



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

INTERACCIONES BIOLÓGICAS DE *Bopyrina abbreviata*
(ISOPODA : BOPYRIDAE) Y SU HOSPEDERO *Hippolyte zostericola*
(DECAPODA : HIPPOLYTIDAE) EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS,
CAMPECHE.

TESIS

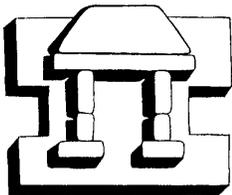
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G O

PRESENTA

JESÚS ROMERO RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS: Dr. RAMIRO ROMÁN CONTRERAS



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA,
ESTADO DE MÉXICO, 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Cuanto más fuerte es el obstáculo,
más grande es la gloria que podremos alcanzar al vencerle;
las dificultades, que nos salen al paso
son los adornos de las virtudes que triunfan.

Moliere

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Adriana Guadalupe Rodríguez Jandete

José Arturo Romero

Con toda mi admiración cariño y respeto; esto es el resultado de su esfuerzo, ejemplo, cariño y apoyo.

A MIS HERMANOS

Cristina, Arturo y Adrián

Por ser, junto con mis padres, el más grande apoyo que tengo en la vida.

A MIS ABUELAS (†)

Por su cariño y fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Profesionales Iztacala por la oportunidad de formarme académica y profesionalmente.

A las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ramiro Román Contreras por su asesoría y apoyo para el desarrollo de este trabajo, pero sobre todo, por su paciencia para conmigo.

A mis sinodales, Dr. Sergio Cházaro Olvera, M. en C. Arturo Rocha Ramírez, M. en C. Jonathan Franco López, Biol. Ángel Moran Silva por los comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

Al M. en C. Mario Martínez Mayén por todo el apoyo otorgado para la realización de los muestreos, las palabras de aliento, los valiosos comentarios y sugerencias para el mejor desarrollo de este trabajo.

A Alfredo Velásquez García y al Técnico Académico Andrés Reda por su amistad y su valiosa ayuda en los muestreos y la separación del material biológico.

A todos mis profesores que han sido un pilar importante en la formación de mi persona.

A todos mis amigo(a)s y compañeros de generación, a quienes considero como una segunda familia; Eduardo (Lalo), Alí (Chino), Alfredo (Güero), Guillermo (Memo), Luis Barbo (bigotes), Aldo, Mario, Luis Ordaz (luiso), Fco. Eduardo (Paco Lalo), Antonio (toño), Alberto, (Krusty), Héctor, Adriana (Tana), Erika Melina, Beatriz (Brujis), Joaline , Gabriela (Gaby), Lina.

A todos los amigos(as) que me insistieron, se interesaron y preocuparon para que concluyera este trabajo, DE VERDAD MUCHAS GRACIAS.

INDICE

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
AREA DE ESTUDIOS.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
ANÁLISIS DE DATOS.....	20
RESULTADOS.....	21
Densidad de <i>Hippolyte zostericola</i>	21
Porcentaje de infección del hospedero.....	23
Proporción sexual de <i>Hippolyte zostericola</i>	24
Composición por tallas de hospederos parasitados.....	26
Ubicación dextral o siniestral del parásito.....	30
Estructura poblacional de <i>Bopyrina abbreviata</i>	31
DISCUSIÓN.....	34
Densidad de <i>Hippolyte zostericola</i>	34
Porcentaje de infección del hospedero.....	35
Proporción sexual de <i>Hippolyte zostericola</i>	37
Composición por tallas de hospederos.....	39
Ubicación dextral o siniestral del parásito.....	40
Estructura poblacional de <i>Bopyrina abbreviata</i>	42

CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46
ANEXO I.....	51
ANEXO II.....	55
(Formato de la hoja de registro).....	55
ANEXO III.....	56
(Ilustraciones de <i>Bopyrina abbreviata</i>).....	56

RESUMEN

Un total de 30 351 organismos de la especie *Hippolyte zostericola* fueron colectados en la parte norte de la Laguna de Términos, Campeche, durante el periodo comprendido entre noviembre de 1997 a noviembre de 1999. La especie presentó una densidad promedio de 8.09 org./m², y una proporción sexual de 1.1:1 a favor de las hembras.

Dentro de esta población se registraron 1 231 organismos parasitados por el isópodo *Bopyrina abbreviata*, lo cual representó un porcentaje de infección de 4.06 %. Se observó una mayor infestación de este parásito sobre los hospederos hembras (n = 933) en comparación con los hospederos machos (n = 212), lo cual equivale a una proporción sexual de 4.4:1 a favor de las hembras. Los hospederos hembras parasitados presentaron tallas mayores siendo la talla mínima de 1.1 mm de LC y la máxima de 3.0 mm de LC; mientras que en los hospederos machos la talla mínima registrada fue de 0.8 mm de LC y la máxima de 2.5 mm de LC. El mayor número de organismos de *H. zostericola* parasitados se presentó entre las tallas de 1.7 mm a 1.9 mm de LC, en ambos sexos. La ubicación dextral o sinistral del parásito sobre su hospedero no mostró diferencias significativas ($X^2 = 1.24 < X^2_{0.05}$).

La estructura poblacional de *B. abbreviata* estuvo constituida principalmente por parejas de parásitos cuya hembra se hallaba en estado ovígero. Estadísticamente esta estructura no difiere significativamente entre las épocas del año, $F = 2.95 < F_{0.05}$, por lo que es posible establecer que los distintos estados de desarrollo de *B. abbreviata* pueden estar presentes a lo largo de todo el año sobre *H. zostericola*.

Eventualmente se registraron parejas de parásitos en distinto estado de desarrollo, así como asociaciones de un parásito hembra acompañada de varios machos. En dos ocasiones se registró una doble infestación de *B. abbreviata* sobre *H. zostericola*. También se tuvo el registro, en dos ocasiones, de un hospedero hembra en estado ovígero.

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza se identifican numerosas relaciones simbióticas entre diversos grupos de organismos en grados muy variables, siendo éstas más abundantes de lo que comúnmente se cree; entre los invertebrados acuáticos tales asociaciones son frecuentes y conspicuas (Román, 1993).

Una muestra de éstas relaciones simbióticas es el parasitismo, el cual se ha definido como una asociación ecológica entre dos especies en la que una de ellas (el parásito) vive en o dentro del cuerpo de la otra (el hospedero). El parásito, por lo tanto, debe no solamente estar en continua asociación íntima con un individuo de diferente especie sino ser metabólicamente dependiente de él en algún grado (Simpson y Beck 1965).

Los parásitos pueden pasar la mayor parte de su ciclo de vida con una o más especies hospederas, o alternando durante periodos cortos con un modo de vida libre la mayor parte de su desarrollo. Tal es el caso de los ectoparásitos, que son organismos semi-independientes que viven sobre la superficie de sus hospederos y poseen la habilidad de vivir libres de ellos por cortos periodos, o de moverse de un hospedero a otro (Simpson y Beck, 1965).

Entre los ectoparásitos son notables por su interés biológico y económico los Epicarideos, familia Bopyridae, cuyos miembros son organismos altamente especializados en parasitar crustáceos decápodos de diversas especies y es la familia de isópodos bopiridos más numerosa y mejor representada del mundo (Markham, 1986).

Un género de esta familia que ha sido poco estudiado a pesar de su importancia fisioecológica es el género *Bopyrina*. Este género parasita principalmente a camarones de la familia Hippolytidae, en los cuales puede provocar alteraciones de los caracteres sexuales y castración parasitaria (Tsukamoto, 1981).

Los huéspedes de estos parásitos, miembros de la familia Hippolytidae, aparece en todos los océanos del mundo y todavía es poco lo que se conoce de su biología en general. Gran número de estos camarones habitan las aguas tropicales y subtropicales de Florida y del Caribe asociados a los pastos marinos en aguas relativamente poco profundas < 50m (Corey y Reid, 1991).

Algunas especies de Hippolytidos tienen gran importancia en la productividad de los lechos de pastos marinos y forman parte de los recursos dietéticos de peces como *Sciaenops ocellata* (Linnaeus, 1766), *Cynoscion nebulosus* (Cuvier y Valenciennes, 1830) y el *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792), (Corey & Reid, 1991).

Los reportes para América muestran que un miembro de esta familia, *Hippolyte zostericola* (Leach, 1814), se encuentra desde Massachusetts, U.S.A a Yucatán, México; Bermudas y el sur de Trinidad; Curaçao y Ceara, Brasil; y Colombia (Wicksten, 1989).

Barba *et al.* (2000), mencionan que *Hippolyte zostericola* es un forrajero activo de epífitas del pasto marino *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König y que es un componente dominante en cuanto a su abundancia en los substratos con vegetación acuática sumergida (VAS) en la Laguna de Términos, Campeche, y en los principales sistemas estuarinos del Golfo de México, siendo un eslabón intermedio entre los productores primarios al proporcionar biomasa que es disponible para una gran número de peces juveniles residentes y transitorios que son consumidores de los ambientes de pastos marinos.

ANTECEDENTES

El complejo de la Laguna de Términos fue estudiada preliminarmente por Ayala- Castañares (1963) y Yañez- Correa (1963) desde los puntos de vista biológico y sedimentológico, respectivamente. Yañez- Arancibia *et al.* (1983) describieron estructural y funcionalmente cinco subsistemas de acuerdo a gradientes de salinidad, temperatura, tipos de sustrato, vegetación predominante, producción primaria, patrones de circulación y macrofauna en las cadenas tróficas del ecosistema.

