975. The blue crab fishery in Mississippi. Gulf. Res. Rep. 5:39-57.
- Piller, S. C., R. P. Henry, J. E. Doeller y D. W. Kraus. 1995. A comparison of the gill physiology of two euryhaline crab species, *Callinectes sapidus* and *Callinectes similis*: Energy production, transport/related enzymes and osmoregulation as a function of acclimation salinity. J. exp. Biol. 198: 349-358.
- Powers, L. H. 1977. A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of México. Cont. Mar. Sci. Texas University. Supplement 20: 1-190 p.
- Pullen, E. J. y W. L. Trent. 1970. Carapace with total weight relation of the blue crabs from Galveston Bay, Texas. Trans. Am. Fish. Soc. 99: 795-798
- Quijano-Fernández, A. D. 1985. Fecundidad y crecimiento en la jaiba, *Callinectes arcuatus* Ordway 1863, en el sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM. 65 p

- Quintero, L. G. 1986. Efecto de varias dietas en la sobrevivencia y tiempo de duración de los estadios larvales de los cangrejos *Mitras caribbaeus* Rathbun, 1920 y *Stenorhynchus seticornis* Herbst, 1788 (Decapoda:Brachyura) en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura, Universidad de Oriente, Venezuela.
- Quinn, D. J. Y C. E. Lane. 1966. Ionic regulation and Na-K stimulated ATPase activity in the land crab, *Cardisoma gunthumi* Comp. Biochem. Physiol., 19: 533-543.
- Rabalais, N. N. Y J. N. Cameron. 1985. The effects of factors important in semi-arid environments on the early development of *Uca subcylindrica*. Biol. Bull., 168: 147-160.
- Rabinovich, J. E. 1982. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Ed Continental, México. 313 p.
- Raz-Guzmán, A., A. J. Sánchez y L. A. Soto. 1992. Catálogo Ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de la laguna de Alvarado Veracruz. Cuadernos 14 Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, 51 pp.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Department of environment fisheries and marine service. 1: 29-32 y 203-233.
- Robles, R. R. 2000. Efecto del parásito *Loxothylacus texanus* (Rhizocephala: Sacculinidae) sobre la tasa de respiración de *Callinectes rathbunae* (Decapoda: Portunidae) en respuesta a los cambios de salinidad. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias. UNAM 54 p.

- Rocha, R. A., S. Cházaro-Olvera y P. M. Mueller-Meier. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura:Portunidae) en seis cuerpos de agua costeros del estado de Veracruz, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México, 19 (1): 33-41
- Rocha, R. A., S. Cházaro-Olvera y H. Vazquez-Lopez. 1997. Producción de jaiba suave: una alternativa en el manejo de la pesquería. Informar. (41): 21-23.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1994. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaría de Pesca, México. 305 p.
- Rosas, C. 1989. Aspectos de la Ecofisiología de las jaibas *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae* y *Callinectes similis* de la zona sur de la laguna de Tamiahua, Veracruz (Crustacea; Decapoda; Portunidae). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. 199 p.
- Rosas, C. y E. Lazaro-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. Rev. Inv. Mar. 7(2):71-79.
- Rosas, C., C. Venegas, I. Tabares y J. Ramírez. 1993. Energy balance of *Callinectes rathbunae* Contreras 1930 in floating cages in a tropical coastal lagoon. Journal of the World Aquaculture Soc. 24(1): 71-79.
- Rosas, C., E. Lázaro-Chávez y F. Bückle-Ramírez. 1994. Feeding habits and food niche segregation of *Callinectes sapidus*, *C. rathbunae* and *C. similis* in a subtropical coastal lagoon of the Gulf of Mexico. J. Crust. Biol. 14: 371-382.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Rosas, C., E. Martínez, G. Gaxiola, R. Brito, A. Sánchez, L. A. Soto. 1999. The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption, ammonia excretion and osmotic pressure of *Penaeus setiferus* (Linnaeus) juveniles. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 234: 41-57.
- Ruíz, D. M. F. 1993. Recursos Pesqueros de las costas de México. Su conservación y manejo socioeconómico. Ed. Limusa, México. 283 p.
- SEMARNAP. 1999. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca Registro integral de la actividad pesquera. México. 901 pp.
- Shaner, S. W. , J. H. Crowe y A. W. Knight. 1985. Long-term adaptations to low salinities in the euryhaline shrimp *Crangon franciscorum* (Stimpson). J. Exp. Zool. 235: 315-323.
- Smith, R. I. 1967. Osmotic regulation and adaptive reduction of water permeability in a brakish water crab: *Rhithropanopeus harrisi* (Brachyura, Xanthidae). Biol. Bull., 133: 643-658.
- Stancyk, S. E. y P. L. Shaefer. 1977. The salinity tolerance of *Ophiothrix angulata* (Say) (Echinodermata: Ophiuroidea) in latitudinally separate populations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 29: 35-43.
- Steele, P. y H. M. Perry (eds). 1990. The blue crab fishery of the Gulf of Mexico United States: a regional management plan. Gulf St. Mar. Fish. Comm. Publ. 21.
- Stuck, K. C. y H. M. Perry. 1981. Observations on the distribution and seasonality of portunid megalopae in Mississippi coastal waters. Gulf Res. Rep. 7:93-95.

