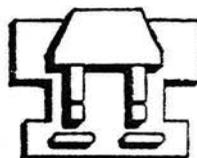




UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES CAMPUS IZTACALA

EFFECTOS OCASIONADOS POR EL CIRRIPIEDIO
PARASITO *Loxothylacus texanus* (CIRRIPIEDIA:
RHIZOCEPHALA EN SU HOSPEDERO *Callinectes*
rathbunae (CRUSTACEA: DECAPODA)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

GABRIEL RODRIGUEZ HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESIS: HORACIO VAZQUEZ LOPEZ



Instituto
de Biología

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

2002.



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.



U.N.A.M. CAMPUS

Efectos ocasionados por el cirripedio parásito
Loxothylacus texanus (Cirripedia: Rhizocephala)
en su hospedero *Callinectes rathbunae*
(Crustacea: Decapoda).

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	9
Objetivos.....	11
Área de estudio.....	12
Material y métodos.....	14
Resultados.....	17
Análisis y discusión	25
Conclusiones.....	35
Literatura citada.....	36
Anexo 1	46
Anexo 2	51
Anexo 3	54

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a ese deseo de conocer y desentrañar todo lo que nos rodea dirigiéndolo, la mayoría de las veces, hacia la obtención de un beneficio. Ese mismo deseo es el que se despierta a medida que transcurre la carrera y nos impulsa para dedicar tiempo y esfuerzo a nuestro estudio y trabajo.

Aprovecho para brindar un reconocimiento a la gente que dedica y ha dedicado su vida a la investigación y que por encima de su tiempo y de su familia, obtienen logros y reconocimientos.

Probablemente la decisión de trabajar en esta área estaba predispuesta por el respeto, admiración y asombro que tengo por el mar. La incertidumbre de querer conocer los secretos que pudieran estar escondidos en sus profundidades. Ese sentimiento único y extraño que experimentaba cada vez que me encontraba cerca de el.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida UNAM y a la ENEP Iztacala por hacerme participe de este orgullo.

Al M. en C. Horacio Vázquez López, por dirigirme en este trabajo de investigación con el aporte de sus conocimientos, consejos, correcciones y dedicación de tiempo desinteresado.

Al Instituto de Biología por permitirme el uso de sus instalaciones y al Dr. Fernando Álvarez por su apoyo y colaboración.

A los profesores Dr. Sergio Cházaro, Dr. Jaime Barral, M. en C. Jonathan Franco y al Biol. Ángel Moran por las valiosas correcciones realizadas a este trabajo.

A la M. en C. Leonor Abundiz, Biol. Sergio Stanford, Biol. Marcela Ibarra, Biol. Alejandro Monsalvo, Biol. Gerardo Montiel y demás profesores que a lo largo de la carrera enriquecieron la vida universitaria no solo en aspectos de estudio.

A mis compañeros por todos los buenos y malos momentos que compartimos durante la carrera.

A mis padres Ofelia y Vitelio, y a mis hermanos Elizabeth, Ofelia y Moisés, por motivarme y apoyarme para realizarme como profesionista en lo social y como humano en la vida, al enseñarme valores y verdaderos intereses, por sus consejos, por todos esos momentos de alegrías y tristezas...mil gracias.

A mis abuelos: Rosa, Lilia, y a la memoria de Luis y Mario.

A mis tíos: Licha, Beca, Rubén, Elsa, Carlos, Benjamín, Memo, Ubaldo, Rosa, Nalo, Tere, Beto y Male, Mayo, a la güera y a los compadres Feliciano y Anatolia, por su preocupación e interés en mis estudios, en mi vida y por brindarme siempre una cálida y cariñosa estancia en sus hogares.

A mis primos: Beto, el güero, Ruben, Quique, Susi, Ivonne, Gaby, Nora, rosita, lilia, Alma, Aldo, Mayo, Samuel y Benjamín, por todas esas experiencias y momentos felices y alegres de nuestra vida y su interés en mis estudios.

A mis amigos: Arturo, Chucho y Octavio, por todos estos años de amistad, por su apoyo, sus consejos, su interés y preocupación tanto en mis estudios como en mi bienestar.

RESUMEN

Se colectaron jaibas de la especie *Callinectes rathbunae* parasitadas por *Loxothylacus texanus* en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz. Se describieron los efectos ocasionados en la morfología del hospedero, tomándose también en cuenta el sexo y número de externas que presentaban. Se encontró un mayor número de hembras que de machos y observándose principalmente lesiones como manchas, perforaciones, falta de apéndices, quelas desgastadas, rotas y modificadas en tamaño, castración parasitaria (las gónadas no alcanzan la madurez), feminización en machos (ensanchamiento de abdomen y atrofiación de gonopodios), hiperfeminización en hembras (alcanzan la madurez antes de tiempo), decoloración en caparazón, posible parálisis y ceguera. También no se encontró distinción de parasitismo entre sexos y observándose un mayor número de hospederos con una externa, comprobando que las poblaciones son homogéneas mediante la prueba de χ^2 . Sin embargo, se observó que algunos organismos sí mudaron. El parasitismo desarrollado en *C. rathbunae* por *L. texanus* es severo.

INTRODUCCION

El parasitismo ocurre cuando un organismo obtiene sus nutrientes de uno o varios hospederos, provocándoles habitualmente un daño, pero sin causarles una muerte inmediata (Mc Naughton y Wolf, 1984; Brusca y Brusca, 1990; Jessop, 1990; y Begon *et al.*, 1997).

En la práctica, se puede medir el perjuicio que un parásito ocasiona a su hospedero como la reducción de la tasa intrínseca de crecimiento de este y/o de su población (Mc Naughton y Wolf, 1984).

Es conveniente reconocer desde el principio dos categorías principales entre los parásitos: microparásitos y macroparásitos. La distinción entre estas dos categorías es relativamente reciente y pueden ser subdivididas en aquellos que son transmitidos directamente y aquellos que necesitan un vector o huésped intermedio para su transmisión, y que por consiguiente tienen un ciclo de vida indirecto (Begon *et al.*, 1997).

Los microparásitos se multiplican directamente dentro de sus huéspedes (habitualmente dentro de las células huésped). Dentro de estos se pueden mencionar algunos ejemplos como el virus del mosaico y del amarillamiento en plantas, y en humanos el virus del sarampión, la bacteria del tifus, la enfermedad del sueño provocada por tripanosomas (protozoos) y la malaria causada por plasmodium (Begon *et al.* 1997).

Los macroparásitos crecen en el interior de sus huéspedes, pero se multiplican produciendo fases infectivas que salen del huésped para infectar a otros huéspedes. Son a menudo intercelulares (en las plantas), o viven en las cavidades corporales más que en el interior de las células del huésped (Begon *et*

al., 1997). Ejemplos comunes que se conocen son los acantocéfalos (nematodos), piojos, pulgas, hongos, insectos minadores, insectos formadores de agallas, esquistosomas y tenias (platelmintos) (Ross, 1973).

Uno de los phyla que mejor dan muestra del parasitismo es el de los artrópodos, donde varios grupos de insectos, por ejemplo, son verdaderos parásitos. Atendiendo a los hábitos y huéspedes, los insectos parásitos se incluyen en dos categorías: parásitos de vertebrados de sangre caliente y parásitos de insectos u otros pequeños vertebrados, como arañas y gusanos (Ross, 1973).

Dentro del grupo de los crustáceos, se pueden citar isópodos, balanos y rizocéfalos (Remane *et al.*, 1980; Marshall y Williams, 1985; Barnes, 1987; y De la Fuente, 1994).

Los rizocéfalos forman un grupo de cerca de 258 especies, las cuales son todas parásitas, singularmente especializadas de otros crustáceos. Sus hospederos son decápodos, ocasionalmente isópodos, cumáceos, estomatópodos o cirripedios balanomorfos. Al parecer los rizocéfalos se encuentran en todos los ambientes marinos que habitan sus hospederos, incluyendo el mar profundo (Høeg y Lützen, 1985; Høeg y Lützen, 1995). Algunas especies parasitan cangrejos semiterrestres y algunos se encuentran en cangrejos dulceacuícolas (Andersen *et al.*, 1990; Høeg, 1992).

El ciclo de vida de los rizocéfalos está altamente modificado, comparado con otros cirripedios de vida libre. No obstante, los rizocéfalos exhiben las dos formas larvales dioicas típicas de los cirripedios: el nauplio y la cipris (Høeg, 1991; Vázquez, 2000). El ciclo de vida típico (fig. 1), es como se describe a continuación: Del huevo eclosionan larvas nauplio, diferenciadas sexualmente; las larvas de mayor tamaño son machos y las pequeñas hembras (Høeg y Lützen, 1985; Høeg y Lützen, 1995).

Generalmente después de cuatro estadios, los nauplios mudan para convertirse en cipris. Las larvas cipris hembra, infectan a hospederos susceptibles y se convierten en endoparásitos. Después de un periodo de maduración, emerge un cuerpo reproductivo del parásito (externa) del abdomen del hospedero. La externa virgen puede ser fertilizada por una larva cipris macho para madurar e iniciar la reproducción (Høeg y Lützen, 1995). En la primera etapa (interna), la ubicación del primordio del parásito es incierta, posiblemente desplazándose por la hemolinfa, para después empezar a crecer cerca de las placas torácicas del hospedero. Para emerger, el parásito se desarrolla en la cutícula cubierta por un tumor. Asimismo, produce un sistema de raíces profundas para sujetarse, que sirven para absorber los nutrientes del hospedero. La parte central del tumor se transforma en el núcleo, un rudimento de la parte reproductiva del cuerpo, que posteriormente perfora el tegumento del hospedero y sale para formar la externa. En pocos géneros, una interna da origen a varias externas. La externa contiene los órganos reproductores y las cavidades del manto (estructura utilizada como incubadora), las cuales en la mayoría de las especies se abren al exterior por medio de un orificio simple en el manto. Un tallo angosto une a la externa con el sistema interno de raíces. Se dice que antes de que la externa emerja, el hospedero puede ser infectado internamente, de este modo el parásito no es visible. Los rizocéfalos al llegar al estado adulto difieren de otros cirripedios por carecer de segmentación, apéndices y tracto digestivo. Los adultos también carecen de cubierta calcárea, presente en la mayoría de los cirripedios (Høeg y Lützen, 1985; 1995).

El parasitismo por percebes rizocéfalos puede ser uno de los más importantes por su aparición periódica, elevada frecuencia y efectos sobre sus hospederos (Wardle y Tirpak, 1991; Loran et al., 1993; Álvarez y Calderón, 1996).

Los rizocéfalos parasitan a camarones y cangrejos por medio de un estadio larval planctónico. El efecto más importante causado por este parasitismo, es que las gónadas del hospedero no maduran ocasionando lo que se ha reconocido

como castración parasítica sensu (las gónadas no alcanzan la madurez) (O'Brien y Van Wyk, 1984). Esto causa una serie de trastornos metabólicos a sus hospederos tales como feminización (ensanchamiento del abdomen y atrofia de los gonopodios) en los hospederos machos y el cese del proceso de muda (Reinhard, 1950 y 1956).

El parasitismo ocasionado por rizocéfalos es uno de los factores bióticos que afectan a las poblaciones de cangrejos del género *Callinectes sp*, las cuales soportan una de las pesquerías comerciales más importantes, tanto en volumen como de valor, en el golfo de México (Secretaría de pesca, 1994).

Un número de trabajos se han enfocado sobre las poblaciones de jaibas del norte y este del golfo de México (Daugherty, 1952; Christmas, 1969; Park, 1969; Adkins, 1972; Ragan y Matherne, 1974; Wardle y Tirpak, 1991; Hochberg *et al.*, 1992), en donde las pérdidas económicas son atribuidas a *Loxothylacus texanus*.

Los efectos del parasitismo por rizocéfalos a nivel poblacional son: a) Los individuos parasitados no son colectados por las pesquerías comerciales debido a que no alcanzan la talla legal de captura y b), la fracción parasitada, la cuál no se reproduce, compite por espacio y alimento con los individuos no parasitados (Álvarez y Calderón, 1996).

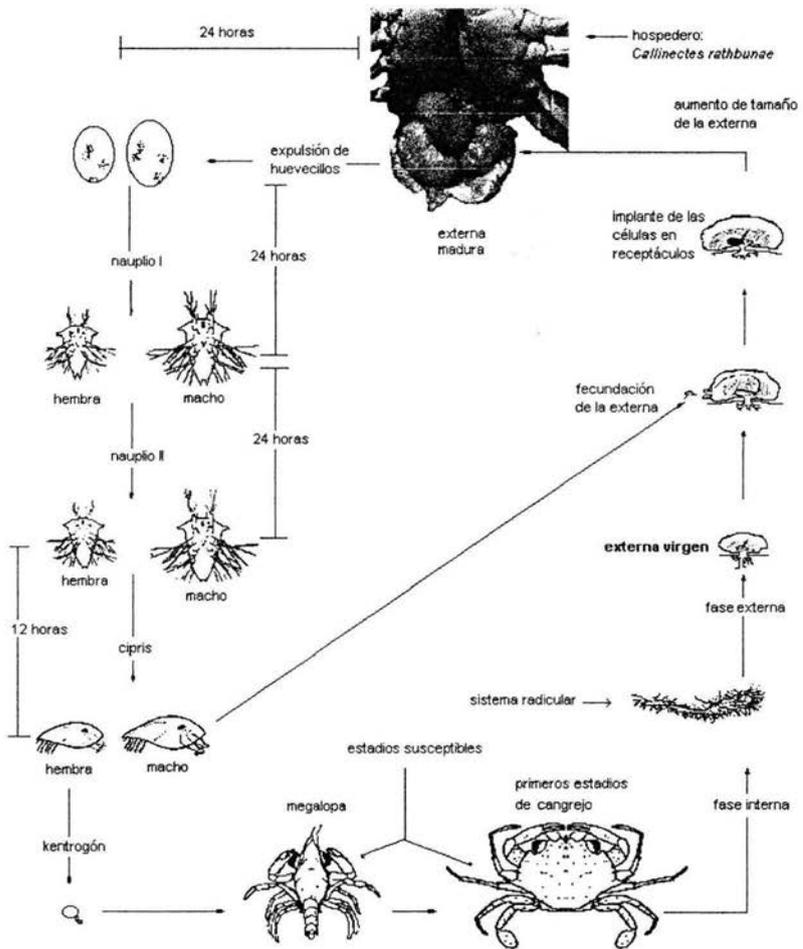


Figura 1. Ciclo de vida típico de los rizocéfalos. Tomado de Vázquez, (2000).

SIMBIOSIS

La simbiosis es la asociación de dos organismos de distinta especie con diverso grado de dependencia. Se admiten varios grados de simbiosis: mutualismo, comensalismo, parasitismo, neutralismo, competencia del tipo de inhibición mutua, competencia del tipo de uso de recursos, amensalismo, depredación y protocooperación.