En cuanto al gran número de crustáceos que habitan la Laguna y sus alrededores, estos han sido ampliamente estudiados (Román, 1988), en particular aquellas especies que tienen alguna importancia comercial, como los camarones del género *Penaeus* (Signoret, 1974; Soto, 1979) y cangrejos de la familia *Portunidae* (Román, 1986).

Los crustáceos decápodos son particularmente notables por su alta diversidad y abundancia; así como por jugar un papel muy importante en las cadenas tróficas del ecosistema (Román, 1988; Barba, 1995). Y dentro de éstos, resaltan por su abundancia, en las áreas con fondos cubiertos de pastos marinos (*Thalassia testudinum*), los hippolytidos *Tozeuma carolinense* Kingsley, 1878, *Thor floridanus* Kingsley, 1878 e *Hippolyte zostericola* (Raz- Guzmán y de la Lanza, 1993).

Los estudios sobre el carideo *Hippolyte zostericola* abarcan desde su papel ecológico y la asociación que presenta con diferentes especies de decápodos que habitan los pastos marinos (Zupo y Nelson 1999; Barba 1995,); así como estudios de contenido estomacal (Barba *et al.*, 2000) con los que se ha podido establecer que la dieta de este hippolytido esta constituida por algas filamentosas y diatomeas, principalmente.

En lo referente a los isópodos parásitos, la familia Bopyridae es la más numerosa y mejor representada en el mundo, y contrario a la gran diversidad registrada para el área subtropical y tropical del Indopacífico occidental, los registros para el Pacífico oriental son escasos (Markham, 1986) mientras que para el Atlántico son aún más raros, aunque en parte, ello se debe al tipo y objetivos de los muestreos realizados (Alvarez- León, 1993).

Así mismo, de los primeros registros que se tienen en la literatura de isópodos bopíridos en aguas mexicanas se encuentran los de Pearse (1911; 1936) en las costas de Veracruz y Yucatán, respectivamente; así como el de Rioja (1948) en el río Papaloapan. Actualmente, en la literatura existen trabajos en los que se ha recopilado buena parte de los registros y la distribución geográfica de los bopíridos presentes en México (Campos y Campos, 1989; Román, 1993).

Pero, aunque el conocimiento que se tiene de esta familia en México es más amplio, éste es todavía insuficiente.

Los efectos que los isópodos bopíridos causan a sus hospederos ha sido uno de los aspectos más socorridos de las investigaciones sobre el tema, por lo que la información al respecto es abundante. Por ejemplo, Reinhard (1956) y Baudoin (1975) clasificaron los efectos de los parásitos sobre la acción de los órganos internos del hospedero, secreciones internas, viabilidad, crecimiento, conducta, reproducción y reversión sexual.

La castración de los hospederos causada por los parásitos es uno de los temas más tratados en publicaciones recientes (Baudoin, 1975; Anderson, 1977; Anderson 1978; Beck 1980c; Van Wyk, 1982), ya que la infestación por epicarideos, como regla general, tiende hacia la supresión o involución de las gónadas de la hembra hospedera y en menor caso de las gónadas de los machos (Reinhard, 1956). Estos efectos se reflejan en una serie de expresiones anormales que están dados por una inhibición o disminución del tamaño de ovarios o testículos (Allen, 1966). Otros autores como Baudoin (1975) y Beck (1980c) estiman que la supresión ó la disminución de la gonadogénesis tiene efectos no solamente sobre la esterilización de los organismos parasitados, sino que también se presentan caracteres femeninos en los machos, que se expresan en las estructuras sexuales secundarias, aunque dichos cambios pueden no ser tan marcados.

Otros aspectos tratados en su conjunto por diversos autores (Allen, 1966; Truesdale y Mermilliod, 1977; Beck, 1979; 1980a, 1980b; Collart, 1990; Masunari *et al.*, 2000; McDermott, 2002), han sido el de la estructura poblacional del parásito sobre su hospedero, las tallas y el sexo de los huéspedes que son más frecuentemente infestados, el porcentaje de infección, así como el grado de correlación que hay entre el tamaño del hospedero y el tamaño del parásito con el tamaño de la masa ovígera de este último, el número de parásitos que pueden infestar a un hospedero y los sitios de fijación de los parásitos sobre sus huéspedes.

Como quiera que sea, es obvio que la presencia de un parásito sobre un hospedero provoca en éste modificaciones que no tienen los organismos libres de parásitos. Estas pueden ser cualquiera de las formas citadas anteriormente por los diversos autores que han tratado el tema, incluyendo los efectos en sus diversas combinaciones (Román, 1993).

Debido a la escasa información que se tiene de la biología y ecología de *Bopyrina abbreviata* Richardson, 1904, y de uno de sus hospederos, *Hippolyte zostericola* ; así como de las interacciones que presentan entre sí estas especies en su relación parásito- hospedero, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de las interacciones biológicas del parásito *Bopyrina abbreviata* con su hospedero *Hippolyte zostericola* en la laguna de Términos, Campeche.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar la densidad de *Hippolyte zostericola* en la laguna de Términos, Campeche, durante las tres épocas del año (lluvias, secas y nortes).
2. Determinar el porcentaje de infección de la población de *Hippolyte zostericola* parasitada por *Bopyrina abbreviata*.
3. Estimar la proporción sexual en la población de *H. zostericola* parasitada por *Bopyrina abbreviata* en la laguna de Términos, Campeche, durante las tres épocas del año (lluvias, secas y nortes).
4. Describir la estructura poblacional del parásito *Bopyrina abbreviata* sobre la población hospedera y
5. Estimar si existe alguna diferencia significativa en la estructura poblacional, entre las tres épocas del año (lluvias, secas y nortes).

ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna de Términos es una laguna costera tropical localizada al suroccidente del Golfo de México entre los 18° 27' y 18° 50' latitud norte y los 91° 15' y 91° 51' longitud oeste, al sureste de la Bahía de Campeche (Barba, 1995), la superficie aproximada de la cuenca principal es de 1 700 Km², pero incluyendo pantanos y sistemas fluvio-lagunares asociados al área, es de aproximadamente 2 500 Km² (Yáñez- Arancibia *et al.*, 1980)

Al norte de la laguna sobresale la barra arenosa calcárea que forma la Isla del Carmen, y durante todo el año la laguna recibe los aportes de los ríos Palizada en el sudoeste; el río Chumpán en el sur y el río Candelaria en el sudeste. Se comunica con el Golfo de México a través de las bocas de El Carmen al noroeste y la boca de Puerto Real al noreste (Fig. 1).

La profundidad promedio es de 2 a 3.5 m, las porciones más profundas se localizan en los canales de las bocas y son de 6 a 12 m (Barba, 1995). La Boca de Puerto Real es completamente marina ya que está fuertemente influenciada por aguas marinas transparentes, formando un notable delta interior, con bajos y canales; la boca del Carmen es fundamentalmente salobre debido a que es influenciada principalmente por las aguas del río Palizada, con abundantes terrígenos finos en suspensión que producen gran turbidez y contribuyen a formar un delta exterior (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983).

El tipo de mareas es mixta diurna, el rango es pequeño con un promedio anual de 0.45 m. La circulación del agua está afectada por las mareas, el flujo de los ríos y el viento; con lo cual se forma un patrón de circulación de las aguas con un flujo neto de entrada por la Boca de Puerto Real y un flujo neto de salida por la Boca del Carmen, se presentan gradientes permanentes de salinidad, turbidez, transparencia, tipo de sedimentos, niveles de nutrientes, asociaciones de foraminíferos y macrobentos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

El clima regional es tropical húmedo, con un rango de precipitación anual de 1 100 a 2 000 mm. La máxima precipitación se presenta de junio a noviembre, con tormentas en invierno; la evaporación es de moderada a alta; los vientos prevalecientes a lo largo del año son del sureste y en el invierno hay vientos fuertes del norte y noreste. Existe un pulso moderado de la temperatura (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

El patrón de lluvias en la laguna establece una época de secas (de febrero a mayo) una época de lluvias (de junio a septiembre) y una época de nortes (de octubre a enero) (Negreiros- Fransozo *et al.*, 1996).

Las descargas fluviales aportan elevadas cantidades de materia orgánica de origen terrestre a la laguna, además de la materia orgánica proveniente del manglar, el tipo de sustrato es fino con alto contenido de materia orgánica y la

vegetación acuática sumergida está dominada por rodofitas (Raz-Guzmán & de la Lanza, 1991)

Los procesos físicos determinan la presencia y persistencia de cinco hábitat principales claramente delimitados (Fig. 2), denominados:

Grupo I .- Litoral interno de la isla del Carmen (LIIC). Área de persistente influencia marina con la presencia de praderas de pastos marinos y manglares de borde.

Grupo II .- Cuenca central (CC) oligohalina o zona de transición entre las condiciones marinas y las dulceacuícolas de la laguna.

Grupo III .- Área de persistente influencia dulceacuícola y sistemas fluvio-lagunares (SFL) asociados a la laguna con la presencia de pastos salobres, manglares ribereños y bancos de ostión.