- Stuck, K. C. y F. M. Truesdale. 1988. Larval development of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.*, 42(1):101-132.
- Sulkin, S. D. y W. Van Heukelem. 1986. Variability in the length of the megalopal stage and its consequence to dispersal and recruitment in the portunid crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Bull. Mar. Sci.* 39 (2): 269-278.
- Swanson, C. 1998. Interactive effects of salinity on metabolic rate, activity, growth and osmoregulation in the euryhaline milkfish (*Chanos chanos*). *J. Exp. Biol.* 201: 3335-3366.
- Tagatz, M. E. 1965. The fishery for blue crabs in the St. Johns River, Florida, with special reference to fluctuation in yield between 1961 and 1962. *US. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish* 501, 11 p.
- Tagatz, M. E. 1968. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fish. Bull* 6(1):17-33.
- Tagatz, M. E. 1971. Osmoregulatory ability of the blue crabs in different temperature-salinity combinations. *Chesapeake Sci.* 12: 14-17.
- Tan, Eng-Chow, y W. A. Van Engel. 1966. Osmoregulation in the adult blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Chesapeake Sci.* 7: 30-35.
- Towle, D. W. , G. E. Palmer y J. L. Harris III. 1976. Role of gill  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -dependent ATPase in acclimation of blue crabs (*Callinectes sapidus*) to low salinity. *J. Exp. Biol.* 196: 315-321.

- Vargas-Maldonado, I. 1986. Estudios ecológicos básicos de las lagunas costeras del Golfo de México. Estudio ecológico de la ictiofauna de la laguna de Alvarado, Veracruz. Estructura de las comunidades de peces para las épocas de nortes y secas. Informe Técnico. PCECBNA/UAM IZTAPALAPA/CONACYT.
- Vernberg, F. J. y Piyatiratitivorakul, S. 1998. Effects of salinity on the bioenergetics of adult stages shrimp (*Palaemonetes pugio* Holthuis) from the North Inlet Estuary, South Carolina. *Estuaries*. 21(1): 176-193.
- Williams, A. B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fish. Bull.* 72(3):685-798.
- Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. *Smith. Inst. Press. Washington, D.C.*, 550 p
- Winget, R. R. 1976. Effects of diet and temperature on growth and mortality of the blue crab, *Callinectes sapidus*, maintained in a recirculation culture system. *Nat shellfish Assoc*, 66: 29-32.
- Zar, J. H. 1974. *Bioestatistical analysis*. Prentice may, Englewood Cliffs, N. J.

## APÉNDICE I

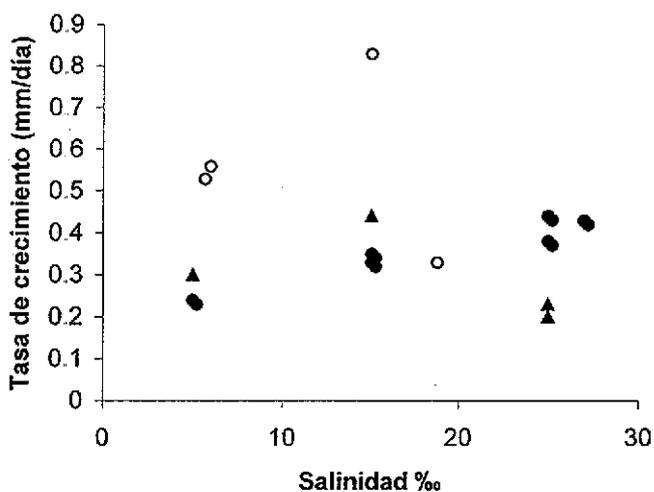


Fig. 31. Relación entre la concentración de salinidad y las tasas de crecimiento evaluadas en condiciones de laboratorio para *C. sapidus*. Los círculos oscuros representan datos de tasas de crecimiento obtenidas en el laboratorio, los círculos blancos representan las tasas de crecimiento obtenidas en condiciones naturales, los triángulos oscuros representan las tasas de crecimiento de *C. rathbunae*