El parasitismo es aquella relación en la cuál el simbiote es fisiológicamente dependiente del hospedador para su hábitat y sustento, y al mismo tiempo puede perjudicarlo. Las propiedades básicas del parasitismo se evidencian en las muchas adaptaciones que necesita el parásito para vivir en un ambiente biótico, reproducirse e infectar a nuevos hospederos. Estas interacciones entre dos organismos vivos dan origen, tanto a consecuencias como a especializaciones para cada uno de los participantes, que llegan a fijarse por herencia. Probablemente la única característica básica que destaca en el parasitismo es la adaptación (Wilford, 1977).

Para poder vivir en el hospedero el parásito suele desarrollar estructuras a fin de adherirse a él (ganchos, ventosas, etc.).

Durante el intervalo de transferencia de un hospedero definitivo al siguiente, son esenciales ciertos medios de supervivencia y desarrollo. Esta transferencia implica un período de desarrollo en el suelo o en el agua, en el caso de los parásitos que tienen un ciclo vital directo, o en el cuerpo de uno o más hospederos intermediarios en aquellos cuyo ciclo es indirecto. En los parásitos con ciclo biológico directo, los quistes protectores, las gruesas membranas de los huevos, o la retención de la cutícula de las larvas, representan adaptaciones para proteger a las fases libres presentes en el suelo contra los riesgos de la desecación y la congelación. Las especies que tienen un ciclo biológico indirecto

pueden depender de algunas de las características ya citadas, para su protección durante el período de transferencia entre sus diversos hospederos y que sus requerimientos adaptativos se ajusten al medio biótico de cada uno de ellos (Wilford, 1977).

La transmisión del estadio infestante del parásito al siguiente hospedero, en el ciclo del desarrollo se logra mediante uno de los tres métodos siguientes: pasivo, activo o inoculativo; la transmisión pasiva se produce cuando los estadios infectantes de los parásitos contaminan o infestan el alimento o el agua del hospedero y son deglutidos con ellos. La transferencia activa ocurre cuando se penetra directamente en el cuerpo del hospedero una vez que establecen contacto con ellos. Con mucha frecuencia ayudan a establecer el contacto del parásito con el hospedero respuestas como la quimiotrópica y la termotrópica o geotrópica. La transmisión inoculativa ocurre cuando el estadio infectante del parásito se ha desarrollado en el cuerpo de un artrópodo hematófago. El regreso al hospedero vertebrado se logra cuando el artrópodo inocular los parásitos al hospedero, al tiempo que se alimenta (Wilford, 1977).

Los parásitos más eficaces han evolucionado hasta lograr un gran potencial biótico, con el fin de compensar las tremendas pérdidas de huevos, de larvas o de ambos, que ocurren en el curso de sus complicados ciclos vitales. Esto se logra mediante una producción creciente de huevos, duplicación de sus órganos sexuales o reproducción asexual (Wilford, 1977).

Normalmente, los parásitos no invaden diferentes especies de animales al azar en condiciones naturales, sino que muestran cierto grado de preferencia por los hospederos y por los hábitats de su interior. La respuesta quimiotrópica de los parásitos ante las sustancias elaboradas por los hospederos conduce a la especificidad de hospedero, de órgano o de tejido (Wilford, 1977; Bliss, 1983).

Para que los parásitos tengan éxito es preciso satisfacer sus necesidades nutritivas específicas, que se han desarrollado a lo largo de los procesos evolutivos de la comunidad parásito-hospedero (Wilford, 1977).

El parasitismo puede considerarse como una presión evolutiva, en la cual el hospedero y el parásito se adaptan entre sí a través de un proceso selectivo. Dado que el parasitismo ejerce un efecto degenerativo sobre el hospedero, puede manifestarse con una disminución de la vitalidad, reducción de la tasa de reproducción, crecimiento más lento, o la muerte de los individuos afectados. Esto puede tener como resultado la extinción de una especie, o bien puede conducir a cambios en la población, por medio de la selección de especies o razas resistentes. La adaptación del hospedero al parasitismo se desarrolla a partir de la presión selectiva, determinando la aparición de estirpes mejor adaptadas a resistir o tolerar el parasitismo. Ello se consigue a través de la evolución de las respuestas de anticuerpos por parte del hospedero (Wilford, 1977).

ANTECEDENTES

Dentro de los principales trabajos realizados sobre el parasitismo debido a rizocéfalos, se encuentran los de Reinhard (1950, 1956), quien elaboró el primer trabajo sobre los efectos que causan los parásitos saculínidos en la morfología externa del portúnido *Callinectes sapidus* Rathbun. Posteriormente realizó un análisis detallado sobre los efectos que causan diferentes rizocéfalos en sus hospederos a diferentes niveles (morfológicos, metabólicos y otros) ejemplificando cada disfunción y destacando la castración gonádica.

Entre los trabajos más importantes (después de los años 50^{es}), se puede citar los de Høeg y Lützen (1985), quienes elaboraron el primer trabajo que revisa el ciclo de vida y características más importantes del orden Rhizocephala, para organismos del este y oeste del Atlántico norte así como los que se localizan en la zona de Escandinavia.

Høeg (1992) realizó un estudio sobre la morfología y ciclo de vida del orden Rhizocephala, empleando la técnica de microscopía electrónica. Høeg y Lützen (1985), describieron el ciclo de vida y los aspectos reproductivos en los cirripedios rizocéfalos, resaltando la metamorfosis de la larva cipris, la morfología y talla de las larvas, proporción de sexos en las larvas, determinación del sexo, acomodo en el sustrato y colonización y dispersión larval.

Álvarez *et al.*, (1995) llevaron a cabo un estudio sobre el crecimiento y sobrevivencia del cangrejo xántido *Rhitropanopeus harrisi* y los efectos que tiene el parasitismo por *Loxotylacus panopaei* sobre estos parámetros.

Hines *et al.*, (1997), realizaron un estudio sobre la variación y persistencia de *L. panopaei* a través del seguimiento de poblaciones introducidas sobre cangrejos xántidos.

Para el caso de México, se han desarrollado pocos trabajos que han centrado su atención sobre el cirripedio *L. texanus*, principalmente sobre su distribución en diferentes cuerpos de agua costeros en el suroeste del golfo de México y sobre los efectos que genera en las jaibas del genero *Callinectes*. Álvarez y Calderón (1996), realizaron un estudio sobre la distribución de *L. texanus* en diferentes lagunas costeras del suroeste del golfo de México, parasitando a *C. sapidus* y *C. rathbunae*. Lázaro-Chávez *et al.*, (1996), llevaron a cabo un registro del parásito *L. texanus* en la jaiba azul *C. sapidus* en la laguna de Tamiahua, Veracruz. Recientemente, Álvarez *et al.*, (1999) llevaron a cabo un estudio sobre la parasitación de *C. rathbunae* y *C. sapidus* en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

OBJETIVOS

GENERAL

-Caracterizar los efectos producidos por el parásito *Loxothylacus texanus* en su hospedero *Callinectes rathbunae*.

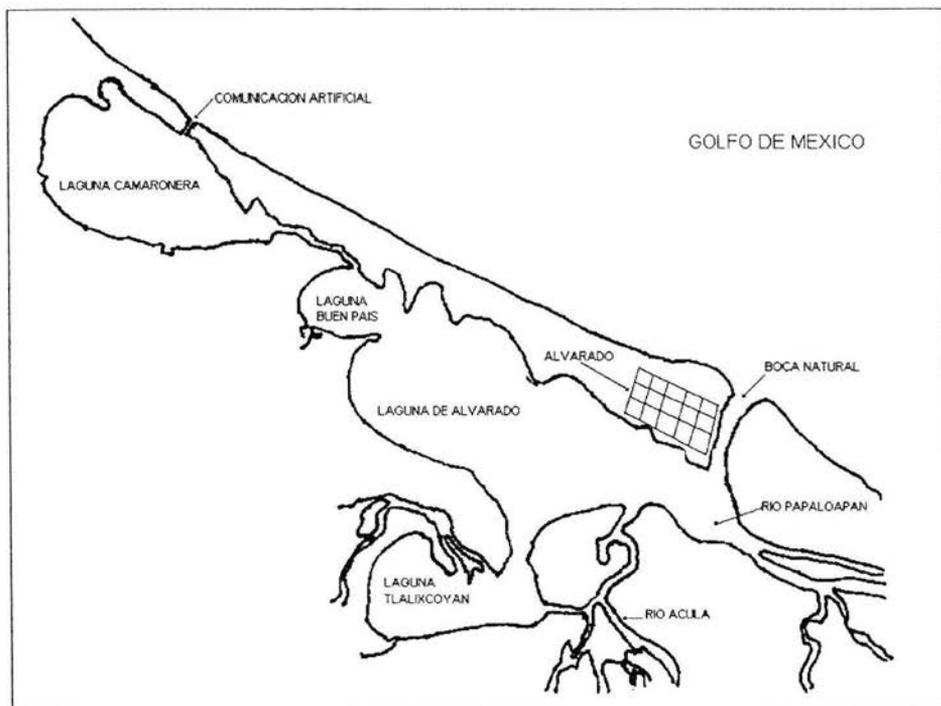
PARTICULARES

- 1.-Describir los efectos causados por *L. texanus* sobre la morfología externa de su hospedero.
- 2.-Realizar una comparación del grado de los efectos causados por el parásito entre sexos de *C. rathbunae*.
- 3.-Relacionar el número de externas con la talla y sexo del hospedero.

AREA DE ESTUDIO

La laguna de Alvarado, Veracruz, comprende los subsistemas de Alvarado, Tlalixcoyan, Buen País y Camaronera. El sistema está clasificado según su origen como desembocadura de río inundado con barrera (Lankford, 1977). Se ubica entre los paralelos $18^{\circ} 42' 30''$ N y $18^{\circ} 52' 15''$ N y los meridianos $95^{\circ} 42' 20''$ W y $95^{\circ} 57' 32''$ W (Ramírez, 1988), y está separada del golfo de México por una barra arenosa. El subsistema Alvarado se comunica con el ambiente marino a través de la boca de Alvarado, mientras que la laguna Camaronera presenta una comunicación artificial (fig.2).

Figura 2. Sistema lagunar de Alvarado , Veracruz, México.



El régimen de precipitación es el característico del suroeste del golfo de México, con una época seca que abarca de marzo a mayo, una época de lluvias que comprende de junio a octubre y una de lluvias por temporales (nortes), de noviembre a febrero. En los subsistemas de Alvarado y Tlalixcoyan, desembocan los ríos Papaloapan, Acula y Blanco, por lo cual existe una marcada heterogeneidad de la salinidad en el tiempo y en el espacio. El sistema está rodeado casi en su totalidad por los manglares *Rhizophora mangle*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (INEGI, 1988). También se encuentran pastos halófitos, palmeras y árboles de selva pantanosa. La vegetación acuática comprende el pasto *Ruppia maritima* L., algas rodofitas del género *Gracilaria* y algas filamentosas clorofitas de distribución local. En la época de lluvias el lirio acuático invade los subsistemas de Alvarado y Tlalixcoyan (Raz-Guzmán *et al.*, 1992).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron jaibas de la especie *Callinectes rathbunae* parasitadas con el cirripedio parásito *Loxothylacus texanus* durante los meses de abril y mayo del año 2000 del subsistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. En los puntos de captura se midieron los parámetros temperatura y salinidad. Los organismos fueron colocados en cajas de plástico (con tamaño ajustado a las necesidades) con agua del lugar de captura. Dentro de las cajas se colocaron costales de malla de nylon para mantener húmedas las branquias de los organismos y asegurar de este modo la respiración (fig. 3).



Figura 3. Cajas de plástico para transportar a los organismos.

Todos los organismos fueron transportados al Laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología de la UNAM. En el trayecto al lugar de trabajo, y siguiendo el criterio de Vázquez (2000), se colocaron trozos de hielo dentro de las cajas con el fin de disminuir la temperatura del agua, y con esto el metabolismo de los organismos.

En el lugar de trabajo los organismos se alojaron de manera individual en sistemas de recirculación de agua (Fig. 4). La temperatura y la salinidad empleada fueron similares a las del lugar de colecta de los cangrejos. Los sistemas contaron con un filtro biológico a base de conchas de ostión y arena. En los depósitos de agua se encontraba una bomba sumergible para fuente de 1/8 HP marca little giant (USA) la cuál abastecía de agua a las tinas con lo que se asegura una saturación de oxígeno (esto se logra por la caída y agitación del agua).

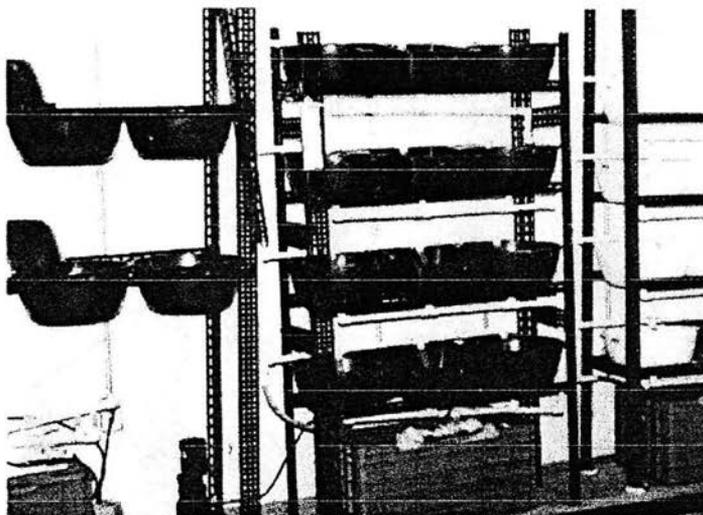


Figura 4. Sistemas de recirculación continua de agua.

Diariamente se revisaron la salinidad y la temperatura. La alimentación de los cangrejos consistió en charales frescos. Regularmente se dió mantenimiento a los sistemas para mantener la calidad del agua.

Después de una semana de aclimatación, se revisó a cada uno de los organismos (con la mayor delicadeza posible, pues estos presentaban una considerable tendencia a que con un manejo brusco perdían alguno de sus apéndices (autotomía)). Se registró el ancho de caparazón incluyendo la espina anterolateral empleando un vernier con precisión 0.05 de la marca metromex. Cada organismo fue sexado revisando el abdomen (Williams, 1974).

Todos los organismos fueron revisados minuciosamente (todo el cuerpo) para observar las posibles alteraciones tanto morfológicas (manchas, perforaciones, quelas y espinas rotas, posible parálisis y pérdida de apéndices como alteraciones en la coloración del caparazón. Los organismos fueron clasificados según el tipo de externa presente en cada organismo. Las externas se dividieron en: externas vírgenes y externas maduras siguiendo el criterio de Wardle y Tirpak (1991). Las jaibas con externas vírgenes se mantuvieron separadas del resto para un mejor control. Todos los organismos también fueron clasificados de acuerdo al número de externas presentes.