Grupo IV .- Boca del Carmen (BCM), típicamente salobre y aguas turbias estuarinas.

Grupo V .- Boca de Puerto Real (BPR), típicamente marina y praderas de pastos marinos, (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

Así mismo, la heterogeneidad ambiental determinada por la presencia y tipos de vegetación resulta en una variedad de hábitat y microhábitats. Entre éstos las praderas de pastos marinos y algas rodofitas son particularmente importantes, ya que proveen áreas de crianza para las fases larvales y juveniles de varias especies de crustáceos y peces de importancia comercial (Raz-Guzmán y de la Lanza, 1993).

Estos gradientes tienen implicaciones en la distribución de los organismos (Raz-Guzmán y de la Lanza, 1991). La carcinofauna dominante de la laguna se conforma de crustáceos decápodos y peracáridos (Signoret, 1974; Barba, 1995).

La vegetación circundante está compuesta principalmente por mangles de las especies *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* L. y por palmar; mientras en la vegetación acuática sumergida (VAS) predomina la fanerógama acuática *Thalassia testudinum* y en menor proporción *Halodule wrightii* Aschers y *Syringodium filiforme* Kütz en la zona noreste. Los pastos marinos se distribuyen en parches a lo largo del margen interno de la Isla del Carmen y hacia los sectores oriental y sur de la laguna, Las áreas centro, sur y suroeste del sistema están dominadas por la presencia de algas rodofitas de los géneros *Gracilaria*, *Hypnea* y *Acantophora*, así como por clorofitas de los géneros *Caulerpa*, y feofitas del género *Dictyota* durante la mayor parte del año (Raz-Guzmán y de la Lanza, 1991).

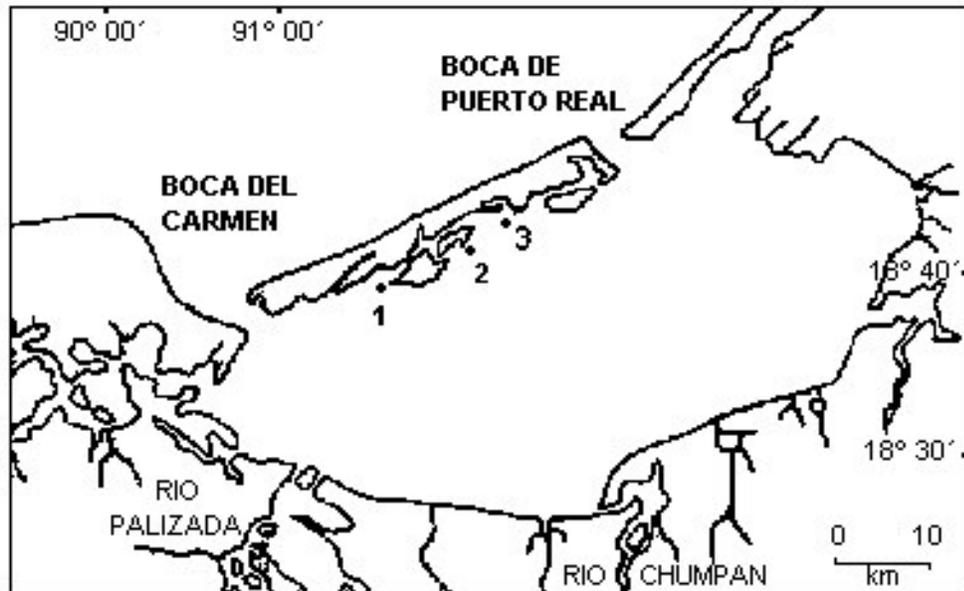


FIGURA 1. Área de estudio (Tomado de Yáñez- Arancibia *et al.*, 1983). Se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo. 1 EL CAYO; 2 PUNTA GORDA; 3 ISLA PÁJAROS.

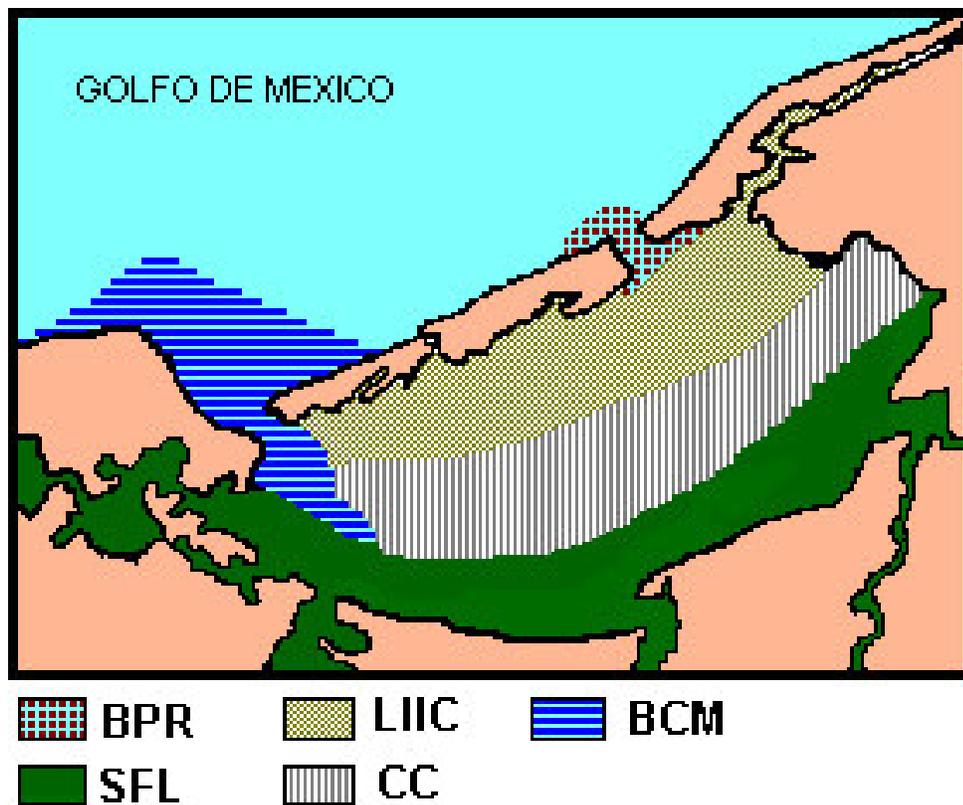


FIGURA 2. Mapa que muestra la distribución espacial de los cinco subsistemas ecológicos de la Laguna de Términos, Campeche. **BPR** = Boca de Puerto Real; **SFL** = Sistemas fluvio- Lagunares; **LIIC** = Litoral Interno de la Isla del Carmen; **CC** = Cuenca Central; **BCM** = Boca del Carmen. (Tomado de Yáñez- Arancibia *et al.*, 1983).

MATERIAL Y METODOS

El material biológico utilizado en el presente trabajo proviene de colectas efectuadas en la laguna de Términos, Campeche, por el personal del Laboratorio de Parasitología Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, realizados durante los periodos siguientes:

- 11 al 15 de noviembre de 1997
- 16 al 20 de marzo de 1998
- 6 al 11 de septiembre de 1998
- 18 de noviembre de 1998
- 29 de mayo de 1999
- 23 al 29 de septiembre de 1999
- 23 de noviembre de 1999,

con el cual se pretende tener muestras representativas de las tres épocas del año (nortes secas y lluvias) presentes en la laguna, durante un periodo bianual.

Se ubicaron tres estaciones de muestreo en el interior de la isla del Carmen (Fig. 1): El Cayo, Isla Pájaros y Punta Gorda, en donde la vegetación sumergida esta representada por praderas de *Thalassia testudinum*, principalmente.

Las muestras biológicas se obtuvieron mediante arrastres lineales paralelos a la línea de costa, realizados con una red de patín tipo Colman - Seagrove, de 0.70 m de ancho por 1.20 m de largo y que está compuesta de dos redes con distinta abertura de malla, la red interior presenta una abertura de 1/2 pulgada y la red exterior tiene una abertura de malla de 500 micras, ésta última termina en un copo de plástico.

Los arrastres se hicieron con ayuda de una lancha con motor fuera de borda a una velocidad de 2 nudos aproximadamente, sobre los manchones de *Thalassia testudinum* ubicados en las estaciones de muestreo. Cada arrastre tuvo una duración de cinco minutos, y todos los muestreos se realizaron durante las horas crepusculares (6 a 8 de la tarde -noche, dependiendo de la época del año).

El material biológico colectado fue lavado, separado a *grosso modo* y fijado con una solución de formaldehído al 10%, posteriormente se trasladó al laboratorio para su procesamiento.

La separación é identificación del material biológico se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico modelo Olympus SZ40, y en función de las características taxonómicas propuestas por Chace (1972) y Williams (1984).

Una vez que se identificaron a nivel específico los organismos de *Hippolyte zostericola* se contabilizó el total de organismos por época del año y los organismos que se encontraban parasitados fueron separados de manera individual en viales para evitar que los parásitos se confundan si llegan a separarse de la cámara branquial del hospedero.

Una vez separados y etiquetados individualmente los organismos de *Hippolyte zostericola* parasitados se tomaron los siguientes datos:

- Clasificación por sexos.- Debido a la carencia de información biológica básica específica de *H. zostericola*, el sexo de estos organismos se determinó tomando en cuenta la forma y el tamaño de los dos primeros pares de pleópodos (Zupo y Nelson, 1999).