*Estadísticas de la regresión de las  
tasas de crecimiento de C. sapidus*

Coefficiente de correlación	0.9706
Error típico	0.0214
Observaciones	7

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>F</i>	Valor crítico de <i>F</i>
81.3612	0.00028

Coeficientes	
Ordenada al origen	0.2029
Pendiente	0.0085

<i>Estadísticas de la regresión de las tasas de crecimiento de C. rathbunae</i>	
Coefficiente de correlación	0.4475
Error típico	0.0849
Observaciones	6

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
1.0014	0.3743

<i>Coefficientes</i>	
Ordenada al origen	0.3654
Pendiente	-0.0043

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

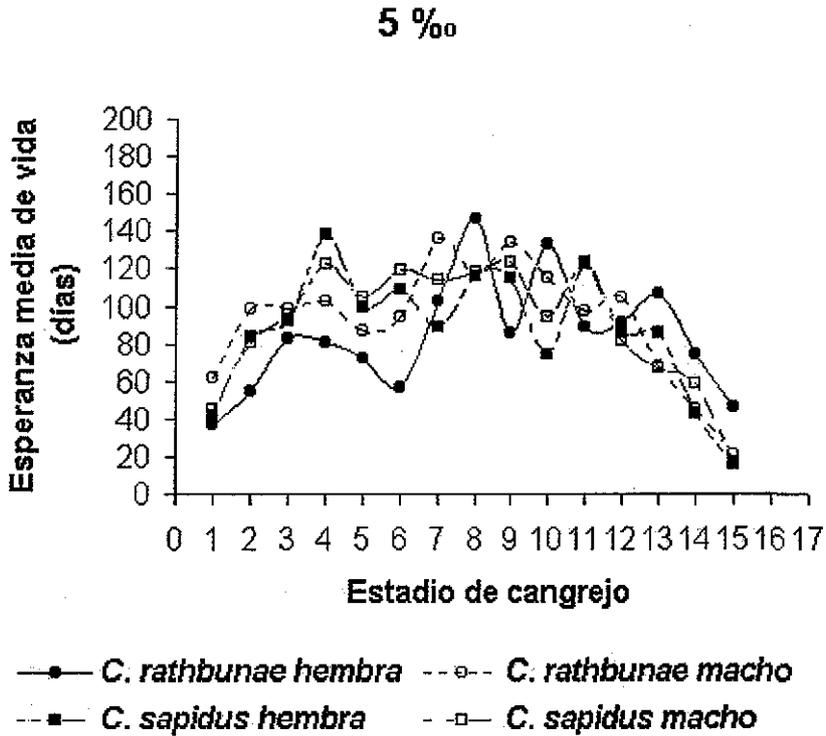


Fig. 32 Esperanza media de vida a 5 ‰ de *C. rathbunae* y *C. sapidus* respecto a los estadios de cangrejo.