Finalmente se utilizó la prueba estadística de χ^2 para k muestras independientes para saber si existían diferencias significativas en los grupos formados relacionando el ancho de caparazón y el sexo del organismo, ancho de caparazón y el tipo de externa y el ancho de caparazón relacionado con el número de externas.

RESULTADOS

El número total de organismos recolectados fue de 143 organismos, de los cuales 92 fueron hembras y 51 fueron machos (Fig. 5)(Anexo 1, fig. 1).

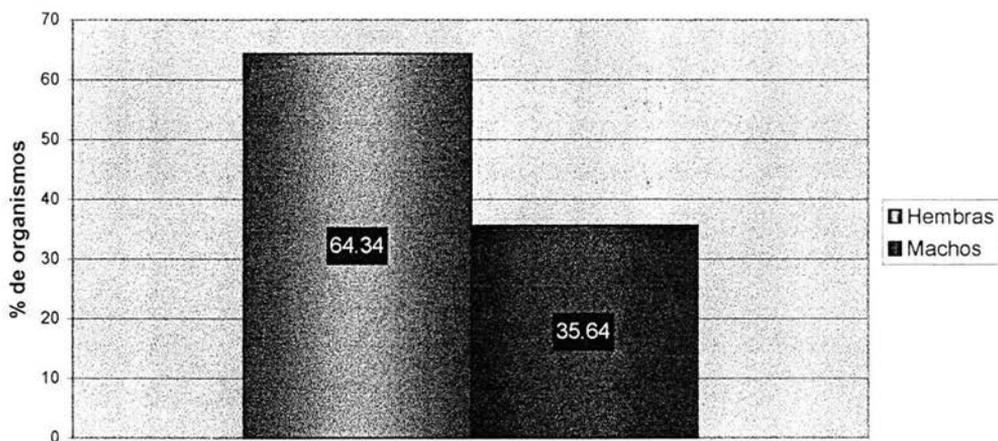


Figura 5. Número total de organismos recolectados (hembras y machos) (expresado en porcentaje).

Del total de hembras, 85 presentaron externas vírgenes y 7 presentaron externas maduras. Para el caso de los machos, se registraron 42 organismos con externas vírgenes y 9 con externas maduras (Fig. 6)(Anexo 1, fig. 2).

En el total de los organismos se observaron una serie de alteraciones tanto morfológicas como algunos fisiológicos.

En la morfología externa se observó la presencia de manchas en algunas partes del cuerpo (Anexo 2, figs. 2, 4, 10B y 13), las cuales variaron tanto en tamaño como en la intensidad del color. Cabe mencionar que en la mayoría de los cangrejos se observó otro tipo de manchas, estas de color blanco, en la

zona metabranquial (Anexo 2, fig. 14).

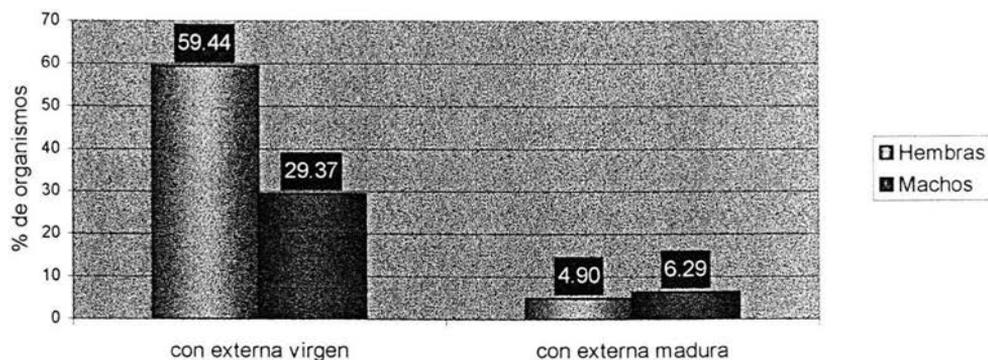


Figura 6. Número de externas (vírgenes y maduras) presentes en los hospederos (ambos sexos)(las cantidades se expresan en porcentaje).

Otro tipo de cambios observados en la morfología son perforaciones en algunas partes del caparazón de las jaibas (Anexo 2, figs. 6, 10 y 11).

Se observó también la tendencia a perder con facilidad los apéndices al ser manipulados de una forma brusca o por la agresión que se presenta comúnmente en estos organismos (Anexo 2, figs. 4, 6 y 8).

Una modificación que se presentó en el total de los machos fue la modificación de la forma del abdomen (Anexo 2, fig. 2), el cuál se ensanchó tomando la forma del abdomen femenino.

Un trastorno fisiológico que se observó en los organismos fue la pérdida de la movilidad de los apéndices natatorios, los cuales dejaron de funcionar en cierto momento.

Es importante mencionar que un cambio fisiológico que se observó en algunos ejemplares es la posible pérdida de la visión, ya que por su naturaleza de responder a una presencia, repeliendo el contacto o a esconderse y huir, algunos parecieron no percibir el acercamiento de un cuerpo, solo cuando se daba un contacto.

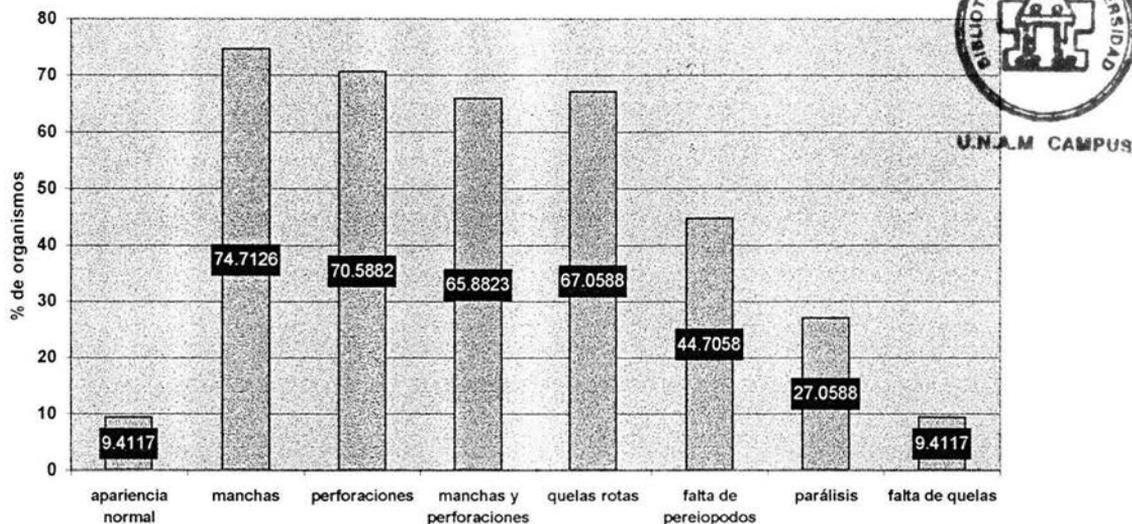


Figura 7. Efectos observados en hembras con externa virgen (expresado en porcentaje).

IZT.

Para las hembras que tenían externa virgen (85), los cambios que más se presentaba eran manchas (65), perforaciones (60), manchas y perforaciones en conjunto (56) y quelas rotas (57) (Fig. 7)(Anexo 1, fig. 3).

Los cambios que se presentaron en hembras con externa madura (7) fue la presencia de manchas (6), perforaciones (5), manchas y perforaciones en conjunto (5) y quelas rotas (5) (Fig. 8)(Anexo 1, fig. 4).

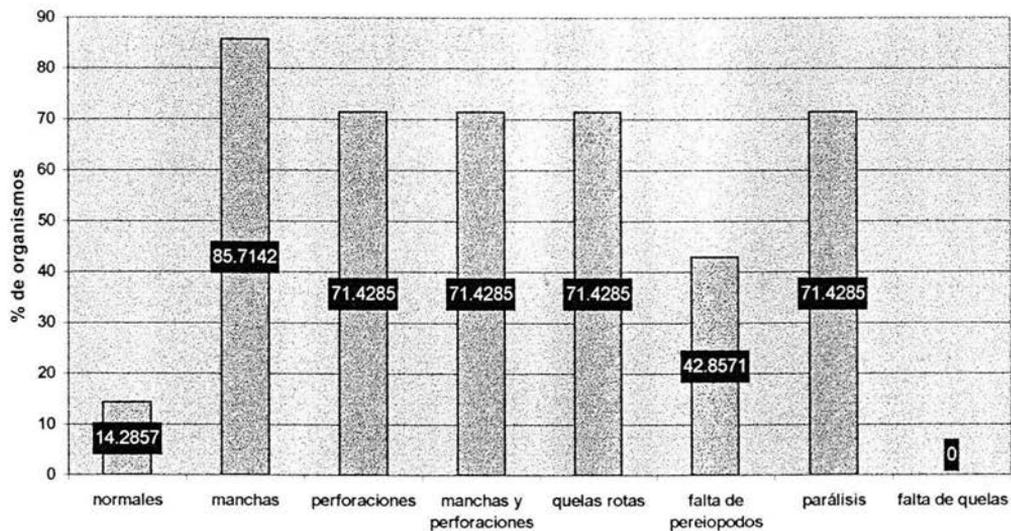


Figura 8. Efectos observados en hembras con externa madura (expresado en porcentaje).

En el caso de los machos que tenían externa virgen (42) fue la presencia de manchas (35), quelas rotas (28), perforaciones (27) y manchas y perforaciones en conjunto (26)(Fig. 9)(Anexo 1, fig. 5).

Los machos con externa madura (9) presentaron quelas rotas (5), parálisis (4), manchas (4), perforaciones (4) y manchas y perforaciones en conjunto (4) (Fig. 10)(Anexo 1, fig. 6).

En conjunto, los cambios observados tomando en cuenta el total de los organismos (143) fueron las manchas (110), perforaciones (96), quelas rotas (95) y manchas y perforaciones en conjunto (91) (Fig. 11)(Anexo 1, fig. 7).

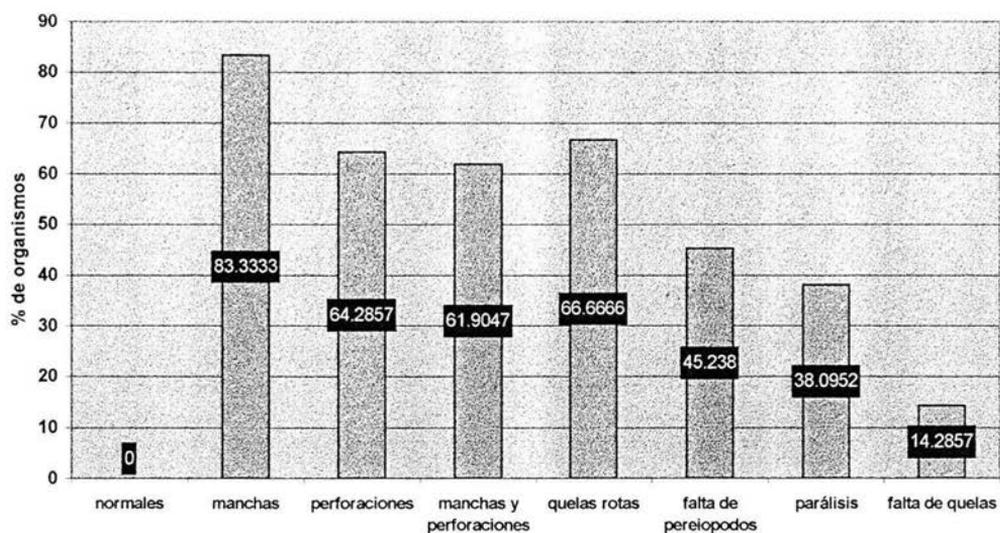


Figura 9. Efectos observados en machos con externa virgen (expresado en porcentaje).

La relación del ancho del caparazón con los organismos se basó en el sexo y el tipo de externa que presentaban, obteniéndose un ancho de caparazón promedio de 85.1 mm en hembras con externa virgen con un rango de error de 7.3 mm.

En hembras con externa madura fue de 80.7 mm de ancho de caparazón con un rango de error de 12.3 mm. Para machos con externa virgen, el promedio del ancho de caparazón fue de 84.3 mm y un rango de error de 8.1 mm y por último, en machos con externa madura el ancho de caparazón promedio fue de 81.4 cm con un rango de error de 13.2 mm (Fig. 12) (Anexo 1, fig. 8).

También se estableció una relación del ancho de caparazón con el número de externas que se encontraban en el hospedero encontrándose que en los organismos que poseían una externa, el promedio del ancho de caparazón fue de 84.9 mm con un rango de error de 8 mm. Para los organismos que poseían dos externas, el ancho de caparazón promedio fue de 82 mm con un rango de error de

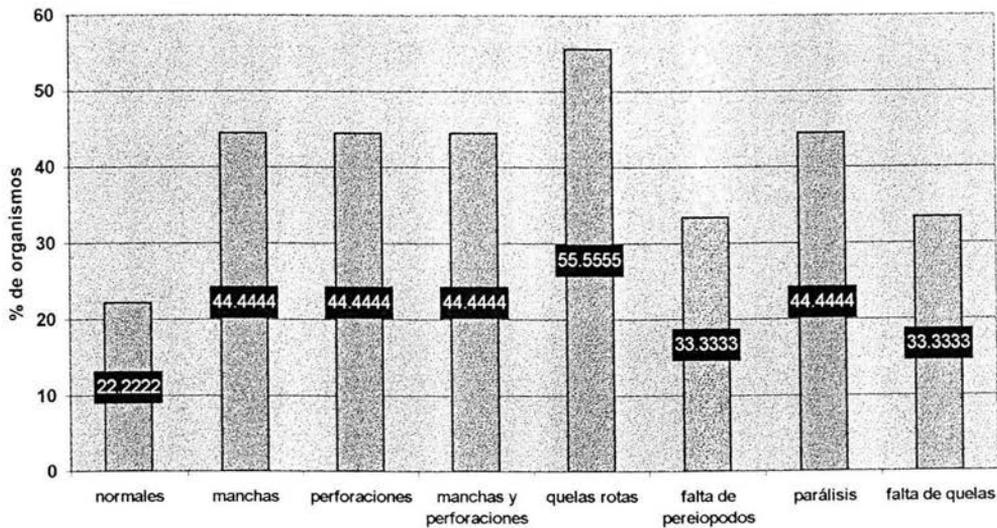


Figura 10. Efectos observados en machos con externa madura (expresado en porcentaje).