De acuerdo a lo anterior, los machos fueron diferenciados de las hembras por la presencia de dos pequeñas y delgadas ramificaciones anexas al endópodo del segundo par de pleópodos, mientras que las hembras presentaban una sola ramificación que corresponde al apéndice interno, que es una característica común en ambos sexos. La segunda ramificación de los machos corresponde al apéndice masculino, y la presencia o ausencia de este apéndice resulta ser el carácter más confiable para diferenciar morfológicamente a hembras de machos en los miembros del infraorden Caridea (Hermoso y Martínez, 1991).

Así mismo, Zupo (1994) mencionó que los organismos juveniles pueden ser identificados por el endopodito del segundo par de pleópodos, ya que es pequeño y de forma similar al endopodito del primer par de pleópodos en organismos inmaduros sexualmente.

- Clasificación por talla .- Los individuos de *H. zostericola* fueron clasificados por talla de acuerdo a la longitud del cefalotórax, la cual fue tomada desde la base del pedúnculo ocular hasta el borde posterior medio dorsal del cefalotórax (Corey y Reid, 1991; Collart 1990) con una reglilla de 1 mm colocada en el ocular de un microscopio estereoscópico modelo Olympus SZ40 a un aumento de 4 X.
- Localización del parásito sobre el hospedero.- Se registró cuál de las cámaras branquiales (izquierda o derecha) estaba ocupada por el parásito *Bopyrina abbreviata*, con la intención de conocer si existe alguna preferencia del parásito por colocarse en alguna de las cámaras branquiales (Beck, 1980a; Collart, 1990; Masunari *et al.*, 2000).

Al mismo tiempo que se obtuvieron los datos anteriores para los hospederos se registró la siguiente información de *Bopyrina abbreviata* :

- Sexo.- En los miembros de la familia Bopyridae hay un marcado dimorfismo sexual, ya que la hembra es grande y asimétrica mientras que los machos son pequeños, simétricos, y generalmente se encuentran adheridos a los pleópodos abdominales de la hembra (Provenzano, 1983). Por lo que se revisó si en la cámara branquial se encontraban ambos parásitos (hembra y macho) ó solo alguno de ellos.
- Estadio sexual de *Bopyrina abbreviata*.- Al mismo tiempo que se registraba el sexo del parásito se tomó el registro del estadio sexual en el que se encontraban los parásitos, bajo los siguientes criterios:
 1. De acuerdo con Román (1993) la madurez sexual de un bopyrido se puede considerar desde el momento en el que es posible observar a través de las paredes de la hembra la masa ovígera sin que haya sido aún expulsada al seno del marsupio. Este momento indica que los gametos femeninos se encuentran en proceso de maduración y próximos a ser fecundados por el macho. También se puede considerar a una hembra sexualmente madura cuando, aún teniendo el marsupio vacío, los oostegitos II a IV se encuentran levantados, lo cual se consideraría como evidencia de haber mantenido previamente una masa de huevecillos alojada en el marsupio.
 2. Otro criterio que se tomó en cuenta es el propuesto por Masunari *et al* (2000), con el cual es posible distinguir entre parásitos maduros e inmaduros basándose en un análisis morfológico. Esto es, que un parásito inmaduro es más pequeño que uno maduro, por lo que se puede considerar a un macho maduro a aquel que presentan un abdomen al menos 30% más ancho que el pereonito más ancho. Masunari *et al.*, (2000) apunta que la mayoría de estos machos se pueden encontrar junto a hembras maduras, incluyendo a las hembras ovígeras. Por el contrario, los machos inmaduros casi siempre se encuentran junto a hembras inmaduras, y su abdomen tiene el mismo ancho o es solo un poco más ancho que el pereonito más ancho.

En cuanto a las hembras, Masunari *et al* (2000) menciona que aquéllas que presentan lamelas incubatorias siempre pequeñas y un cuerpo asimétrico se pueden considerar como hembras maduras, pero la masa ovígera solo es visible en hembras grandes. Y considera a las hembras que presentan un cuerpo simétrico y no presentan lamelas incubatorias ni masa ovígera como hembras inmaduras sexualmente.

De acuerdo con estos criterios, los organismos de *Bopyrina abbreviata* que se encontraron parasitando a *Hippolyte zostericola* se clasificaron de la siguiente manera:

1. Hembras maduras.- Presentan un cuerpo asimétrico.
2. Hembras ovígeras.- Con masa ovígera en el marsupio.
3. Hembras inmaduras.- Presentan un cuerpo simétrico y ancho.
4. Machos maduros.- Presentan un abdomen al menos 30% más ancho que el perezoso más ancho.
5. Machos inmaduros.- Su abdomen tiene el mismo ancho o es solo un poco más ancho que el perezoso más ancho.
6. Estadios larvales.- Con base en la descripción hecha por Tsukamoto (1981).

Estos datos fueron vaciados en una hoja de registro (Apéndice II) para su posterior análisis

ANÁLISIS DE DATOS

La densidad de la población de *Hippolyte zostericola* en la laguna de Términos fue cuantificada en base al criterio utilizado por Barba (1995), como el número de organismos colectados dividido entre el área barrida por arrastre. Para el presente estudio el área barrida por arrastre fue de 187.74 m².

Para valorar la variación de la densidad de *Hippolyte zostericola* a través de las épocas del año, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA).

El porcentaje de infección de la población de *Hippolyte zostericola* parasitada por *Bopyrina abbreviata* se cuantificó como el número de organismos de *Hippolyte zostericola* que exhibían algún parásito en cualquiera de sus estadios, o que presentaban indicios de haber estado parasitados (abultamiento característico de la cámara branquial) multiplicado por 100 y dividido entre el número total de organismos de *Hippolyte zostericola* muestreados por época.

Para estimar la proporción sexual en la población de *H. zostericola* parasitada por *Bopyrina abbreviata* durante las tres épocas del año (lluvias, secas y nortes) se utilizó la prueba de ji cuadrada (X^2), (Campos y Campos, 1989).

Para conocer si existe alguna preferencia del parásito por alguna de las cámaras branquiales de los hospederos (izquierda o derecha), se realizó una prueba de ji cuadrada (X^2), (Beck, 1980a y Masunari *et al.*, 2000).

La estructura poblacional de *Bopyrina abbreviata* sobre la población de *Hippolyte zostericola* se consideró como el número de organismos por estadio sexual, por época; en otras palabras, el número de parásitos maduros, inmaduros, juveniles y/o larvas que se encontraron sobre el hospedero durante una época determinada del año.

Mediante un análisis de varianza (ANOVA) por bloques se estimó si existió alguna diferencia significativa en la estructura poblacional del parásito sobre la población de *Hippolyte zostericola* durante las tres épocas del año (lluvias, secas y nortes)

RESULTADOS

Densidad de *Hippolyte zostericola*

Un total de 30 351 organismos de la especie *Hippolyte zostericola* fueron colectados en la parte noreste de la laguna de Términos, durante el periodo comprendido entre noviembre de 1997 a noviembre del 1999; esto representó una densidad promedio de 8.09 org./m² para esta especie durante el periodo de estudio (Tabla 1).

La época en la que se presentó la máxima densidad de *Hippolyte zostericola* fue en la época de nortes de 1997, con una densidad de 17.85 org./m² (Tabla 1). Esto constituyó el 33.13 % del total de organismos registrados para esta especie en la Laguna de términos durante este estudio.

Así mismo, la densidad mínima de *H. zostericola* se registró durante las épocas de lluvias y nortes de 1999, en donde la densidad de esta especie fue de 1.25 y 1.42 org/m², respectivamente (Tabla 1); y representó el 3.29 % del total de organismos colectados de esta especie durante el presente estudio.

TABLA 1. DENSIDAD DE *Hippolyte zostericola* EN LAS DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO DURANTE EL PERIODO DE NORTES DE 1997 A NORTES DE 1999.

EPOCA	# TOTAL DE ORGANISMOS	DENSIDAD (org./m2)
Nortes-97	10054	17.85
Secas.-98	3877	10.33
Lluvias.-98	3812	4.06
Nortes-98	4474	7.94
Secas-99	7134	12.67
Lluvias 99	468	1.25
Nortes-99	532	1.42
TOTAL	30351	8.09

Durante el periodo de estudio, la época de secas fue en la que se observó el menor cambio en la densidad de *H. zostericola* de un año a otro, ya que durante esta época en el año de 1998, la densidad de *H. zostericola* fue de 10.33 org/m²; y para la misma época en 1999, se registró una densidad de 12.67 org/m² (Tabla 1).

Por el contrario, la época de nortes es la época del año en donde se observó una mayor variación en cuanto a la densidad de *H. zostericola* de un año a otro, como se puede ver en la Figura 3. Del mismo modo, se puede notar que este cambio se dió de manera decreciente ya que durante la época de nortes de 1997 la densidad de *H. zostericola* fue de 17.85 org./m² y para los años de 1998 y 1999 en la misma época se tuvo una densidad de 7.94, y de 1.42 org/m² , respectivamente.