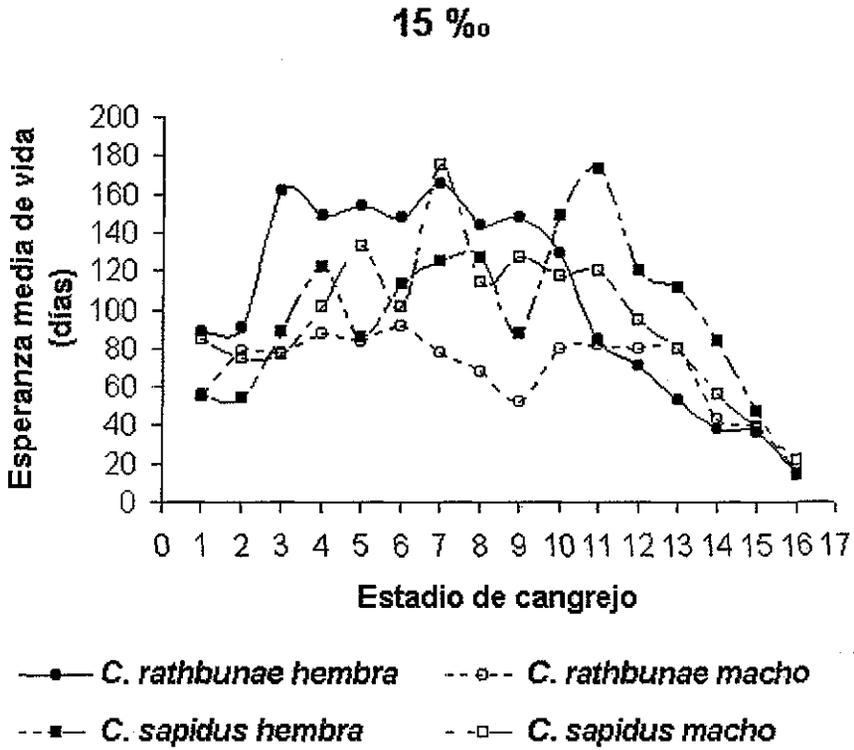


Fig. 33. Esperanza media de vida a 15 ‰ de *C. rathbunae* y *C. sapidus* respecto a los estadios de cangrejo.

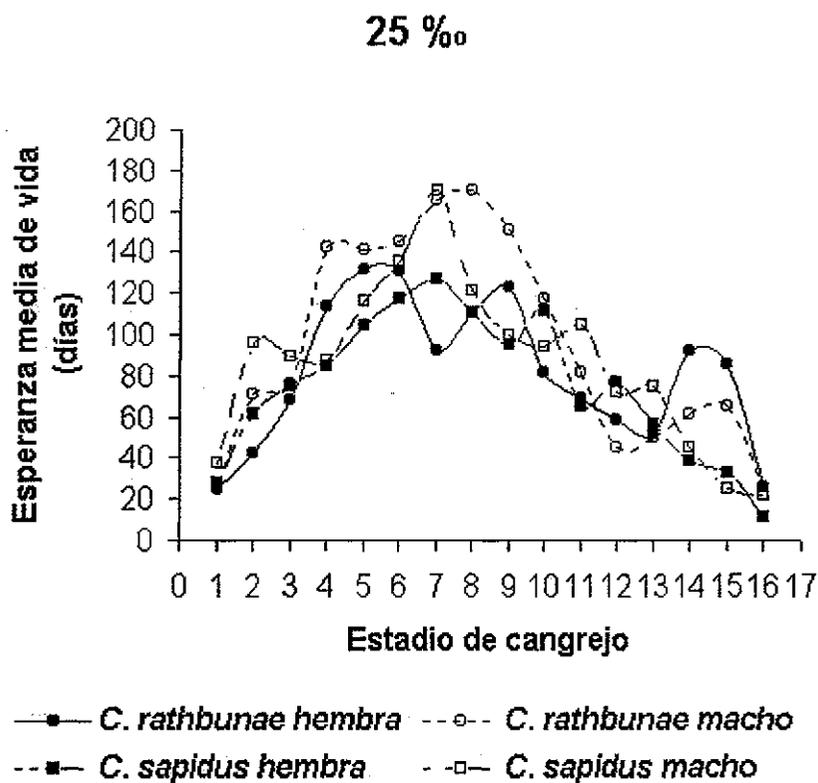


Fig. 34. Esperanza media de vida a 25 ‰ de *C. rathbunae* y *C. sapidus* respecto a los estadios de cangrejo.

## APÉNDICE II

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Consumo de oxígeno ( $\text{mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PS}$ ) para cuatro estadios en *Callinectes rathbunae* y *Callinectes sapidus*

*Callinectes rathbunae*

SALINIDAD ‰	ESTADIO			
	MEGALOPA	CANGREJO I	CONGREJO II	CANGREJO III
5	0.310 ± 0.062	0.171 ± 0.046	0.161 ± 0.028	0.106 ± 0.099
15	0.201 ± 0.074	0.121 ± 0.029	0.106 ± 0.013	0.105 ± 0.004
25	0.211 ± 0.056	0.111 ± 0.036	0.106 ± 0.015	0.105 ± 0.003
35	0.129 ± 0.038	0.109 ± 0.048	0.106 ± 0.011	0.105 ± 0.002