8.8 mm. En los organismos con tres externas, el promedio de ancho de caparazón fue de 82.9 mm con un rango de error de 10.8 mm. Por último, el promedio de ancho de caparazón en organismos con cuatro externa fue de 85.4 mm con un rango de error de 5.7 mm (Fig. 13)(Anexo 1, fig. 9).

El número de externas que se encontró con mayor frecuencia fueron los que poseían 1 externa (112), donde el ancho de caparazón que se registró fue de 52.4 mm a 101.6 mm. En el caso de los organismos que poseían 2 externas (20), el ancho de caparazón de los organismos con esta característica fue de 58 mm a 93.8 mm. En organismos que presentaron 3 externas (8), el ancho de caparazón que registraron fue de 62.6 mm a 98.2 mm. Por último, en organismos con 4

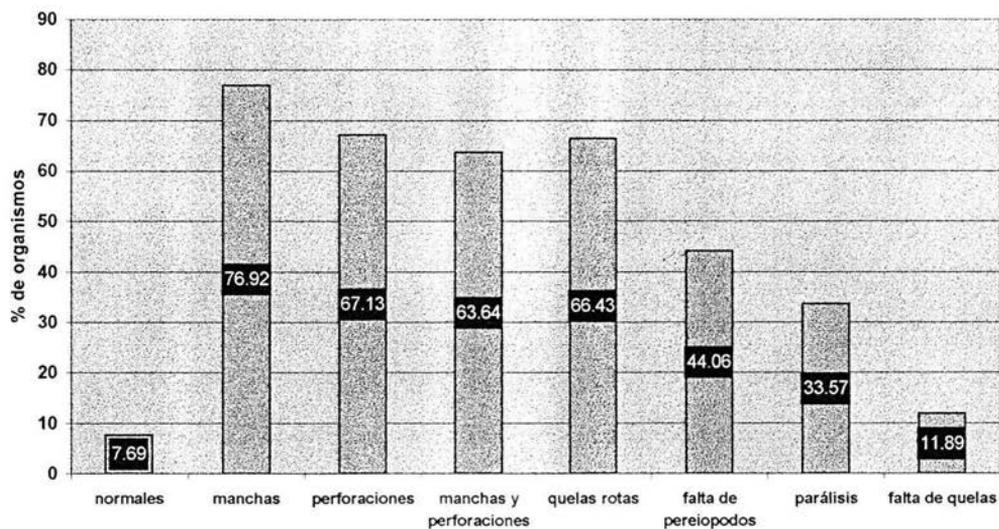


Figura 11. Efectos observados en el total de los organismos (expresado en porcentaje).

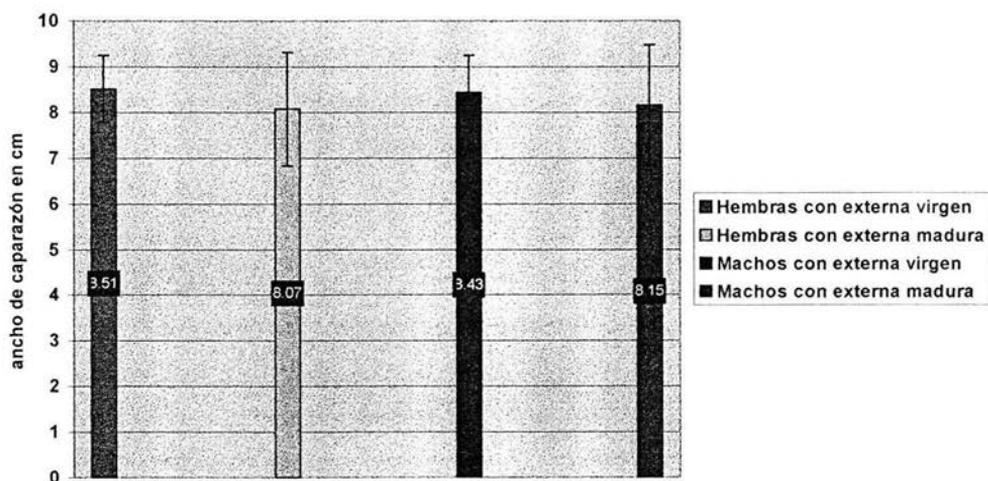


Figura 12. Ancho de caparazón (promedio) en hospederos (hembra y macho) con externa virgen y madura.

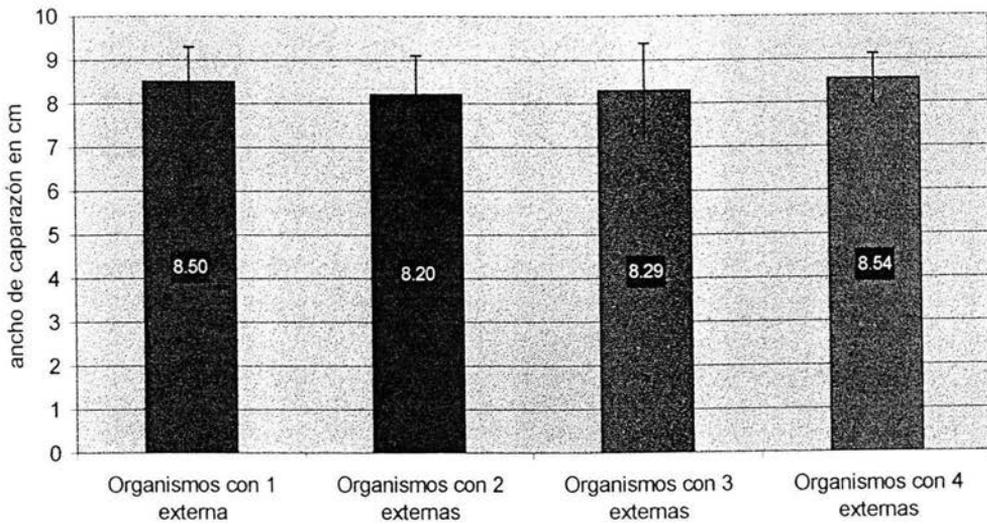


Figura 13. Ancho de caparazón (promedio) en organismos (machos y hembras) que tienen de 1 a 4 externas.

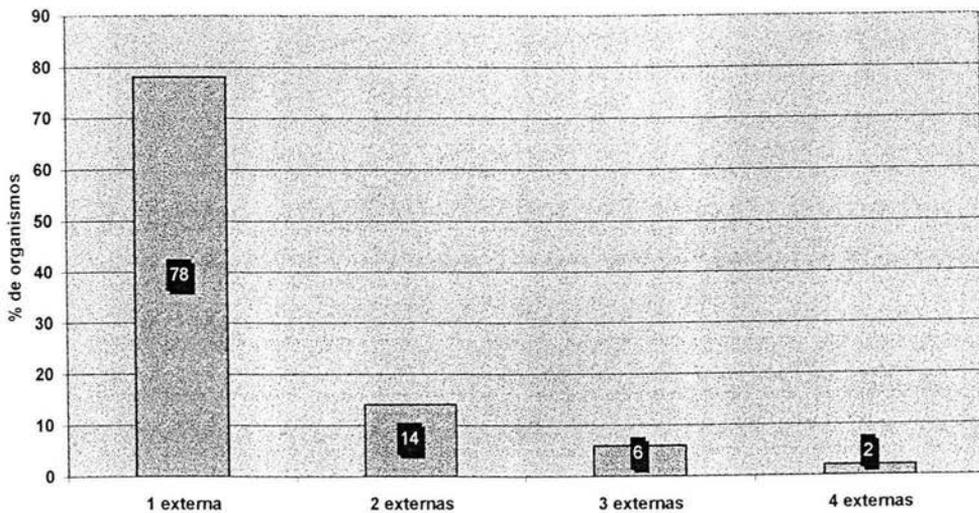


Figura 14. Número total de organismos que tienen de 1 a 4 externas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Del total de organismos recolectados (143), el 64.33 % fueron hembras, y el resto machos (fig. 5). Loran *et al.* (1993), observaron un alto porcentaje de organismos parasitados de la especie *C. rathbunae* en el subsistema lagunar de Alvarado, Veracruz, principalmente de abril a mayo y en diciembre del mismo año (1993). Los organismos analizados en este trabajo fueron capturados en los meses de abril y mayo (2000). La proporción sexual fue de 1.8 hembras por cada macho, Lázaro-Chávez (1996), calculó una proporción sexual para *C. sapidus* (en la laguna de Tamiahua, Ver.) de 1.5 hembras por cada macho en cangrejos parasitados con *L. texanus*. Wardle y Tirpak (1991), encontraron el 56.2% de hembras parasitadas con *L. texanus* y el 43.8% de machos, para el caso de *C. sapidus* en la bahía de Galveston, Texas, por lo cual lo encontrado por los autores mencionados, concuerda con los valores encontrados para la proporción sexual de cangrejos parasitados con *L. texanus*.

Para el caso de las externas, se encontró un mayor número de externas vírgenes que de externas maduras tanto en hembras como en machos (fig. 6). Autores como Dauguerty (1952), (al realizar investigaciones acerca de la jaiba azul en Texas), More (1969), (al estudiar la biología de la jaiba azul en Texas), Adkins (1972), (al estudiar la ocurrencia y distribución de parasitos de la jaiba azul en estuarios de Louisiana), y Overstreet (1978), al estudiar simbioses en el golfo de México, han postulado que la prevalencia del parasitismo causado por rizocéfalos está ligada a una determinada temporada o estación climática en el golfo de México. O'Brien (1984), al estudiar algunas interacciones ecológicas entre el cangrejo *Pugettia producta* y su parasito *Heterosaccus californicus* y Lázaro-Chávez *et al.* (1996), trabajando en registros de *Loxothylacus texanus* parasitando a la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Tamiahua, Mex., encontraron que solo en una determinada temporada climática es mayor la posibilidad de encontrar un hospedero susceptible de ser parasitado. Tomando en cuenta que

las recolectas se realizaron en abril y mayo, temporada en que se lleva a cabo uno de los dos principales desoves de *C. rathbunae* (Loran *et al.*, 1993) y que en la temporada de mayor abundancia del hospedero, mayor va a ser la aparición del parasito y mayor la prevalencia de parasitismo (Lützen, 1984), se presume que el parasito puede sincronizarse para parasitar el mayor número de hospederos potenciales (esto por parte de larvas cypriis hembra que es el estadio infectivo), y llevar a cabo la fertilización de externas vírgenes al emerger estas (Høeg y Lützen, 1985; 1995). Sin embargo, Rocha *et al.* (1997), establecieron que las megalopas del género *Callinectes* se reclutan de manera constante al interior de ambientes lagunares, fenómeno que provoca que siempre se encuentren hospederos potenciales en sus primeros estadios (siendo estos los más susceptibles de ser parasitados), (Høeg y Lützen, 1985, 1995; Álvarez *et al.*, 1995; Lázaro-Chávez *et al.*, 1996; Álvarez y Calderón, 1996; Alvarez *et al.*, 1999) y realizándose así una parasitación masiva de hembras, y de machos fertilizando externas vírgenes recién emergidas (Vázquez, 2000).

Aunque se sabe que entre los efectos causados por *L. texanus* sobre sus hospederos, se pueden citar el cese del proceso de muda (Høeg y Lützen, 1985; 1995), y la absorción de nutrientes de los líquidos tisulares del hospedero (Glenner, 2001), se observó que dos organismos mudaron en el laboratorio. Bliss (1983), postula que para que un individuo pueda mudar, es necesario acumular ciertos nutrientes además de requerir de una cantidad considerable de energía.

Cuando un crustáceo es infectado por rizocéfalos el proceso de muda se ve reducido o inhibido (Bliss, 1983). Andrieux (1968, 1974) al trabajar con la cutícula de *Carcinus mediterraneus*, parasitado por *Sacculina carcini* y al estudiar la acción de la ecdysona en *Carcinus mediterraneus* parasitado por *Sacculina carcini* respectivamente, encontró que el proceso de muda se detiene en el estado C-4 (etapa de cangrejo 4). Veillet (1945), en su trabajo sobre parasitismo en cangrejos braquiuros y epicarideos causado por rizocéfalos observó que el periodo de intermuda se prolonga hasta el grado de detenerse.

Por otro lado, Reaka (1978), en su investigación de los efectos que causa el ectoparásito *Caledoniella mentrouzieri* sobre la muda y reproducción de su hospedero *Gonodactylus viridis*, establece que el número de mudas del hospedero se reducen.

Por lo tanto es necesario profundizar en este aspecto y diseñar más trabajos de este tipo en el laboratorio para discernir si los cangrejos de la especie *C. rathbunae* realmente pueden mudar una vez emergida la externa virgen o lo observado en los organismos que se mantuvieron en el laboratorio fue solo un evento azaroso. Autores como Hartnoll (1967) y Høeg y Lützen (1985, 1995) postulan que el proceso de muda se reinicia si las externas (vírgenes o maduras) son retiradas del hospedero. No obstante observaron que en cangrejos anomuros no siempre se inhibe este proceso.

Las alteraciones observadas en la morfología externa del hospedero (Anexo 2), dan muestra de que posiblemente exista un déficit de nutrientes en la hemolinfa provocado por la invasión del parásito al desarrollarse dentro del hospedero; puesto que este genera un sistema radicular interno con funciones de absorción y acumulación de nutrientes (Glennner, 2001). Lo anterior se ve reflejado en las manchas café observadas en todo el cuerpo (Anexo 2, figs. 2, 4, 10B y 13). Dichas manchas pueden ser el resultado de ataques bacterianos causados por la baja en las defensas de los cangrejos. Esto también puede explicar la fragilidad del exoesqueleto y las consiguientes fracturas de quelas y espinas laterales, perforaciones de caparazón, y las lesiones y pérdida de apéndices (Anexo 2, figs. 4, 6B, 7, 8, 10, 11, 12 y 13). Vogan *et al.* (2001) (en su estudio histológico en *Cancer pagurus* con síndromes de enfermedad), encontraron que existe una degradación del exoesqueleto a causa de la acción de bacterias, las cuales primeramente afectan el hemocele para después manifestarse hacia el exterior al observarse manchas y zonas donde se ve el desgaste del exoesqueleto. Efectos similares han sido observados recientemente por Román (com. pers) en organismos del género *Macrobrachium*, argumentando que

bacterias quitinolíticas son las responsables de tales efectos. Vázquez (com. pers), recientemente han encontrado lo que parecen ser bacterias en manchas cafés y perforaciones en caparazón y apéndices de jaibas de la especie *C. rathbunae*. Dando continuidad a este trabajo, Vogan y Rowley (2002), describieron algunos efectos y determinaron la disminución tanto de sustancias antibacterianas en la hemolinfa como de urea y fenoloxidasa, donde cabe mencionar que la actividad antibacteriana posiblemente se ve afectada o inhibida.