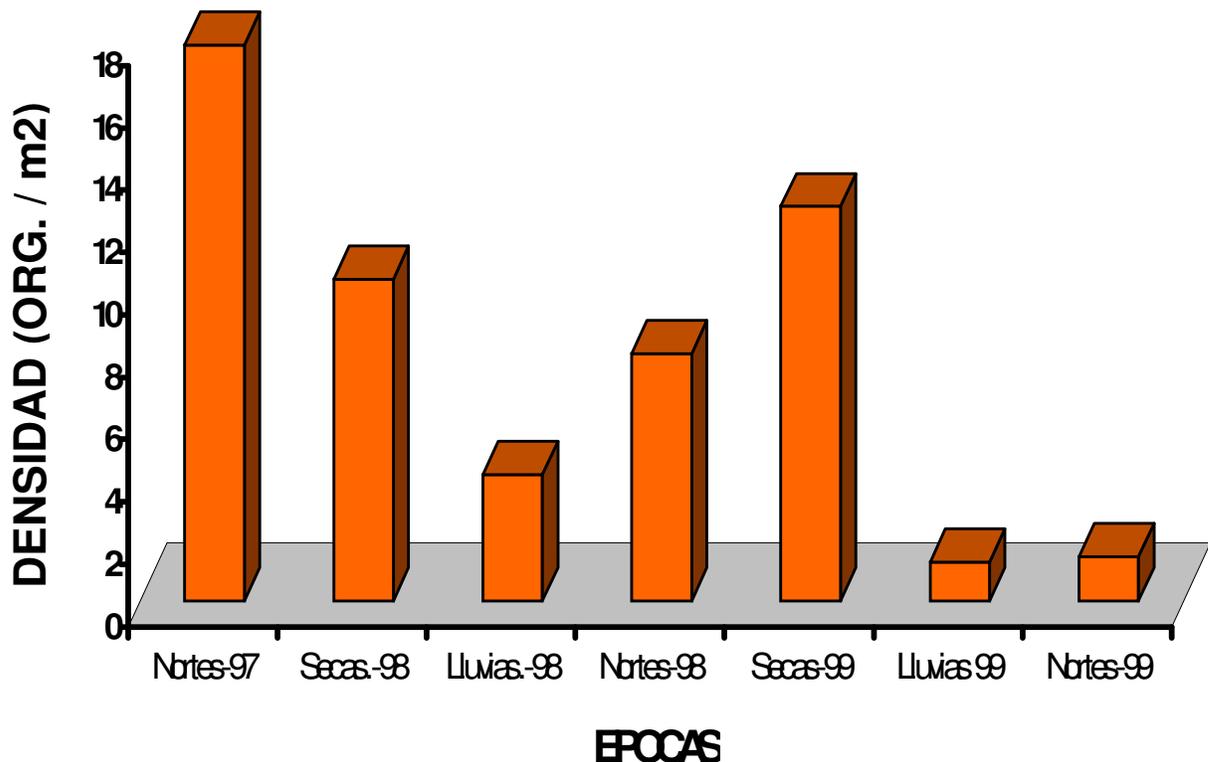


Figura 3. DENSIDAD DE *Hippolyte zostericola* DURANTE LAS 3 EPOCAS DEL AÑO.

A pesar de la variación observada en la densidad de *Hippolyte zostericola* a través de las diferentes épocas del año (Fig. 3), estadísticamente éstas variaciones no son significativas, ya que mediante un análisis de las densidades por medio del método de ANOVA simple obtenemos que $F_o = 1.24 < F_{2,6}^{0.05} = 6.94$, con un coeficiente de variación del 1.39%, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_o) que establece que la densidad de *Hippolyte zostericola* es similar durante las tres épocas del año.

Porcentaje de infección del hospedero

De los 30 351 individuos de *H. zostericola* muestreados en la Laguna de Términos se encontraron 1 231 organismos parasitados por *Bopyrina abbreviata*, lo que representa un porcentaje de infección promedio de 4.06 % para el periodo de estudio.

El máximo porcentaje de infección se presentó en la época de nortes de 1997 (6.98 %), con 702 organismos parasitados de un total de 10 054 individuos muestreados. Mientras que para la época de nortes de 1998 sólo se registraron 42 organismos parasitados de un total de 4 474 organismos de *H. zostericola* muestreados para esa época, lo cual equivale a un porcentaje de infección de 0.94 % siendo este el mínimo porcentaje registrado durante el periodo de estudio (tabla 2).

TABLA 2. PORCENTAJE DE INFECCION DE *H. zostericola*

ÉPOCA	TOTAL DE ORGANISMOS	ORGANISMOS PARASITADOS	PORCENTAJE DE INFECCIÓN
NORTES 97	10054	702	6.98 %
SECAS 98	3877	195	5.03 %
LLUVIAS 98	3812	73	1.92 %
NORTES 98	4474	42	0.94 %
SECAS 99	7134	184	2.58 %
LLUVIAS 99	468	11	2.35 %
NORTES 99	532	24	4.51 %
TOTAL	30351	1231	4.06 %

En cuanto al porcentaje de infección por época del año, se observa que para la época de lluvias este porcentaje aumentó de 1.92 % en 1998 a 2.35 % para 1999, aunque el número total de organismos de *H. zostericola* y el número de parasitados decreció notablemente (Tabla 2).

Del mismo modo, para la época de secas se observó una disminución en el porcentaje de infección de 5.03 % para 1998, a 2.58 % en 1999; en este periodo se observa que a pesar de que el número total de organismos colectados de *H. zostericola* tuvo un aumento, el número de organismos parasitados permaneció casi igual, ya que para la época de secas de 1998 se registraron 195 organismos parasitados, y para la misma época de 1999 se contabilizaron 184 organismos con parásitos (Tabla 2).

Por otro lado, durante las épocas de nortes el porcentaje de infección varió notablemente de un año a otro, ya que esta época presentó los valores máximo y mínimo para todo el periodo de estudio, 6.98% para 1997, y 0.94% durante 1998; y para el año de 1999 tuvo el tercer valor más alto para este estudio (4.52%); sin embargo, los valores de los organismos parasitados y del número total de

organismos muestreados de *H. zostericola*, disminuyó de un año a otro para la misma época (Tabla 2).

Proporción sexual de *Hippolyte zostericola*

Se determinó el 5 % (1 533 organismos) de la población de *H. zostericola* no parasitada, para tener una referencia de la proporción sexual en esta población. Se observó que las hembras representaron el 52.9 % (811 organismos) mientras que los machos abarcaron el 47.1 % (722 organismos), por lo que se puede afirmar que la proporción de hembras de esta población fue ligeramente mayor, lo cual representó una relación de 1.1 hembras por cada macho.

En cuanto a los organismos parasitados por *B. abbreviata* que fueron determinados sexualmente (1 231 organismos parasitados), se determinaron 933 hembras, 212 machos, 11 juveniles y 75 organismos que se clasificaron como indeterminados sexualmente debido a que carecían de los dos primeros pares de pleópodos, necesarios para ser determinados sexualmente (Tabla 3).

TABLA 3. PROPORCIÓN SEXUAL DE *H. zostericola* PARASITADA POR *B. abbreviata*.

EPOCA	# ORGANISMOS PARASITADOS				PROPORCIÓN SEXUAL		
	•	•	juveniles	indeterminados	•	•	RELACION • : •
NORTES 97	538	124	5	35	76.64%	17.66%	4.3:1
SECAS 98	147	16	3	29	75.38%	8.21%	9.1:1
LLUVIAS 98	52	17	0	4	71.23%	23.29%	3:1
NORTES 98	34	7	0	1	80.95%	16.67%	4.9:1
SECAS 99	132	44	3	5	71.74%	23.91%	3:1
LLUVIAS 99	8	2	0	1	72.73%	18.18%	4:1
NORTES 99	22	2	0	0	91.67%	8.33%	11:1
TOTALES	933	212	11	75	75.79%	17.22%	4.4:1

La proporción sexual de los organismos parasitados indicó que las hembras ocuparon el 75.79% del total de los organismos maduros sexualmente determinados; y el total de los machos parasitados solo representan el 17.22%. Esto demuestra que las hembras de *Hippolyte zostericola* se encontraron más parasitadas que los machos en una relación de 4.4 hembras por cada macho parasitado (Tabla 3).

A través de las tres épocas del año se observó la tendencia de que las hembras de *Hippolyte zostericola* se ven más afectadas por el parásito; y la relación más alta que se registró fue durante la época de nortes de 1999, en la cual la relación hembra- macho fue 11:1, aunque este dato puede ser artificioso

debido al bajo número de organismos parasitados que se colectaron durante esta época (24 organismos) (Tabla 3).

De igual forma, durante la época de secas de 1998 se observó la segunda relación hembra- macho más alta, (9.1:1) (Tabla 3), y a diferencia del registro para la época de nortes de 1999, durante la época de secas de 1998 se obtuvo un número de organismos parasitados más alto (un total de 195 organismos), lo que puede considerarse como un dato de mayor validez que el obtenido para la época de nortes de 1999.

Así mismo, la relación sexual más cercana a la unidad se observó durante las épocas de lluvias de 1998 y secas de 1999, cuando en ambos casos la relación hembra- macho registrada fue de 3:1 en un total de 73 y 184 individuos parasitados respectivamente (Tabla 3).