*Callinectes sapidus*

SALINIDAD ‰	ESTADIO			
	MEGALOPA	CANGREJO I	CONGREJO II	CANGREJO III
5	0.612 ± 0.064	0.354 ± 0.039	0.250 ± 0.034	0.108 ± 0.028
15	0.450 ± 0.036	0.250 ± 0.076	0.198 ± 0.074	0.106 ± 0.011
25	0.320 ± 0.094	0.181 ± 0.078	0.108 ± 0.032	0.106 ± 0.008
35	0.161 ± 0.085	0.111 ± 0.093	0.108 ± 0.030	0.106 ± 0.004

Análisis de varianza para la comparación del consumo de oxígeno de las megalopas de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15, 25 y 35 ‰

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Salinidad	0.012247687	3	0.004082562	4.00139531	0.045945279	3.86253873
Estadíos	0.028183687	3	0.009394562	9.20778514	0.00417927	3.86253873
Error	0.009182563	9	0.001020285			
Total	0.049613937	15				

Análisis de varianza para la comparación del consumo de oxígeno de las megalopas de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15, 25 y 35 ‰

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Salinidad	0.098738188	3	0.032912729	5.07046869	0.025101568	3.86253873
Estadíos	0.173144188	3	0.057714729	8.8914148	0.004687583	3.86253873
Error	0.058419562	9	0.006491062			
Total	0.330301938	15				

Análisis de varianza sobre la tolerancia a la salinidad de megalopas de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15, 25 y 35 %.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Hora	2 745442472	9	0 305049164	18 8695148	1 85252E-09	2.25013252
Salinidad	0.476497548	3	0 158832516	9.82494909	0.000149521	2.96034841
Error	0.436488565	27	0 016166243			
Total	3.658428585	39				

Análisis de varianza sobre la tolerancia a la salinidad de megalopas de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15, 25 y 35 %.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Hora	2.637377888	9	0 293041988	20 3743285	7.79554E-10	2.25013252
Salinidad	0.202422201	3	0 067474067	4.69126906	0 009193573	2.96034841
Error	0.388338377	27	0 014382903			
Total	3.228138466	39				

Análisis de varianza sobre la tolerancia a la salinidad de megalopas de *C. rathbunae* y *C. sapidus* a salinidad de 5, 15, 25 y 35 %.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Salinidad	0.642	3	0.214	33.385	0.001
Hora	5.194	9	0.577	90.05	0.001
Especie	0.0798	1	0.0798	12.446	0.002
Residual	0.173	27	0.00641		
Total	6.967	79	0.0882		

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5 ‰

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	4048.423297	15	269.8948865	8.06445014	0.000113037	2.40344633
Sexo	132.4231531	1	132.4231531	3.95679936	0.059951575	4.54306814
Error	502.0085969	15	33.46723979			
<b>Total</b>	<b>4682.855047</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	18582.4318	15	1238.828786	179.026896	3.91006E-14	2.40344633
Sexo	29.89577813	1	29.89577813	4.32032935	0.055237658	4.54306814
Error	103.7968719	15	6.919791458			
<b>Total</b>	<b>18716.12445</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 5 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	12104.2093	15	806.9472865	9.7969462	3.40045E-05	2.40344633
Sexo	2026.456953	1	2026.456953	24.6027096	0.000171112	4.54306814
Error	1235.508397	15	82.36722646			
<b>Total</b>	<b>15366.17465</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 5 ‰