En el 9% de los organismos se observó que estos no presentaron movimiento alguno en los apéndices natatorios como si existiese algún tipo de parálisis. Bortolini (com. pers.), menciona que al parecer este par de apéndices se ve mayormente afectado puesto que el sistema de raíces de la interna se origina en el abdomen y estos apéndices son los primeros en sufrir los embates de tales raíces. Vázquez (com. pers.), postula que la inmovilidad de dichas extremidades es el resultado de la deficiencia de potasio, calcio y magnesio, necesarios para la contracción muscular.

Lo anterior puede ser sustentado de algún modo por los trabajos de Delague (1884) y Bresciani y Høeg (2001), quienes establecen que la larva cipris de *Sacculina* penetra en la cavidad abdominal de su hospedero, la cuál desarrolla una masa de células y rápidamente se crea un sistema de raíces dentro de todo el hospedero, y que este está constituido por un tejido de absorción conformado de una cutícula, una epidermis, células axiales y dependiendo de la especie, un lumen central, este desarrolla numerosas proyecciones cuticulares en el espacio hemolinfático del hospedero.

Algunos organismos presentaron dificultades para tomar el alimento puesto que al momento de suministrarles los trozos de carne, algunos presentaron movimientos rápidos de las estructuras bucales señal inequívoca de que habían detectado el alimento, no obstante estos comenzaban a recorrer los contenedores en los que se encontraban confinados. Otros más no presentaban este problema,

lo cuál se verificó fácilmente porque no se comportaban igual, se dirigían al alimento y lo tomaban.

Hasta la fecha no se ha encontrado observaciones similares en la literatura consultada.

Autores como Veillet (1955), en su trabajo sobre la influencia de *Sacculina* en órganos endócrinos de cangrejos, Veillet y Graf (1959) al trabajar sobre la descripción de la degeneración de la glándula endócrina de crustáceos decápodos parasitados por rizocéfalos, y Rubiliani (1983) en la caracterización del efecto inhibitorio de la espermatogenesis de machos parasitados por un rizocéfalo, determinaron que las modificaciones del cuerpo son manifestaciones fenotípicas de los cambios neurológicos provocados por el parasito y también de tipo hormonal como menciona Payen *et al.* (1979). Se debe tomar en cuenta que los requerimientos nutricionales de Crustacea son los requerimientos de los metazoos complejos y sin los cuales el crecimiento no podría ocurrir, necesarios también para la maduración y reproducción (New, 1976, 1980; Conklin, 1980).

Lützen (1984), en una investigación sobre aspectos como crecimiento, reproducción y lapso de vida, asume que el desarrollo del hospedero continúa después de ser infectado por un rizocéfalo. Sin embargo, al momento de suceder la anecdisis del parásito, es decir, el surgimiento de la externa, el desarrollo se detiene (O'Brien y Van Wyck, 1984; Veillet, 1945; y O'Brien, 1984).

El comportamiento de los machos se modificó y adoptó características propias de las hembras puesto que estas movían el abdomen como lo hacen las hembras ovígeras, el abdomen de todos los machos se ensancho como el de las hembras maduras (Anexo 2, fig. 2). Esto también fue observado por Hartnoll (1960, 1967), quién trabajó con la especie parasita *Entionella monensis* sobre el cangrejo araña *Eurynome aspera*, y sobre los efectos de parasitos saculinidos en dos especies de cangrejos jamaquinos. En los trabajos de Phillips y Cannon (1978) y Reinhard (1956), resalta la importancia de la castración parasitaria, como

un claro indicio de que el hospedero está sufriendo cambios en los caracteres sexuales secundarios. Bliss (1983), y Loran *et al.* (1993), además de mencionar la modificación del abdomen, realizaron observaciones de la atrofia de la gónadas en ambos sexos, la transformación del abdomen de los machos con formas externas características de hembras y agregan que las hembras presentan maduración precoz.

Cabe mencionar que autores como Tucher (1930), Reverberi (1943) y Hartnoll (1960; 1967), resaltan otras modificaciones como la reducción de las quelas en machos de algunas especies de cangrejos. En algunos ejemplares de *C. rathbunae* se observaron también estas modificaciones (Anexo2, fig. 1). Otra modificación que se observó en los machos trabajados fue la deformación de los gonopodios (Anexo 2, fig. 5) los cuales sufrieron deformación, a la vez que se engrosaron los pleopodos. Esto fue observado por Mercier y Poisson (1929), en los machos de *Pinnotheres pisum* parasitados con *Pinnoterion verniforme*.

Bliss (1983) menciona en su libro de la biología de Crustacea que la cuestión de la modificación en la morfología sexual externa se ha venido investigando en base a observaciones por destrucción de tejidos, ya que la explicación que trató de manejar Giard (citado en Caullery, 1952), en su trabajo de parasitismo y simbiosis acerca de la modificación sexual externa por reducción de gónadas ha sido descartada, pues no siempre sucede. Con el trabajo realizado por Charniaux-Cotton (1963), acerca de la secreción de hormona por el testículo y ovario en *Talitrus saltator*, se descubrió que procesos como la muda y los caracteres sexuales eran controlados y dirigidos por la producción de hormonas, así como lo afirma Boquet-Védrine (1972), en su trabajo de Rhizocephala al relacionar la producción de hormonas con la interacción del parásito. Cornubert (1954), en un informe breve y sin datos al trabajar con *Pachygrapsus marmuratus* parasitado por *Sacculina carcini*, y Andrieux (1968), en su estudio sobre la cutícula de *Carcinus mediterraneus* parasitado por *Sacculina carcini*, establecen que la etapa en que el proceso de muda se ve detenido es el C-4 (etapa de cangrejo 4) y

la relación que se mantiene cuando un organismo esta parasitado y presenta una externa es la de no existir un progreso en el proceso de muda. Sin embargo, al retirar la externa, el organismo es capaz de pasar a un estado avanzado de premuda (Andrieux, 1974). No obstante, el mismo autor (1969), en su trabajo acerca de registros preliminares de medición de la glándula de muda en *Carcinus mediterraneus* parasitado por *Sacculina carcini*, no encontró una correlación entre la cantidad de hormona para realizar la muda en organismos parasitados y sanos.

Zerbib *et al.* (1975), en sus trabajos sobre la estructura de la glándula de muda (órgano Y) del cangrejo *Carcinus mediterraneus* parasitado por *Sacculina carcini*, observaron que la estructura de esta glándula en cangrejos parasitados y sanos que se encuentran en estado C-4 (etapa de cangrejo 4) es la misma.

Para el antecedente de que los crustáceos tienen hormonas neurosecretoras en el ganglio torácico y ganglio abdominal (Prosser, 1973) fueron relevantes los trabajos realizados por Matsumoto (1952), y Oguro (1956), pues observaron que el sistema de raíces penetran el gánglio torácico y rodean la masa ganglionar ventral, con los cuales los estudios realizados por Rubiliani-Durozoi *et al.* (1980) de la gametogénesis en *Carcinus maenas* y *C. mediterraneus* parasitados por *Sacculina* parecen ofrecer las posibles causas de los cambios sexuales secundarios, ya que el mesodermo de los testículos de organismos parasitados muestran degeneración y en los ovarios ocurre una inhibición de la fase secundaria de vitelogénesis. Sin embargo, estos cambios no se asocian directamente por la presencia de las raíces. Concluyeron que existe una sustancia tóxica secretada por *Sacculina* y que interfiere directa o indirectamente sobre la neurosecreción y que provocan los cambios degenerativos.

Puede asumirse entonces que el grado de alteración que provoca *L. texanus* sobre su hospedero *C. rathbunae* es severa.

El promedio del ancho de caparazón en organismos con externa virgen fue de 85.1mm en hembras mientras que en machos el promedio fue 84.3mm. Para el caso de los organismos con externa madura, los promedios registrados fueron 80.7mm y 81.4mm para hembras y los machos respectivamente. En la prueba estadística para homogeneidad se aceptó la hipótesis nula, por lo cual no existieron diferencias significativas para el ancho del caparazón por sexo o por el tipo de externa (virgen o madura). (Anexo 3). Cabe mencionar que también se registraron organismos con tallas de 52.4mm hasta 101.6mm (fig. 12). Hochberg *et al.* (1992) en su trabajo sobre aspectos de biología de población y efectos en morfología del hospedero de la parasitación de *L. texanus* en su hospedero *C. sapidus*, registraron un intervalo para el ancho de caparazón de 70 a 120mm, para organismos parasitados predominando los organismos con 90 mm de ancho de caparazón, argumentaron que el tamaño de las jaibas con externa madura es pequeño, más aún si estas fueron infectadas durante su desarrollo juvenil; resaltaron que si el período de infección interna fue corto, esto impide que los organismos alcancen un tamaño mayor. Loran *et al.* (1993), remarcaron que la mayoría de los organismos parasitados de la especie *C. sapidus* en la laguna de Alvarado, Veracruz, presentaron tallas chicas, que fueron de 48.4 a 98mm, aunque también se registraron tallas de 120mm. Sin embargo, Lázaro-Chavez *et al.* (1996) en sus registros realizados sobre *Loxothylacus texanus* parasitando a la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Tamiahua, Méx., determinaron que si se tomara en cuenta el tamaño de los organismos feminizados y con externa, podría decirse que los organismos pueden ser infectados desde los 20mm hasta los 115mm, aunque encontraron organismos con tallas de 170mm. Apoyando esto Wardle y Tirpak (1991), (en su trabajo de aparición y distribución de un brote de infección de *Loxothylacus texanus* en jaibas azules en la bahía de Galveston, Texas), atribuyen que no es necesario que exista un número elevado de externas para establecer que existe una alta incidencia de infección, argumentando que la mayoría de las jaibas con tallas de 51mm o más contienen el endoparasito en alguno de sus estadios.

Lazaro-Chavez *et al.* (1996) en sus registros realizados sobre *Loxothylacus texanus* parasitando a la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Tamiahua, México, indicaron que la prevalencia del parasitismo no se mide por la cantidad de organismos con externas, sino con la prevalencia de hospederos susceptibles, ya que estos pueden contener al endoparasito desarrollándose en alguna de sus fases antes de desarrollar una externa (Foxon, 1940; Adkins, 1972; Phillips y Cannon, 1978; Walker, 2001; y Wardle y Tirpak, 1991).

Lo anterior refleja la necesidad de adecuar herramientas o técnicas para identificar organismos que realmente estén parasitados aunque tales parásitos no sean visibles, por lo cual la revisión externa de los organismos así como establecer un intervalo de tallas para decir que todos los organismos dentro de este, están parasitados. En el presente trabajo además de la forma del abdomen o la presencia de externas en el caso de los machos, se revisó el abdomen de cada organismo para observar las modificaciones de los pleópodos y la atrofia de los gonopodios en el caso de los machos y la modificación de los pleópodos en las hembras (Anexo 2, fig. 5).

También se relacionó el ancho de caparazón con el número de externas registrándose un promedio del ancho de caparazón en organismos con una externa de 85 mm, de 82 mm en organismos con dos externas, de 82.9 mm en organismos con tres externas y en organismos con cuatro externas fue de 85.4 mm (fig. 13). En la prueba estadística correspondiente (χ^2), se aceptó la hipótesis nula por lo que se concluyó que no existen diferencias significativas en el ancho del caparazón en hospederos que poseen de una a cuatro externa (Anexo 3). Sin embargo, cabe mencionar que los organismos que se encontraron con mayor frecuencia fueron los que presentaron una externa. Wardle y Tirpak (1991), observaron que el 86% de las jaibas parasitadas presentaron una externa simple, principalmente jaibas pequeñas con un intervalo de talla de 51 a 60 mm., lo cual concuerda con lo expuesto en el presente trabajo.

Siguiendo el criterio de Rocha *et al.* (1997), en donde se menciona que el reclutamiento de larvas del género *Callinectes* es constante hacia el interior del sistema lagunar de Alvarado, Ver., es razonable observar un mayor número de jaibas con una sola externa, puesto que las larvas cipris no compiten por la adquisición de un hospedero (fig. 14).

CONCLUSIONES

1.- *L. texanus* afecta en gran medida la fisiología de *C. rathbunae*, lo cual se ve reflejado en trastornos morfológicos externos.

2.- *L. texanus* no es selectivo sobre el sexo del hospedero potencial.

3.- El número de externas no está relacionado con la talla del hospedero ni con el sexo del mismo.

LITERATURA CITADA

Adkins, G. 1972. Notes on the occurrence and distribution of the rhizocephalan parasite (*Loxothylacus texanus* Boschma) of blue crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun) in Louisiana estuaries. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission, Technical Bulletin 2:1-13.

Alvarez, F., H. H. Andrade, and R. K. Medina. 1995. The effects of parasitism by the barnacle *Loxothylacus texanus panopaei* (Gissler) (Cirripedia: Rizocephala) on growth and survival of the host crab *Rhitropanopeus harrisi* (Gould) (Brachyura: Xanthidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 192: 221-232.

Alvarez, F. y J. Calderón. 1996. Distribution of *Loxothylacus texanus* (Cirripedia: Rhizocephala) parasitizing crabs of the genus *Callinectes* in the southwestern Gulf of México. Gulf Research Reports 9(3):205-210.

Alvarez, F., A. Gracia, R. Robles y J. Calderón. 1999. Parasitization of *Callinectes rathbunae* and *Callinectes sapidus* by the rhizocephalan barnacle *Loxothylacus texanus* in Alvarado Lagoon, Veracruz, México. Gulf Research Reports 11:15-21.

Andersen, M. L., M. Bohn, J. T. Hoeg & P. G. Jensen. 1990. Cypris ultrastructure and adult morphology in *Ptychascus barnwelli* new species and *P. glaber* (Cirripedia: Rhizocephala), parasites on semiterrestrial crabs. Journal of Crustacean Biology 10:20-28.

Andrieux, N. 1968. Etude de la cuticule chez *Carcinus mediterraneus* (Czerniavsky) indemne et parasité par Sacculini carcini Thompson. Bulletin de la Societe Zoologique de France. 93, 611-627.

Andrieux, N. 1969. Remarques pre'liminaires sur la glande de mue de *Carcinus mediterraneus* infestés par *Sacculina carcini*. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee. 44, 82-92.

Andrieux, N. 1974. Action de L'ecdystérone sur les phénomènes de mue des crabes, *Carcinus mediterraneus*, sains et parasités par *Sacculina carcini*. Comptes Rendus de l'Academie de Sciences. 279, 807-810.

Barnes, R. D. 1987. Zoología de los Invertebrados. Ed. Interamericana Mc Graw-Hill, México.

Begon, M., J. L. Harper, and C. R. Townsend. 1997. Ecología: Individuos, poblaciones y Comunidades. Ediciones Omega, S.A. 2ª Impresión, Barcelona.