TABLA 4. VALORES DE χ^2 CALCULADA PARA LA PROPORCION SEXUAL DE *H. zostericola*

EPOCA	χ^2 CALCULADA	$\chi^2_{(0.05)}$ DE TABLAS
NORTES 97	256.32	3.841
SECAS 98	105.29	3.841
LLUVIAS 98	17.77	3.841
NORTES 98	17.8	3.841
SECAS 99	44.02	3.841
LLUVIAS 99	3.7	3.841
NORTES 99	16.71	3.841
EN TOTAL	451.42	3.841

La proporción sexual de hospederos hembras parasitados fue estadísticamente significativa en la mayoría de los casos, puesto que $\chi^2_o > \chi^2_{0.05}$ en cada una de las épocas y para el total de la muestra (tabla 4); por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_A), que establece que hay una diferencia en la proporción sexual, en cada uno de los casos a favor de los hospederos hembras (Tabla 4). Excepto por la época de lluvias de 1999 en donde esta diferencia no fue estadísticamente significativa; esto, tal vez, debido al bajo número de organismos analizados durante esta época (11 organismos) (Tabla 3).

Por otro lado, cabe hacer mención que durante la época de nortes de 1997 y de secas de 1999, se registraron dos hembras de *Hippolyte zostericola* parasitadas en estado ovígero, una para cada época. La hembra ovígera que se encontró parasitada en la época de nortes de 1997 no contaba físicamente con el parásito, pero presentaba signos evidentes de haber estado recientemente parasitada. En el caso de la hembra ovígera registrada durante la época de secas de 1999 tampoco contenía el parásito, si bien la marca de éste no era tan conspicua como en el caso anterior.

Composición por tallas de hospederos parasitados

La talla de los 933 organismos hembras parasitados que fueron examinados se distribuyó durante las tres épocas del año de la siguiente manera:

TABLA 5 COMPOSICIÓN POR TALLAS DE LOS HOSPEDEROS HEMBRAS DURANTE LAS TRES EPOCAS DEL AÑO.

ÉPOCA	# TOTAL DE ORGANISMOS HEMBRAS	TALLAS (longitud cefalotórax LC)		
		MINIMA (mm)	MAXIMA (mm)	MEDIA(mm) ± D. E.
NORTES 97	538	1.3	2.7	1.9 ± 0.27
SECAS 98	147	1.2	3.0	1.8 ± 0.26
LLUVIAS 98	52	1.4	2.5	1.8 ± 0.28
NORTES 98	34	1.3	2.7	2.0 ± 0.32
SECAS 99	132	1.1	2.5	1.7 ± 0.29
LLUVIAS 99	8	1.7	2.3	1.9 ± 0.19
NORTES 99	22	1.5	2.5	2.16 ± 0.23

Durante la época de nortes las tallas mínima y máxima permanecieron constantes durante los años de 1997 y 1998: 1.3 mm y 2.7 mm, respectivamente, con una ligera variación para esta época en 1999 ya que la talla mínima registrada fue de 1.5 mm y la talla máxima de 2.5 mm, si bien durante este periodo, también se registró un menor número de hembras parasitadas (Tabla 5).

La variación más amplia en la composición por tallas se presentó durante la época de secas, ya que la talla mínima durante esta época en los años de 1998 y 1999 fue de 1.2 mm y 1.1 mm respectivamente (tabla 5); esta última talla también representó la talla mínima registrada para un hospedero hembra parasitada durante el presente estudio; mientras que la mayor longitud del cefalotórax registrada en este trabajo también se presentó durante la época de secas de 1998, y fue de 3 mm; para la misma época, en 1999, la talla máxima fue de 2.5 mm.

El intervalo de la longitud cefalotorácica durante la época de lluvias comprendió de 1.4 a 2.5 mm durante 1998 y de 1.7 a 2.3 mm en 1999. Durante esta época se observó la menor variación en la composición por tallas y la talla máxima de menor valor durante todo el estudio fue de 2.3 mm en 1999. Así mismo, durante este periodo se registró el menor número de hospederos hembras (8), (Tabla 5).

El mayor número de organismos hembras parasitados se registró entre las tallas de 1.7 a 2.0 mm, encontrándose 487 organismos entre estas tallas, esto corresponde al 52.2 % de los hospederos hembras colectados, de los cuales 115 organismos pertenecieron a la talla de 1.7 mm, 143 a la talla de 1.8 mm, 117 en 1.9 mm, y 112 en la talla de 2.0 mm (Fig. 4).

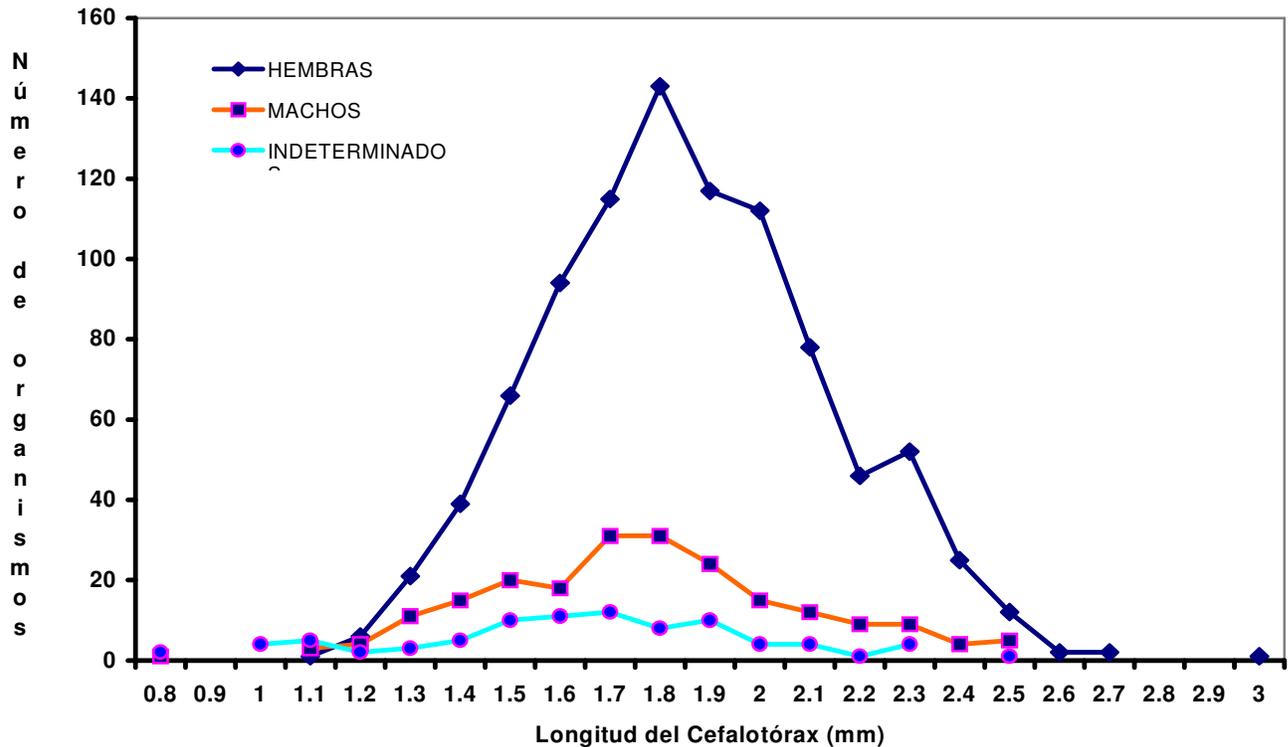


Figura 4. DISTRIBUCION DE TALLAS DE *H. zostericola* PARASITADOS POR *B. Abbreviata*

En cuanto a la talla de la población de machos de *H. zostericola* no parasitada, ésta presentó una distribución de tallas desde 0.8 mm de longitud cefalotorácica como talla mínima hasta 2.5 mm como talla máxima. La talla promedio de esta población fue de 1.3 mm de LC, y el 69.25 % de ellos (500 organismos) se distribuyeron entre las tallas de 1.2 mm a 1.5 mm de LC (Figura 5).

En relación con los hospederos machos parasitados, durante la época de nortes se presentó un intervalo de longitud cefalotorácica que va de 1.1 mm a 2.5 mm en 1997 y de 1.4 mm a 2.5 mm en 1998, siendo durante esta época junto con la época de secas de 1999, cuando se registraron los hospederos machos con la talla máxima para el presente estudio; mientras que para la época de lluvias y nortes de 1999 solo se colectaron 2 hospederos machos y las tallas mínima y máxima fueron de 2.0 y 2.1; y 1.9 mm y 2 mm respectivamente (tabla 6).