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	7958.390797	15	530.5593865	4.10532733	0.004789226	2.40344633
Sexo	4141.637578	1	4141.637578	32.0468893	4.52304E-05	4.54306814
Error	1938.552072	15	129.2368048			
<b>Total</b>	<b>14038.58045</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 15 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	7970.413772	15	531.3609181	26.0371785	4.87342E-08	2.40344633
Sexo	245.4774031	1	245.4774031	12.0286207	0.003440686	4.54306814
Error	306.1166469	15	20.40777646			
<b>Total</b>	<b>8522.007822</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 15 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	13778.24047	15	918.5493648	14.9798984	2.15931E-06	2.40344633
Sexo	2573.851878	1	2573.851878	41.9749238	1.0407E-05	4.54306814
Error	919.7819719	15	61.31879812			
<b>Total</b>	<b>17271.87432</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 15 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	10161.01045	15	677.4006965	7.91183685	0.000126871	2.40344633
Sexo	2439.685878	1	2439.685878	28.4947989	8.28454E-05	4.54306814
Error	1284.279572	15	85.61863812			
<b>Total</b>	<b>13884.9759</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 15 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	11222.66257	15	748.1775048	36.6035637	4.36414E-09	2.40344633
Sexo	289.2613781	1	289.2613781	14.1517183	0.00188459	4.54306814
Error	306.6002719	15	20.44001812			
<b>Total</b>	<b>11818.52422</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	16119	15	1074.6	50.371875	4.38296E-10	2.40344633
Sexo	450	1	450	21.09375	0.000351977	4.54306814
Error	320	15	21.33333333			
<b>Total</b>	<b>16889</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	4539.161322	15	302.6107548	11.008192	1.62277E-05	2.40344633
Sexo	2336.715703	1	2336.715703	85.0036379	1.43915E-07	4.54306814
Error	412.3439469	15	27.48959646			
<b>Total</b>	<b>7288.220972</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre hembras de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	10202.28345	15	680.1522298	9.89276412	3.19853E-05	2.40344633
Sexo	668.4082031	1	668.4082031	9.72194811	0.007052958	4.54306814
Error	1031.287447	15	68.75249646			
<b>Total</b>	<b>11901.9791</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza de la sobrevivencia entre machos de *C. sapidus* y *C. rathbunae* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	7654.927188	15	510.3284792	3.05951447	0.018821425	2.40344633
Sexo	2806.877813	1	2806.877813	16.8277563	0.000942115	4.54306814
Error	2502.007187	15	166.8004792			
<b>Total</b>	<b>12963.81219</b>	<b>31</b>				

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5 ‰.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	2762.853172	15	184.1902115	12.6279506	6.67461E-06	2.40344633
Sexo	4.522528125	1	4.522528125	0.31006133	0.585855423	4.54306814
Error	218.7887219	15	14.58591479			
Total	2986.164422	31				

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5 ‰.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	3997.305088	15	266.4870058	129.374819	4.34474E-13	2.40344633
Sexo	4.7586125	1	4.7586125	2.31022382	0.149321631	4.54306814
Error	30.8970875	15	2.059805833			
Total	4032.960787	31				

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 15 ‰.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	1312.473972	15	87.49826479	3.9365992	0.005887568	2.40344633
Sexo	78.09375313	1	78.09375313	3.51348461	0.080480985	4.54306814
Error	333.4029969	15	22.22686646			
Total	1723.970722	31				

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 15 ‰.

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	2762.853172	15	184.1902115	12.6279506	6.67461E-06	2.40344633
Sexo	4.522528125	1	4.522528125	0.31006133	0.585855423	4.54306814
Error	218.7887219	15	14.58591479			
Total	2986.164422	31				

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	6736.546088	15	449.1030725	51.1963485	3.89659E-10	2.40344633
Sexo	74.54205	1	74.54205	8.49756104	0.010663918	4.54306814
Error	131.58255	15	8.77217			
Total	6942.670688	31				

Análisis de varianza del periodo de intermuda entre machos y hembras de *C. sapidus* a salinidad de 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
Estadio	1551.358572	15	103.4239048	5.37853933	0.001170309	2.40344633
Sexo	8.684028125	1	8.684028125	0.45161113	0.511789679	4.54306814
Error	288.4349219	15	19.22899479			
Total	1848.477522	31				

Análisis de varianza del número de sobrevivientes entre hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	11352.39053	15	756.8260356	25.5283563	5.10777E-13	2.01480432
Salinidad	10996.84638	2	5498.42319	185.466276	1.29047E-17	3.31583294
Error	889.3945542	30	29.64648514			
Total	23238.63147	47				

Análisis de varianza del número de sobrevivientes entre machos de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	11859.21913	15	790.6146089	25.7098777	4.64264E-13	2.014804323
Salinidad	5242.062079	2	2621.03104	85.2329147	4.22876E-13	3.315832942
Error	922.5418542	30	30.75139514			
Total	18023.82307	47				

Análisis de varianza del número de sobrevivientes entre hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	14993.81306	15	999.5875376	82.4977214	3.45065E-20	2.014804323
Salinidad	420.3737167	2	210.1868583	17.347092	3.18E-10	3.315832942
Error	363.4964167	30	12.11654722			
Total	15777.6832	47				