Bliss, D. E. 1983. The Biology of Crustacea. Volumen 6. Capítulo 5. Crustaceos parasitos de otros crustaceos. Academic Press, USA. pp 215-250.

Boquet-Védrine, J. 1972. Les rhizocephales. Cahiers de Biologie Marine. 13, 615-626.

Bortolini, J. L. Comunicación personal.

Bresciani, J. y J. J. Høeg, 2001. Comparative ultrastructure of the rppt system in Rhizocephalan barnacles (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala). Journal of Morphology 249 (1): 9-42.

Brusca, C. R. and J. G. Brusca. 1990. Invertebrates. Sunderland, Massachusetts.

Caulley, M. 1952. "parasitism and Symbiosis", pp. 195-205. Sedgwich and Jackson Limited, London.

Charniaux-Cotton, H. 1963. Démonstration expérimentale de la sécrétion d'hormone femelle par le testicule inverse en ovaire de *Talitrus saltrator* (Crustacé Amphipode). Considérations sur la génétique et L'endocrinologie sexuelles des crustacés superieurs. Comptes Rendus de l'Academie de Sciences. 256, 4088-4091.

Christmas, J. Y. 1969. Parasitic barnacles in Mississippi estuaries with special reference to *Loxothylacus texanus* Boschma in the blue crab (*Callinectes sapidus*). Proceedings of the 22nd Annual Conference, Southeastern Association of Game and Fish Commissioners, pp 272-275.

Conklin, D. E. 1980. Nutrition. In "The Biology and Management of Lobsters" (J.S. Cobb and B.F. Phillips, eds.), pp. 277-300. Academic Press, New York.

Cornubert, G. 1954. Influence de L'ablation des pédoncules oculaires sur la mue du crabe *Pachygrapsus marmoratus* Fabricius parasité par *Sacculini carcini* Thompson. Bulletin de l'Institute Oceanographique. 1039, pp. 1-4.

Daugherty, F. M. 1952. The blue crab investigation, 1949-50. Texas Journal of Science 4:77-84.

De la Fuente, J. A. F. 1994. Zoología de Artrópodos. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México.

Delage, Y. 1884. Evolution de la sacculine (*Sacculina carcini* Thomps.), crustacé endoparasite de L'ordre nouveau des Kentrogonides. Archives de Zoologie Experimentale et Generale. 2, 417-736.

Foxon, G. E. H. 1940. Notes on the life history of *Sacculina carcini* Thompson. Journal Marine Biology. Associate. U. K. 24, 253-264.

Glenner, H. 2001. Cypris Metamorphosis, injection and earliest internal development of the Rhizocephalan *Loxothylacus panopaei* (Gissler). Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala: Sacculinidae. Journal of Morphology 249(1): 43-75.

Hartnoll, R. G. 1960. *Entionella monensis* sp. Nov., an entoniscid parasite of the spider crab *Eurynome aspera* (Pennant). Journal of Marine Biological Association of United Kingdom. 39, 101-107.

Hartnoll, R. G. 1967. The effects of sacculinid parasites on jamaican crabs. Journal of the Linnean Society of London Zoology. 46, 275-295.

Hines, A. H., F. Alvarez and S. A. Reed. 1997. Introduced and native populations of a marine parasitic castrator: variation in prevalence of the Rhizocephalan *Loxothylacus panopaei* in xanthid crabs. Bulletin of Marine Science 61(2):197-214.

Hochberg, R. J., T. M. Bert, P. Steele, and S. D. Brown. 1992. Parasitization of *Loxothylacus texanus* on *Callinectes sapidus*: aspects of population biology and effects on host morphology. Bulletin of Marine Science 50:117-132.

Hoeg, J. T., and J. Lutzen. 1985. Crustacea Rhizocephala, Marine Invertebrates of Scandinavia, Norwegian. University Press Norway. Vol 6:92 p.

Hoeg, J. T. 1991. Functional and Evolutionary Aspects of the Sexual System in the Rhizocephala (Thecostraca: Cirripedia). Eds. R. Bauer and J. Martin. Crustacean sexual Biology. New York, Colombia University Press. pp 208-227.

Hoeg, J. T. 1992. Microscopic Anatomy of Invertebrates. Crustacea, Wiley-Liss. Incorporation. 9:313-345.

Hoeg, J. T. and J. Lutzen. 1995. Life cycle and reproduction in the Cirripedia Rhizocephala. Oceanography and Marine Biology an Annual Review 33:427-485.

INEGI. 1988. Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del estado de Veracruz, México. pp 29-32.

Jessop, N. M. 1990. Zoología. Ed. Interamericana Mc Graw-Hill, México.

Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and classification. Ed. Academic Press Incorporation. New York. pp 182-215.

Lázaro-Chávez, E., F. Alvarez and C. Rosas. 1996. Records of *Loxothylacus texanus* (Cirripedia: Rhizocephala) parasitizing the blue crab *Callinectes sapidus* in Tamiahua Lagoon, México. *Journal of Crustacean Biology* 16(1):105-110.

Loran, R. M., A. J. Valdez y F. Escudero. 1993. Algunos aspectos poblacionales de las jaibas *Callinectes* spp. en lagunas de Alvarado, Veracruz. *Ciencia Pesquera* 10:15-32.

Lutzen, J. T. 1984. Growth, reproduction, and life span in *Sacculina carcini* Thompson (Cirripedia: Rhizocephala) in the Isefjord, Denmark. *Sarsia* 69:61:106.

Lutzen, J. 1985. Rhizocephala (Crustacea: Cirripedia) from the deep sea. *Galathea Reports*. 16:99-112.

Marshall, A. J., W. D. Williams, 1985. Zoología. Invertebrados. Ed. Reverté, México.

Mc Naughton, S. J. and L. L. Wolf. 1984. *Ecología General*. Ediciones Omega, Barcelona.

Matsumoto, K. 1952. On the sacculinization of *Charybdis japonica*. *Biology Journal. Okayama University*. 1, 84-89.

Mercier, L., and Poisson, R. 1929. Altération de certains caracteres sexuels secondaires du mâle de *Pinnotheres pisum* L. parasité par un Entoniscien (*Pinnotherion vermiforme* Giard et J. Bonnier). Bulletin de la societe Zoologique de France. 54, 301-304.

More, W. R. 1969. A contribution to the biology of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) in Texas, with a description of the fishery. Texas Parks Wildlife. Ser. 1:1-31.

New, M. B. 1976. A review of dietary studies with shimp and pawns. Aquaculture 9, 101-144.

New, M. B. 1980. A bibliography of shimp and prawn nutrition. Aquaculture 21, 101-128.

O'Brien, J. J. 1984. Ecological interactions between the parasitic barnacle, *Heterosaccus californicus*, and its crab host, *Pugettia producta*. Ph. D. Dissertation, University Of California, Santa Barbara. 200p.

O'Brien, J. and P. Van Wyk. 1984. Effects of crustacean parasitic castrators (epicaridean isopods and rhizocephalan barnacles) on growth of crustacean hosts. Crustacean Issues 3:191-218.

Oguro, C. 1956. On the change caused by rhizocephalan parasites in the hermit crab, *Eupagurus laguginosus*. Journal Faculted of Sciences. Hokkaido University, Ser. 6 12, 511-515.

Overstreet, R. 1978. Marine maladies? Worms, germs, and other symbionts from the northern Gulf of Mexico. Publ. No. MASGP-78-021, Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium, Mobil, Alabama. 40p.

Park, J. 1969. A preliminary study of the blue crabs in Biscayne Bay. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences* 32:12-20.

Payen, G. G., Rubiliani, C., Hubert, M., and Chassard-Bouchard, C. 1979. Données préliminaires relatives aux modifications induites par les racines de rhizocéphales sur le système nerveux central de crabes hôtes: Aspects structuraux et ultrastructuraux. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 288, 705-708.

Phillips, W. J. y L. R. G. Cannon, 1978. Ecological observations on the commercial sand crab, *Portunus pelagicus* (L.), and its parasite, *Sacculina granifera* Boschma, 1973 (Cirripedia: Rhizocephala). *Journal Fishery Diseases*. 1, 137-149.

Prosser, C. L. 1973. "Comparative animal Physiology", 3 rd. ed. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania.

Ramírez, G. M. S. 1988. Investigación biológico-pesquera para la obtención de jaiba suave *Callinectes sapidus* en Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 34 p.

Ragan, J. G., and B. A. Matherne. 1974. Studies of *Loxothylacus texanus*. Proceedings of the 1974 Gulf Coast Regional Symposium on Diseases of Aquatic Animals. pp 185-203.

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, México. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 51 p.

Reaka, M. L. 1978. The effects of an ectoparasitic gastropod, *Caledoniella mentrouzieri*, upon molting and reproduction of a stomatopod crustacean, *Gonodactylus virdis*. *Veliger* 21, 251-254.

Reinhard, G. E. 1950. An analysis of the effects of a sacculinid parasite on the external morphology of *Callinectes sapidus* Rathbun. *Biology Bulletin* 98:277-288.

Reinhard, G. E. 1956. Parasitological reviews (Parasitic Castration of Crustacea). *Parasitology* V:79-107.

Remane, A., V. Storch and U. Welsch, 1980. *Zoología sistemática*. Ed. Omega. Barcelona.

Reverberi, G. 1943. Sul significato della "castrazione parassitaria". La trasformazione del sesso nei Crostacei parassitati da Bopiridi eda Rizocefali. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*. 19, 225-316.

Rocha, A., S. Cházaro y H. Vázquez. 1997. Producción de jaiba suave: una alternativa en el manejo de la pesquería. *Informar* (41): 21-23.

Ross, H. H. 1973. *Introducción a la Entomología General y Aplicada*. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Rubiliani, C. 1983. Action of a rhizocephalan on the genital activity of host male crabs: characterization of a parasitic secretion inhibiting spermatogenesis. *International Journal of Invertebrate Reproduction*. 6:137-147.

Rubiliani-Durozoi, M., C. Rubiliani, y G. G. Payen. 1980. Dèroulement des gamétogenèses chez les crabes *Carcinus maenas* (L.) et *C. mediterraneus* Czerniauský parasités par la sacculine. *Int. J. Invertebr. Reprod.* 2, 107-120.

Secretaria de Pesca. 1994. *Biotechnology para el cultivo de la jaiba*. Convenio Sepesca/UNAM, México, D.F. 95 p.

Tucher, B. W. 1930. On the effects of an epicaridan parasite, *Gyge branchialis*, on *Urogebia littoralis*. Quarterly Journal Microscopical Science. (N.S.) 74, 1-118.

Veillet, A. 1945. Recherches sur le parasitisme des crabes et des galatées par les Rhizocephales et des Epicarides. Annales d'Institut Oceanographique. 22:193-341.

Veillet, A. 1955. Remarques sur l'influence de la *Sacculine* sur les organes endocrines des crabes. Bulletin de la Société des Sciences de Nancy 14:73-74.

Veillet, A and F. Graf. 1959. Dégénérescence de la glande androgène des Crustacés Décapodes parasités par les Rhizocéphales. Bulletin Société des Sciences de Nancy 18:123-127.

Walker, G. 2001. Introduction to the Rhizocephala (Crustacea: Cirripedia). Journal of Morphology 249(1): 1-8

Wardle, W. J. and A. J. Tirpak. 1991. Occurrence and distribution of an outbreak of infection of *Loxothylacus texanus* (Rhizocephala) in blue crabs in Galveston Bay, Texas, with special reference to size and coloration of the parasite's external reproductive structures. Journal of Crustacea Biology 11:553-560.

Wilford, O. O. 1977. Parasitología animal. Editorial Aedos. Barcelona. pp. 23-40.

Williams, A. B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. Fishery Bulletin 72(3):685-798.

Vázquez, H. & F. Alvarez. 2000. Larval development of the rhizocephala barnacle *Loxothylacus texanus* (en prensa).

Vázquez, L. H. 2000. Desarrollo larval del cirripedio parásito *Loxothylacus texanus* en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 69 p.

Vogan, C. L., Costa-Ramos, C., Rowley, A.F., 2001. A histological study of shell disease síndrome in the edible crab, *Cancer pagurus*. Diseases of Aquatic Organisms. (In press).

Vogan, C. L. y A. F., Rowley, 2002. Effects of shell disease síndrome on the haemocytes and humoral defences of the edible crab, *Cancer pagurus*. Aquaculture 205: 237-252.

Zerbib, C., Andrieux, N., and Berreur-Bonnenfant, J. 1975. Données préliminaires sur l'ultrastructure de la glande de mue (organe Y) chez le crabe *Carcinus mediterraneus* sain et parasité par *Sacculina carcini*. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Paris 281, 1167-1169.

ANEXO 1

	# de organismos	%
Total de organismos	143	100
Total de hembras	92	64.33
Total de machos	51	35.64

Tabla 1. Total de organismos recolectados (hembras y machos).

	# de organismos	%
Total de organismos	143	100
Total de hembras	92	64.33
hembras con externa virgen	85	59.44
hembras con externa madura	7	4.89
Total de machos	51	35.64
Machos con externa virgen	42	29.37
Machos con externa madura	9	6.29

Tabla 2. Número de hospederos (hembras y machos) que presentan externas vírgenes y maduras.

	# de organismos	%
Hembras con externa virgen	85	100
Apariencia normal	8	9.41
Con manchas	65	74.71
Con perforaciones	60	70.58
Ambas	56	65.88
Con quelas rotas	57	67.05
Sin pereopodos	38	44.70
Con parálisis	23	27.05
Sin quelas	8	9.41

Tabla 3. Efectos observados en hembras con externa virgen.

	# de organismos	%
Hembras con externa madura	7	100
Apariencia normal	1	14.28
Con manchas	6	85.71
Con perforaciones	5	71.42
Ambas	5	71.42
Con quelas rotas	5	71.42
Sin pereopodos	3	42.85
Con parálisis	5	71.42
Sin quelas	0	0

Tabla 4. Efectos observados en hembras con externa madura.

	# de organismos	%
Machos con externa virgen	42	100
Apariencia normal	0	0
Con manchas	35	83.33
Con perforaciones	27	64.28
Ambas	26	61.90
Con quelas rotas	28	66.66
Sin pereopodos	19	45.23
Con parálisis	16	38.09
Sin quelas	6	14.28

Tabla 5. Efectos observados en machos con externa virgen.

	# de organismos	%
Machos con externa madura	9	100
Apariencia normal	2	22.22
Con manchas	4	44.44
Con perforaciones	4	44.44
Ambas	4	44.44
Con quelas rotas	5	55.55
Sin pereopodos	3	33.33
Con parálisis	4	44.44
Sin quelas	3	33.33

Tabla 6. Efectos observados en machos con externa madura.