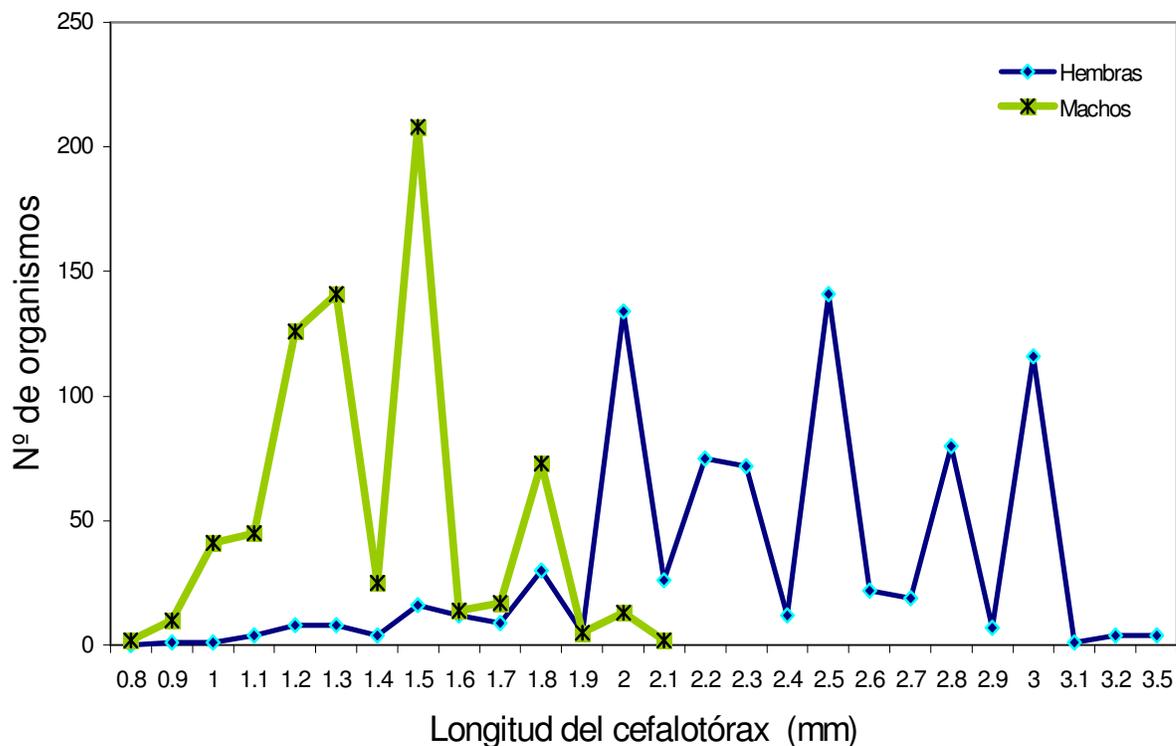


Figura 5. DISTRIBUCION DE TALLAS DE *H. zostericola* NO PARASITADOS

TABLA 6 COMPOSICIÓN POR TALLA DE LOS HOSPEDEROS MACHOS DURANTE LAS TRES EPOCAS DEL AÑO

ÉPOCA	# TOTAL DE ORGANISMOS MACHOS	TALLAS (longitud cefalotórax LC)		
		MINIMA (mm)	MAXIMA (mm)	MEDIA (mm) ± D.E.
NORTES 97	124	1.1	2.5	1.8 ± 0.31
SECAS 98	16	1.3	2.4	1.7 ± 0.21
LLUVIAS 98	17	1.1	2.0	1.6 ± 0.23
NORTES 98	7	1.4	2.5	1.8 ± 0.38
SECAS 99	44	0.8	2.5	1.6 ± 0.30
LLUVIAS 99	2	2.0	2.1	2.0 ± 0.05
NORTES 99	2	1.9	2.0	1.9 ± 0.12

Con respecto a la época de secas, las variaciones en la longitud cefalotorácica comprendió entre 1.3 mm a 2.4 mm en 1998 y de 0.8 mm a 2.5 mm durante 1999. Durante este último año se observó la mayor variación en la composición por tallas, ya que en este periodo se registró la talla mínima más baja para los hospederos machos para este trabajo (0.8 mm); así como una de las tallas máximas durante el presente estudio (2.5 mm).

Durante la época de lluvias la población de los hospederos machos se distribuyó en un intervalo entre 1.1 mm a 2 mm en 1998 y de 2 mm a 2.1 en 1999; este es el intervalo de la longitud del cefalotórax más estrecho registrado, aunque es preciso comentar que el número de organismos analizados fue de solo 2 hospederos machos para este periodo (Tabla 6).

El 40.57 % de hospederos machos se presentó entre las tallas de 1.7 a 1.9 mm (Fig. 4) en donde el mayor número de organismos machos parasitados que se registró fue de 31 para las tallas de 1.7 y 1.8 mm, respectivamente, mientras que para la talla de 1.9 mm se registraron 24 organismos.

El número de hospederos determinados como juveniles fue de 11; durante la época de nortes de 1997 se registraron 5 de estos organismos y su longitud cefalotorácica varió de 1.1 mm a 1.5 mm; para la época de secas de 1998 se colectaron 3 juveniles más cuya talla mínima fue de 1 mm y la talla máxima de 1.2 mm; los 3 organismos restantes se registraron durante la época de secas de 1999 con una variación en la longitud del cefalotórax de 0.8 a 1 mm, registrándose en este periodo la longitud cefalotorácica más pequeña para un hospedero juvenil durante el presente estudio (Tabla 7).

Para el caso de los 75 hospederos clasificados como indeterminados, solo 22 de ellos se encontraron dentro de las tallas de 1.7 a 1.9 mm (12 y 10 organismos respectivamente), el resto de estos huéspedes se registraron en un rango de tallas de 0.8 mm a 2.5 mm de longitud de cefalotórax (Fig. 4).

TABLA 7. COMPOSICIÓN POR TALLA DE LOS HOSPEDEROS JUVENILES DURANTE LAS TRES EPOCAS DEL AÑO.

ÉPOCA	# TOTAL DE ORGANISMOS JUVENILES	TALLAS (longitud cefalotórax LC)		
		MINIMA (mm)	MAXIMA (mm)	MEDIA (mm) ± D. E.
NORTES 97	5	1.1	1.5	1.3 ± 0.18
SECAS 98	3	1.0	1.2	1.1 ± 0.07
LLUVIAS 98	0			
NORTES 98	0			
SECAS 99	3	0.8	1.0	0.9 ± 0.10
LLUVIAS 99	0			
NORTES 99	0			

Para la población de *Hippolyte zostericola* no parasitada que fue analizada, los organismos hembras presentaron una distribución de tallas desde 0.9 mm de longitud cefalotorácica (LC) como talla mínima, hasta 3.5 mm de LC como talla máxima. La talla promedio de los organismos hembras de esta especie fue de 2.3 mm de LC. Mientras que el 86.44 % de ellos (701 organismos) se distribuyeron entre las tallas de 2.0 mm a 3.0 mm (Figura 5). Así mismo, las hembras en estado ovígero se registraron entre las tallas de 1.8 a 3.5 mm de LC, siendo numéricamente más frecuentes entre las tallas de 2.8 mm a 3.5 mm de LC.

Ubicación dextral o siniestral del parásito

En general, el número total de parásitos ubicados en la cámara branquial derecha fue mayor (635) al número de organismos que se colocaron sobre la cámara branquial izquierda (596). Sin embargo, en algunas épocas del año el número de organismos ubicados en la cámara branquial izquierda fue ligeramente mayor al número de organismos ubicados en la cámara branquial derecha (lluvias 1998, nortes 1998, secas 1999 y lluvias 1999), (tabla 8).

TABLA 8 UBICACIÓN DE *B. abbreviata* SOBRE ALGUNA DE LAS CAMARAS BRANQUIALES DE *Hippolyte zostericola*

EPOCAS	Organismos ubicados en la cámara derecha	Organismos ubicados en la cámara izquierda
NORTES 97	373	329
SECAS 98	105	90
LLUVIAS 98	34	39
NORTES 98	18	24
SECAS 99	89	95
LLUVIAS 99	3	8
NORTES 99	13	11
TOTALES	635	596

De cualquier forma, en ninguno de los casos estas diferencias son estadísticamente significativas, ya que $X^2_0 = 1.24 < X^2_{0.05}$, por lo que se acepta la hipótesis nula que establece que no hay diferencias significativas entre la ubicación dextral o siniestral del parásito sobre la cámara branquial de su hospedero.

Estructura poblacional de *Bopyrina abbreviata*

A lo largo del presente estudio la población de *B. abbreviata* estuvo conformada por un total de 969 parejas de parásitos maduros sexualmente, entre las cuales 816 hembras (el 84.21%) **presentaron una** masa ovígera en estados de desarrollo muy variables; pero el estado de desarrollo de los huevecillos que conformaban la masa ovígera no fue registrada para el presente estudio.

Del mismo modo, se registraron un total de 36 parejas de parásitos sexualmente inmaduros, así como 198 organismos de *Hippolyte zostericola* que presentaron signos evidentes de haber estado parasitados previamente, pero que carecían de la presencia física del parásito al momento de la colecta, estos se registraron en la tabla 9 con el título de SOLO HUELLA. Por otro lado, solo se registró la infestación de hospederos con una larva *criptoniscus* en dos ocasiones (Tabla 9).

TABLA 9. ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Bopyrina abbreviata*

EPOCA	OVÍGERA	MADURA	INMADURA	OTROS	LARVA	SOLO HUELLA
NORTES 97	513	93	22	17	0	57
SECAS 98	121	27	3	3	1	40
LLUVIAS 98	50	6	1	3	0	12
NORTES 98	32	2	0	0	0	8
SECAS 99	77	24	9	2	1	72
LLUVIAS 99	9	0	0	0	0	2
NORTES 99	14	1	1	1	0	7
TOTALES	816	153	36	26	2	198

Ocasionalmente se encontraron “asociaciones” de dos parásitos en diferente estado de desarrollo o un solo organismo en la cámara branquial, por lo que se registraron con el título de OTROS (Tabla 9), y que a continuación se describen con detalle.