Análisis de varianza del número de sobrevivientes entre machos de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	12203.82977	15	813.5886511	16.9387949	1.12123E-10	2.014804323
Salinidad	3838.057329	2	1919.028665	39.9538917	3.4785E-09	3.315832942
Error	1440.932471	30	48.03108236			
Total	17482.81957	47				

Análisis de varianza de las tasas de crecimiento entre hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gf	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	0.039646926	13	0.003049764	0.28719904	0.989011047	2.119165288
Salinidad	0.324729648	2	0.162364824	15.290045	4.07405E-05	3.36900996
Error	0.276093721	26	0.010618989			
Total	0.640470294	41				

Análisis de varianza de las tasas de crecimiento entre machos de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gf	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	0.152064203	13	0.011697246	1.11004294	0.393812902	2.119165288
Salinidad	0.151362446	2	0.075681223	7.18198154	0.003286504	3.36900996
Error	0.273978956	26	0.010537652			
Total	0.577405605	41				

Análisis de varianza de las tasas de crecimiento entre hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gf	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	0.218956523	13	0.016842809	2.85072811	0.011112686	2.119165288
Salinidad	0.285528144	2	0.142764072	24.1635194	1.17421E-06	3.36900996
Error	0.153614456	26	0.005908248			
Total	0.658099123	41				

Análisis de varianza de las tasas de crecimiento entre machos de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gf	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	0.215256615	13	0.016558201	2.15835192	0.046047462	2.119165288
Salinidad	0.147135612	2	0.073567806	9.58952085	0.000759403	3.36900996
Error	0.199463871	26	0.007671687			
Total	0.561856098	41				

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Análisis de varianza sobre el tiempo que requieren para alcanzar la talla comercial entre machos y hembras de *C. Rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Sexo	4717.502078	1	4717.502078	4.52371266	0.167277894	18.51276465
Salinidad	55705.54988	2	27852.77494	26.7086158	0.036089858	19.00002644
Error	2085.677156	2	1042.838578			
Total	62508.72911	5				

Análisis de varianza sobre el tiempo que requieren para alcanzar la talla comercial entre machos y hembras de *C. Sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Sexo	105.0059845	1	105.0059845	0.24153017	0.671743452	18.51276465
Salinidad	36852.93553	2	18426.46777	42.3837546	0.023050103	19.00002644
Error	869.5061561	2	434.7530781			
Total	37827.44767	5				

Análisis de varianza sobre el tiempo en intermuda entre hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	4769.001633	15	317.9334422	7.50555696	1.64404E-06	2.014804323
Salinidad	338.7391292	2	169.3695646	3.99836175	0.028881955	3.315832942
Error	1270.792204	30	42.35974014			
Total	6378.532967	47				

Análisis de varianza sobre el tiempo en intermuda entre machos de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	5718.257915	15	381.2171943	14.5844901	7.41649E-10	2.014804323
Salinidad	1100.135704	2	550.0678521	21.0443266	1.94453E-06	3.315832942
Error	784.1560292	30	26.13853431			
Total	7602.549648	47				

Análisis de varianza sobre el tiempo en intermuda entre hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	3433.361733	15	228.8907822	9.55696915	1.15532E-07	2.014804323
Salinidad	778.8144292	2	389.4072146	16.2590765	1.64713E-05	3.315832942
Error	718.5043042	30	23.95014347			
Total	4930.680467	47				

Análisis de varianza sobre el tiempo en intermuda entre machos de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Estadio	5129.125498	15	341.9416999	26.5129886	3.06477E-13	2.014804323
Salinidad	727.0008292	2	363.5004146	28.1845775	1.29252E-07	3.315832942
Error	386.9141708	30	12.89713903			
Total	6243.040498	47				

Análisis de varianza sobre el incremento por muda entre hembras de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	782.6146444	14	55.90104803	6.53956809	1.32538E-05	2.06354045
Salinidad	25.34843111	2	12.67421556	1.48268953	0.244310891	3.340389299
Error	239.3475022	28	8.548125079			
<b>Total</b>	<b>1047.310578</b>	<b>44</b>				

Análisis de varianza sobre el incremento por muda entre machos de *C. rathbunae* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	624.7345644	14	44.62389746	7.67655695	2.79238E-06	2.06354045
Salinidad	22.40773556	2	11.20386778	1.92737824	0.332075978	3.340389299
Error	162.7642622	28	5.813009365			
<b>Total</b>	<b>809.9065622</b>	<b>44</b>				