	# de organismos	%
Total de organismos	143	100
Apariencia normal	11	7.69
Con manchas	110	76.92
Con perforaciones	96	67.13
Ambas	91	63.64
Con quelas rotas	95	100
Sin pereopodos	63	44.06
Con parálisis	48	33.57
Sin quelas	17	11.89

Tabla 7. Efectos observados en el total de organismos.

Categoría	Promedio de ancho de caparazón	Rango de error
Hembras con externa virgen	8.51	0.73
Hembras con externa madura	8.07	1.24
Machos con externa virgen	8.43	0.81
Machos con externa madura	8.14	1.32

Tabla 8. Promedio del ancho de caparazón en hospederos (hembras y machos) con externa (virgen y madura).

Categoría	Promedio de ancho de caparazón	Rango de error
Organismos con 1 externa	8.49	0.8
Organismos con 2 externas	8.2	0.88
Organismos con 3 externas	8.29	1.08
Organismos con 4 externas	8.54	0.57

Tabla 9. Promedio del ancho de caparazón en hospederos (hembras y machos) con una, dos, tres y cuatro externas maduras.

Categoría	# de organismos
Organismos con 1 externa	111
Organismos con 2 externas	20
Organismos con 3 externas	8
Organismos con 4 externas	3

Tabla 10. Número de organismos que presentan una, dos tres y cuatro externas.

ANEXO 2

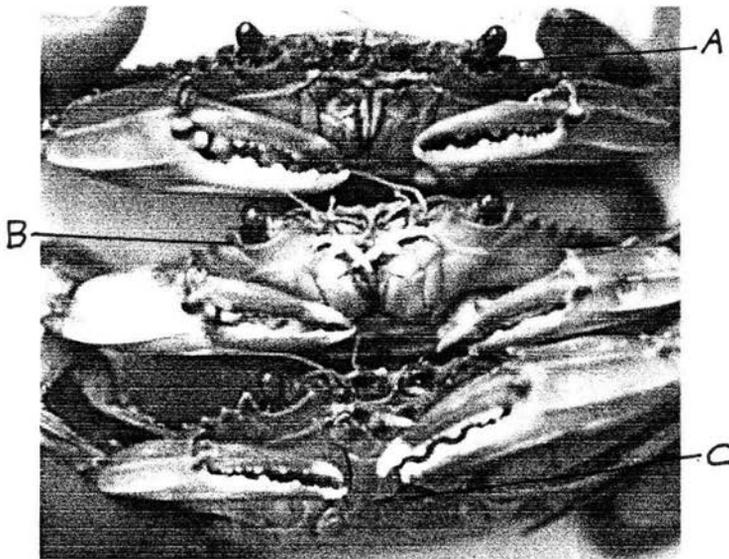


Figura 1. Hembras de *C. rathbunae* con diferencias en el tamaño de las quelas. En el primer organismo (A) se aprecia una quela más angosta que la otra, siendo esta una característica normal en estos organismos. En cambio, en los otros organismos (B y C) el tamaño de las quelas puede ser el mismo o no ser muy marcada la diferencia.

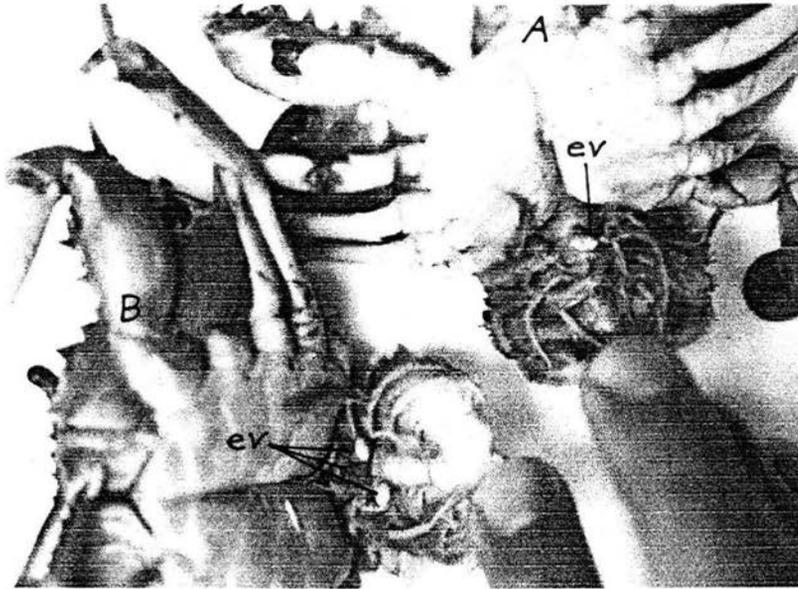


Figura 2. Hembras de *C. rathbunae* con externas vírgenes de *L. texanus*. En el organismo A se observa una externa virgen (ev) mientras que en B se aprecian tres externas vírgenes.

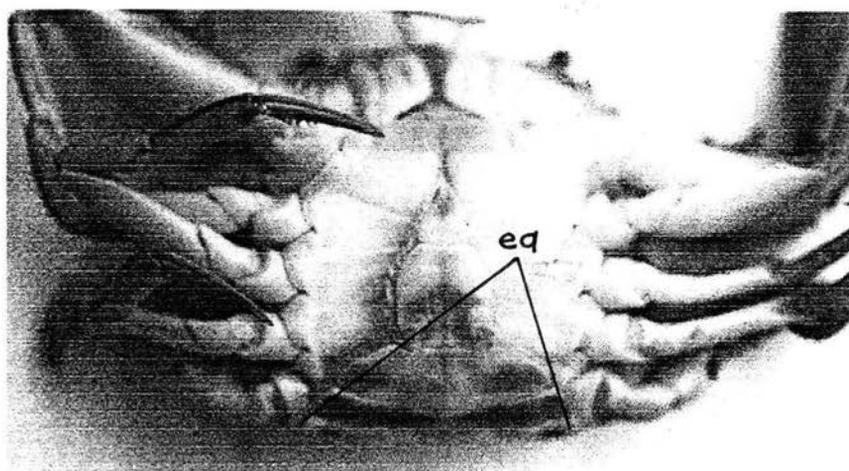


Figura 3. Hembras de *C. rathbunae* con externas vírgenes de *L. texanus*. En el organismo A se observa una externa virgen (ev) mientras que en B se aprecian tres externas vírgenes.

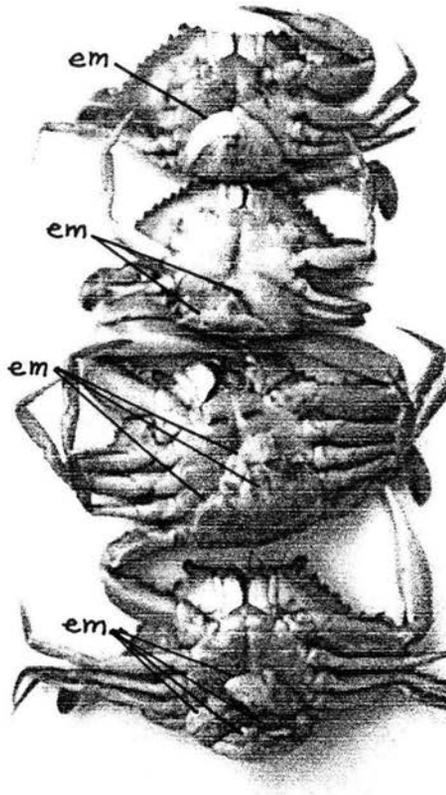


Figura 4. Hembras de *C. rathbunae* con 1, 2, 3, y 4 externas maduras (em) respectivamente (de arriba hacia abajo).

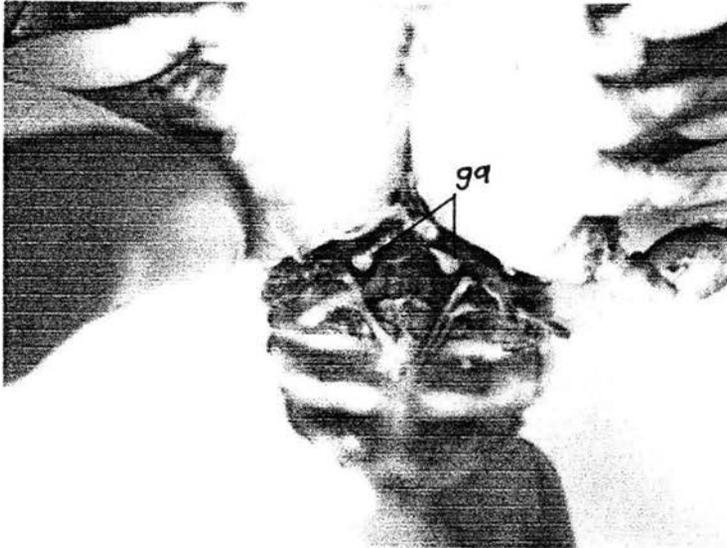


Figura 5. Macho de *C. rathbunae* con gonopodios atrofiados (ga).

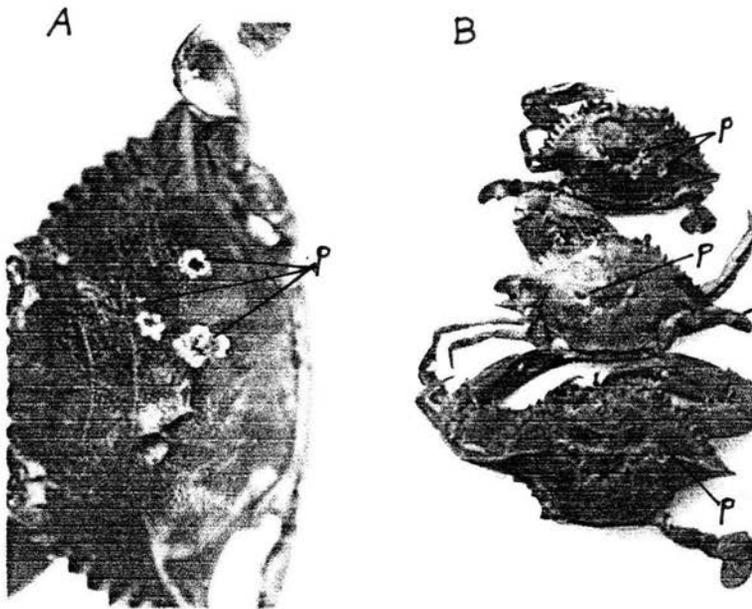


Figura 6. A) Hembra de *C. rathbunae* (izquierda) con perforaciones (p) en el caparazón. B) Un macho (arriba) y dos hembras (b y d) de *C. rathbunae* que también presentan estas perforaciones.

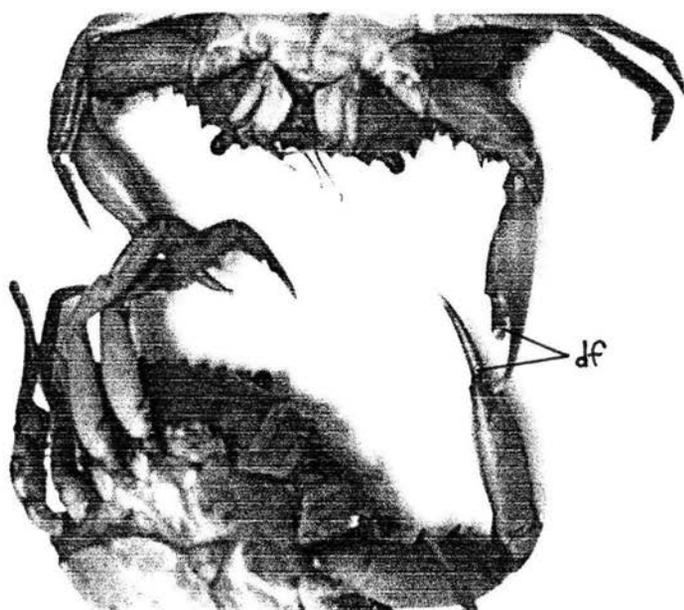


Figura 7. Hembras de *C. rathbunae* con quelas fracturadas. En ambos casos se aprecia cortado el dactilopodio (df).

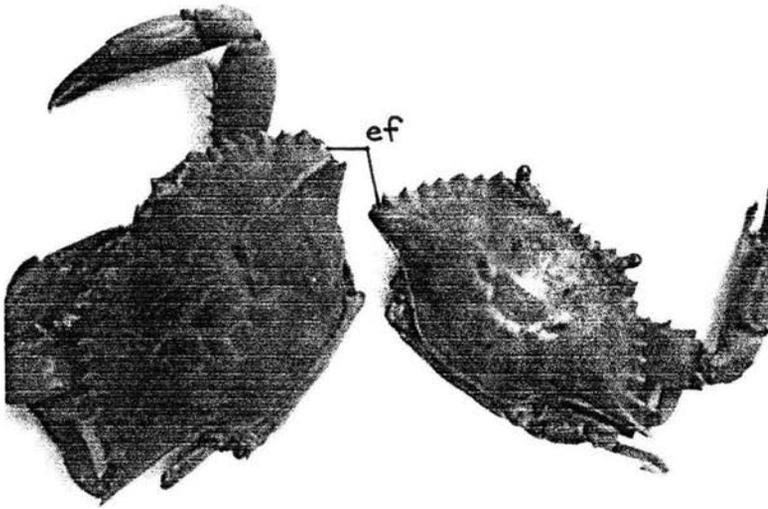


Figura 8. Hembras de *C. rathbunae* con lesiones en las espinas laterales. Se aprecia la fractura de las espinas laterales (ef) en ambos organismos.