Análisis de varianza sobre el incremento por muda entre hembras de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	923.2041911	14	65.94315651	12.9246573	1.04853E-08	2.06354045
Salinidad	10.99323111	2	5.496615556	1.07731986	0.354204783	3.340389299
Error	142.8593689	28	5.102120317			
<b>Total</b>	<b>1077.056791</b>	<b>44</b>				

Análisis de varianza sobre el incremento por muda entre machos de *C. sapidus* a salinidad de 5, 15 y 25 ‰.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico
Estadio	979.6787244	14	69.97705175	9.21847849	4.27259E-07	2.06354045
Salinidad	11.43153778	2	5.715768889	0.75297103	0.480263571	3.340389299
Error	212.5467289	28	7.590954603			
<b>Total</b>	<b>1203.656991</b>	<b>44</b>				

## APÉNDICE III

Valores de la concentración de oxígeno inicial y final considerando las diferentes concentraciones de salinidad y estadios de desarrollo

<i>Callinectes rathbunae</i>				
%o	Estadio	mg O <sub>2</sub> inicial		mg O <sub>2</sub> final
5	Megalopa	5.2242	± 0.0255	5.0441 ± 0.0325
5	Cangrejo 1	5.3118	± 0.0633	5.1258 ± 0.0325
5	Cangrejo 2	6.4110	± 0.0256	5.1116 ± 0.0362
5	Cangrejo 3	5.0031	± 0.0290	3.1128 ± 0.0368
15	Megalopa	6.4033	± 0.0457	6.1032 ± 0.0246
15	Cangrejo 1	6.3216	± 0.0290	5.1211 ± 0.0574
15	Cangrejo 2	6.2418	± 0.0359	5.2521 ± 0.0459
15	Cangrejo 3	5.7410	± 0.0288	4.0210 ± 0.0258
25	Megalopa	5.8530	± 0.0699	5.2420 ± 0.0264
25	Cangrejo 1	6.3122	± 0.0365	5.3224 ± 0.0268
25	Cangrejo 2	6.6111	± 0.0260	5.3124 ± 0.0894
25	Cangrejo 3	6.5212	± 0.0364	4.2413 ± 0.0957
35	Megalopa	5.5223	± 0.0370	5.2213 ± 0.0658
35	Cangrejo 1	6.2032	± 0.0266	5.4142 ± 0.0458
35	Cangrejo 2	5.7423	± 0.0365	5.3424 ± 0.0985
35	Cangrejo 3	6.4211	± 0.0987	4.2233 ± 0.0565

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Valores de la concentración de oxígeno inicial y final considerando las diferentes concentraciones de salinidad y estadios de desarrollo

<i>Callinectes sapidus</i>				
%o	Estadio	mg O <sub>2</sub> inicial		mg O <sub>2</sub> final
	5 Megalopa	5.6424	± 0.0370	4.5434 ± 0.0258
	5 Cangrejo 1	5.7401	± 0.0368	4.5502 ± 0.0984
	5 Cangrejo 2	6.5112	± 0.0370	5.1513 ± 0.0578
	5 Cangrejo 3	5.4101	± 0.0254	3.2102 ± 0.0984
	15 Megalopa	6.4101	± 0.0587	6.0099 ± 0.0955
	15 Cangrejo 1	6.1363	± 0.0599	5.2012 ± 0.0659
	15 Cangrejo 2	6.2425	± 0.0255	5.0101 ± 0.0585
	15 Cangrejo 3	5.7369	± 0.0699	4.0095 ± 0.0695
	25 Megalopa	5.8526	± 0.0599	5.2034 ± 0.0695
	25 Cangrejo 1	6.1369	± 0.0584	5.4097 ± 0.0599
	25 Cangrejo 2	6.5235	± 0.0254	5.3959 ± 0.0585
	25 Cangrejo 3	6.4147	± 0.0699	4.2190 ± 0.0699
	35 Megalopa	5.6563	± 0.0654	5.0833 ± 0.0658
	35 Cangrejo 1	6.2245	± 0.0259	5.4728 ± 0.0696
	35 Cangrejo 2	6.0698	± 0.0266	5.0089 ± 0.0984
	35 Cangrejo 3	6.5589	± 0.0694	4.3319 ± 0.0587