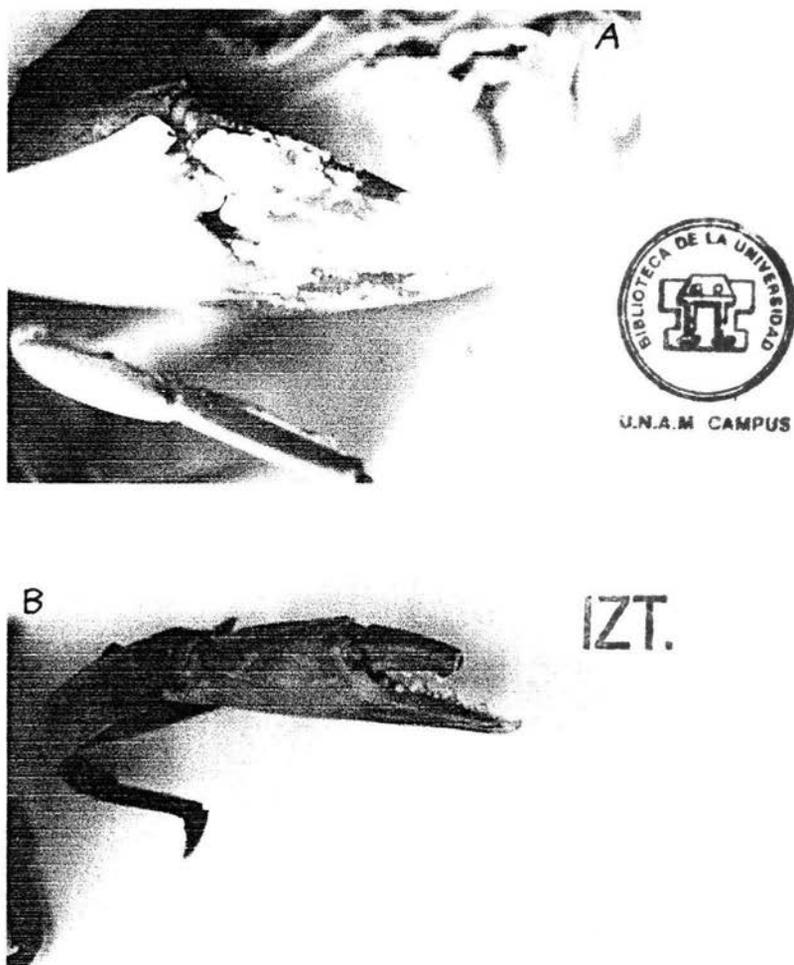


Figura 9. Hembras de *C. rathbunae* con lesiones en la quela. Se aprecia una importante lesión en A en toda la superficie de la quela. B, dactilopodio cortado.

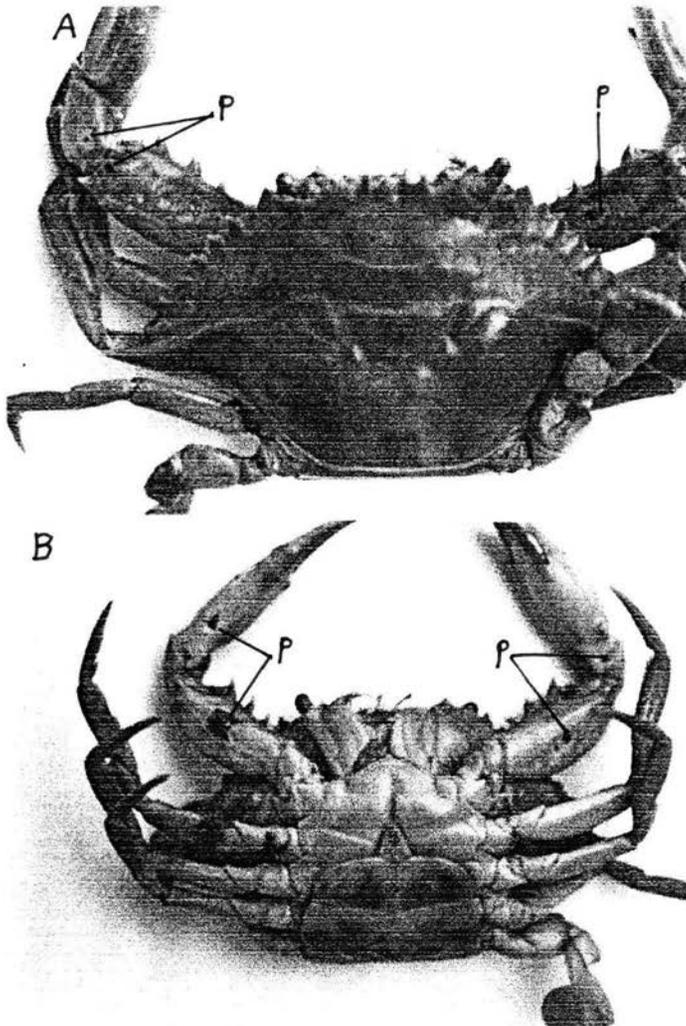


Figura 10. A y B, se aprecia un severo daño en los apéndices. Las perforaciones (p) observadas son muy grandes.

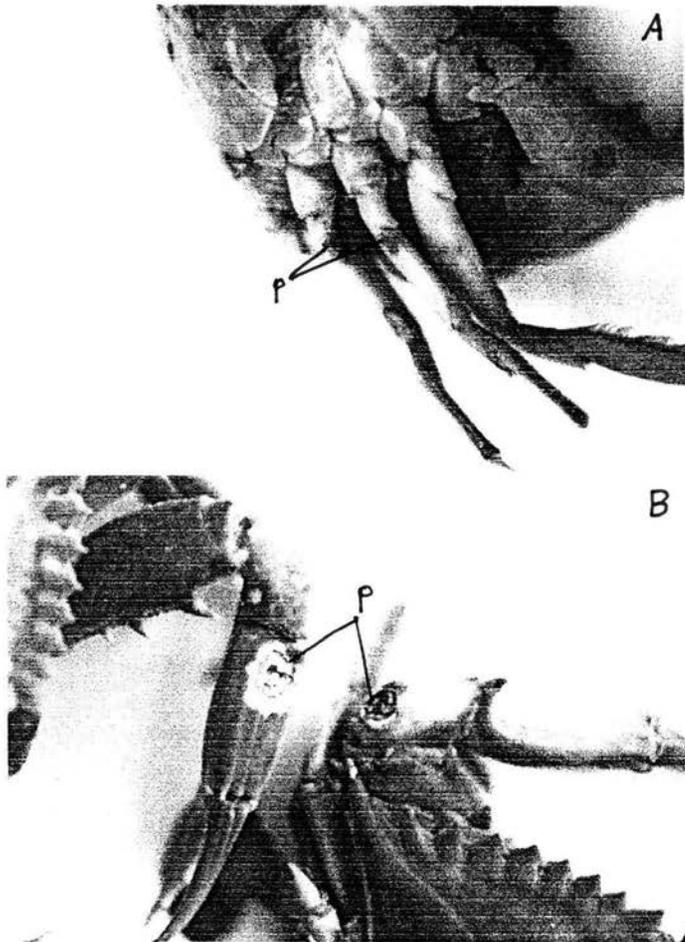


Figura 11.A) Hembra de *C. rathbunae* con perforaciones (p) en la parte ventral de los apéndices caminadores. B) Hembra y macho de *C. rathbunae* con perforaciones (p) en los quelíperos.

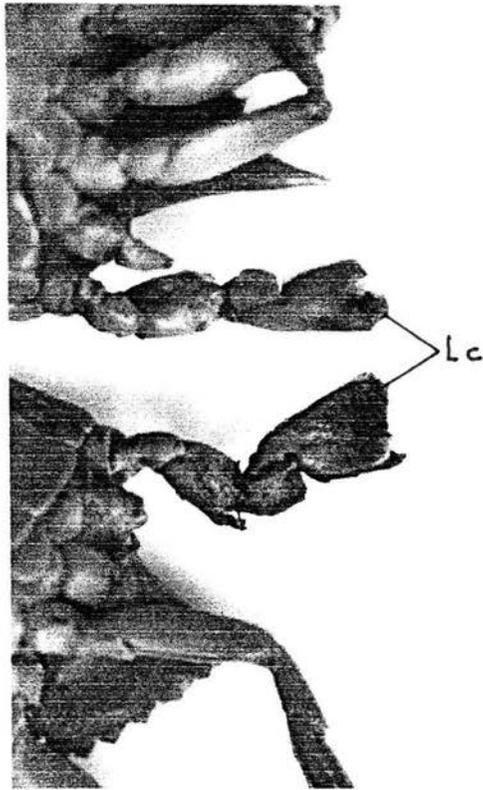


Figura 12. Los apéndices natatorios también presentan lesiones en forma de cortaduras (Lc).

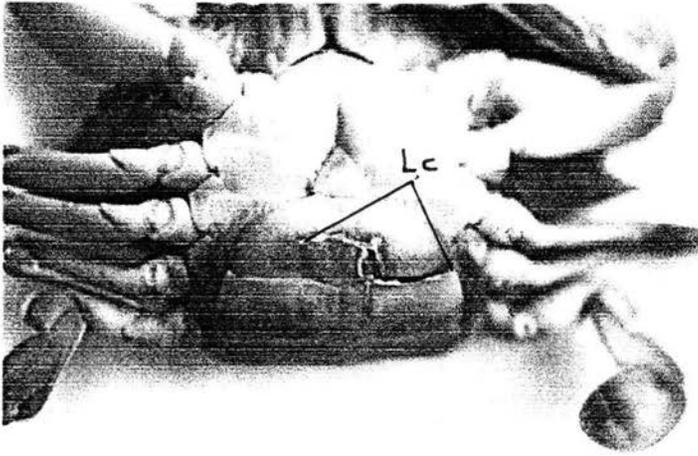


Figura 13. Hembra de *C. rathbunae* con lesión por cortadura(Lc) en el abdomen.

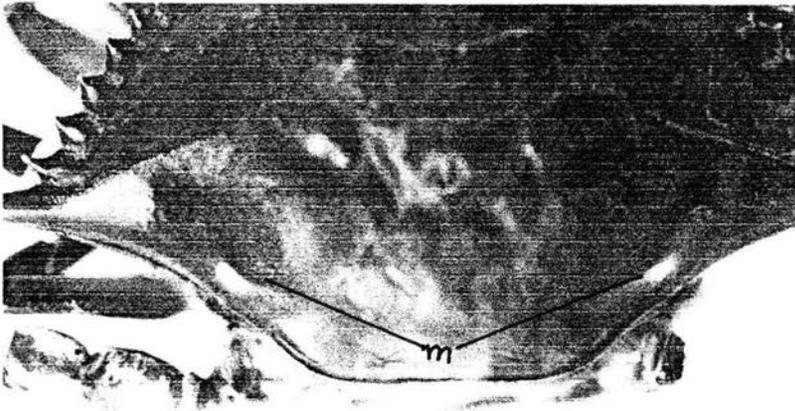


Figura 14. Hembra de *C. rathbunae* con manchas blancas (m) en la parte posterior del caparazón.

ANEXO 3

PRUEBA DE χ^2

(Prueba de homogeneidad)

Se prueba si las K poblaciones son homogéneas respecto a algún criterio de clasificación.

ANCHO DE CAPARAZÓN CON RELACION AL SEXO Y AL TIPO DE EXTERNA

HIPÓTESIS:

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en el ancho del caparazón de los cuatro grupos de cangrejos revisados, tomando en cuenta el sexo y tipo de externa.

Hipótesis alternativa (H_a): Sí existen diferencias significativas en el ancho del caparazón de los cuatro grupos de cangrejos revisados tomando en cuenta el sexo y el tipo de externa.

- 1) Se clasificó a los organismos por sexo y número de externa.

Ancho de caparazón

Categoría	50-70 mm	71-91 mm	92-112 mm	Totales por renglón
Hembras con externa virgen	3	64	17	85
Hembras con externa madura	1	5	1	7
Machos con externa virgen	2	32	8	42
Machos con externa madura	2	5	2	9
Totales	8	106	28	143

- 2) Se calculó las frecuencias esperadas por celda.
 -Se multiplica el total de renglón por el total de columna, dividiendo el producto entre el total general.

Ancho de caparazón

Categoría	50-70 mm	71-91 mm	92-112 mm
Hembras con externa virgen	3(4.7)	64(63)	17(16.6)
Hembras con externa madura	1(0.4)	5(5.1)	1(1.3)
Machos con externa virgen	2(2.3)	32(31.1)	8(8.2)
Machos con externa madura	2(0.5)	5(6.6)	2(1.7)

- 3) En base a las frecuencias observadas y esperadas se procede a calcular al

estadístico de prueba χ^2 .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = 3.191$$

donde

$i=1 \dots r$ (número de poblaciones o renglones de la tabla de contingencia).

$j=1 \dots c$ (número de categorías o columnas de la tabla de contingencia).

O_{ij} = frecuencia observada por celda.

E_{ij} = frecuencia esperada por celda.

- 4) Se obtiene el valor crítico de X^2 en la tabla.

El valor de X^2 con g. l. = $(r-1)(c-1) = 6$

$$X^2 = 12.59$$

6,05

- 5) Se toma la decisión de rechazar o no la hipótesis nula (H_0), de acuerdo a la siguiente regla de decisión:

Rechazar H_0 si $X^2 > X^2_{\alpha}$

0 6,05

Como $X^2 = 3.191$, no fue mayor que $X^2 = 12.59$, se decide no rechazar a la

0

6,05

H_0 , y por lo tanto se concluye que no existen diferencias significativas en el ancho de caparazón del total de los organismos en base al sexo y tipo de externa.

ANCHO DE CAPARAZÓN CON RELACION AL NUMERO DE EXTERNA

HIPÓTESIS:

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en el ancho del caparazón en los cuatro grupos de cangrejos revisados, tomando en cuenta el sexo y número de externas.

Hipótesis alternativa (H_a): Existen diferencias significativas en el ancho del caparazón de los cuatro grupos de cangrejos revisados, tomando en cuenta el sexo y número de externas.

1) Se clasificó a los organismos por el número de externas.

Ancho de caparazón

Categoría	50-70 mm	71-91 mm	92-112 mm	Totales por renglón
Con una externa	5	89	23	112
Con dos externas	2	15	3	20
Con tres externas	1	5	2	8
Con cuatro externas	0	2	1	3
Totales por columna	8	106	29	143

2) Se calculó las frecuencias esperadas por celda.

-Se multiplica el total de renglón por el total de columna, dividiendo el producto entre el total general.

Ancho de caparazón

Categoría	50-70 mm	71-91 mm	92-112 mm
Con una externa	5(6.2)	84(83)	23(22.7)
Con dos externas	2(1.1)	15(14.8)	3(4)
Con tres externas	1(0.4)	5(5.9)	2(1.6)
Con cuatro externas	0(0.1)	2(1.9)	1(0.6)

3) En base a las frecuencias observadas y esperadas se procede a calcular el

$$\text{estadístico de prueba } X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = 2.62$$

donde

$i=1 \dots r$ (número de poblaciones o renglones de la tabla de contingencia).

$j=1 \dots c$ (número de categorías o columnas de la tabla de contingencia).

O_{ij} = frecuencia observada por celda.

E_{ij} = frecuencia esperada por celda.

4) Se obtiene el valor crítico de X^2 en la tabla.

El valor de X^2 con g. l. = $(r-1)(c-1) = 6$

$$X^2_{6,05} = 12.59$$

5) Se toma la decisión de rechazar ó no la hipótesis nula (H_0), de acuerdo a la siguiente regla de decisión:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } X^2 > X^2_{6,05}$$

Como $X^2 = 2.62$ no fue mayor que $X^2_{6,05} = 12.59$ se decide no rechazar la H_0 ,

y por lo tanto concluir que no existen diferencias significativas en el ancho de caparazón de los cuatro grupos de cangrejos revisados, tomando en cuenta el sexo y el número de externas.