Fueron 10 las veces que se registró una sola hembra madura de *Bopyrina abbreviata* sobre un hospedero. Cuatro de ellas se registraron durante la época de nortes de 1997; durante 1998 se hallaron 2 en la época de secas y 2 más en la época de lluvias; mientras que en 1999 solo se encontró 1 para la época de secas y 1 más en la época de nortes (Tabla 10).

En tres ocasiones se registraron hospederos parasitados solamente por una hembra sexualmente inmadura, lo cual sucedió en una ocasión durante la época de nortes de 1997, y una vez más en secas de 1998 y 1999, respectivamente.

Con relación a los machos de *B. abbreviata* sexualmente maduros que se encontraron solos sobre un hospedero, se tiene únicamente un registro para la época de lluvias de 1998, aunque el parásito macho se encontraba dentro de la cámara branquial del hospedero, y ésta presentaba el abultamiento característico dejado por una hembra posiblemente madura, ya que en este estudio nunca se encontró una hembra inmadura acompañada de un macho maduro.

TABLA 10 RELACION DE LAS “ASOCIACIONES” DE *B. abbreviata* PRESENTES SOBRE *H. zostericola*

TIPO DE ASOCIACIÓN	Nortes 97	Secas 98	Lluvias 98	Nortes 98	Secas 99	Lluvias 99	Nortes 99
• Madura con larva	8						
• Madura con 2 machos	1						
• Madura sola	4	2	2		1		1
• Inmadura sola	1	1			1		
• Madura con 2 larvas	1						
• Madura + 3 larvas	1						
Pareja madura + larva	1						
• Maduro solo			1				

De las “asociaciones” de dos parásitos en distinto estado de madurez sexual que se registraron más frecuentemente está la de una hembra madura con una larva criptoniscus, lo que se presentó en 8 ocasiones durante la época de nortes de 1997; en esta misma época también se encontró, en una ocasión, a una hembra madura con dos larvas criptoniscus adheridas a ella; y a un parásito hembra madura sexualmente que compartía la cámara branquial con tres larvas criptoniscus, aunque en éste caso solo una de las larvas se encontraba adherida a los oostegitos del parásito hembra, esta “asociación” también se presentó en una sola ocasión durante este estudio durante la época de nortes de 1997.

Otro caso registrado que es de llamar la atención es la “asociación” de una hembra madura con dos machos inmaduros, que se dio una sola ocasión durante la época de nortes de 1997 y se encontró sobre un individuo de *Hippolyte zostericola* con una longitud de cefalotórax de 1.7 mm.

Por último, también se halló una pareja de parásitos sexualmente maduros que estaban compartiendo la cámara branquial con una larva criptoniscus, y que al igual que la mayoría de las otras “asociaciones” registradas, se presentó durante la época de nortes de 1997.

Es de mencionarse el caso de un hospedero que presentó en una de sus cámaras branquiales una pareja de parásitos con masa ovígera y al mismo tiempo, una larva entre sus pleópodos.

Así mismo, durante la época de nortes de 1997 se tuvo el registro de dos hospederos que presentaron una doble infección por *Bopyrina abbreviata*. En el primero de estos casos la pareja de la cámara branquial derecha se encontraba en estado ovígero, mientras que en la cámara branquial izquierda se alojaba una pareja sexualmente madura. El segundo hospedero con una doble infección también presentaba en la cámara branquial derecha una pareja en estado ovígero y en la cámara branquial izquierda albergaba únicamente una hembra inmadura.

En cuanto a la variación de la estructura poblacional de *B. abbreviata* a través del periodo de estudio, se observó que en todas las épocas del año el número de parejas de parásitos maduros sexualmente donde la hembra estaba en estado ovígero fue siempre mayor que las parejas maduras sexualmente en donde la hembra no estuvo ovígera, y éstas últimas fueron mayores que las parejas sexualmente inmaduras (Fig. 6). Estadísticamente, esta estructura no difirió significativamente entre las épocas del año ya que $F_0 = 2.95 < F_{2,12} (0,05)$ por lo que se acepta la H_0 que establece que no hay diferencias significativas de la estructura poblacional de *B. abbreviata* a través de las épocas del año estudiadas en la Laguna de Términos.

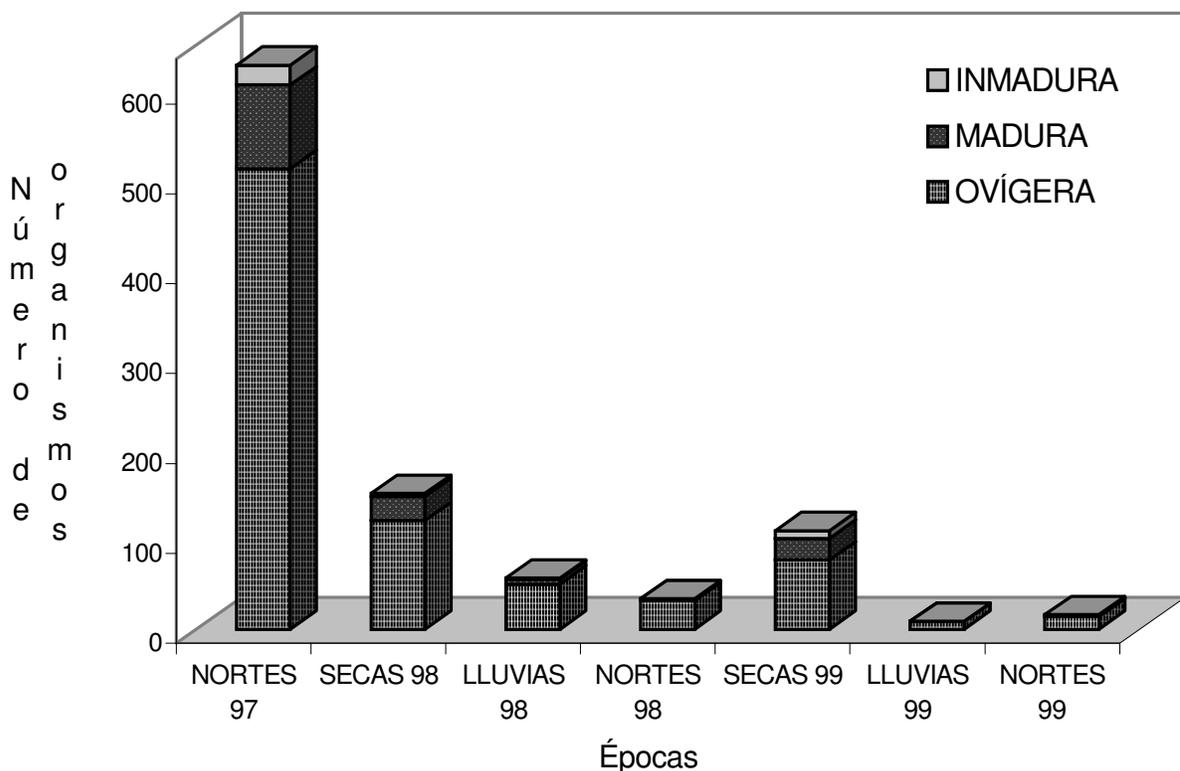


Figura 6. Estado sexual de las parejas de *Bopyrina abbreviata* registrados durante el periodo de estudio.

DISCUSION

Densidad de *Hippolyte zostericola*

Hippolyte zostericola es una especie dominante sobre las praderas de pastos marinos de sistemas del suroccidente del Golfo de México, y con una amplia distribución y densidades altas en la Laguna de Términos (Barba, 1995; Barba *et al.*, 2000; Raz- Guzmán y de la Lanza, 1993). En este estudio estuvo presente durante todo el año en la parte noreste de la Laguna de Términos y presentó una densidad bianual de 8.09 organismos/ m².

En cuanto a su distribución temporal, se observaron variaciones en la densidad de esta especie, aunque estadísticamente esta variación estacional no fue significativa. Barba (1995) mencionó que dentro de los factores mas importantes a considerar dentro de la distribución de los carideos se encuentran la salinidad y los tipos de hábitat. De igual forma, menciona que aunque *Hippolyte zostericola* se puede considerar una especie eurihalina, se pueden localizar un mayor número de organismos a salinidades por arriba de 35 ‰.

Del mismo modo, Zupo y Nelson (1999) mencionaron que la abundancia de *H. zostericola* esta relacionada con la profundidad y la temperatura del agua, así como por las relaciones interespecificas que presenta este carideo dentro de las camas de pastos marinos.

Considerando que en la Laguna de Términos durante la primavera y verano se observa que la salinidad, temperatura y densidad del agua son elevadas, el oxígeno disuelto se encuentra en baja proporción y en general la masa de agua se encuentra homogénea. Mientras que en otoño e invierno la densidad, temperatura y densidad del agua son bajas y el oxígeno disuelto está en proporción elevada (Signoret, 1974).

Puede suponerse entonces, que las altas densidades observadas durante la época de secas de 1998 y 1999 (10.33 y 12.67 org/m² respectivamente) se encuentren relacionadas con la presencia de aguas de salinidad y temperatura elevada, mientras que para las densidades más bajas observadas durante la época de lluvias y de nortes de 1999 (1.25 y 1.42 respectivamente) puedan deberse, muy probablemente, a la disminución de la salinidad y la temperatura de las aguas durante estas épocas del año y a la perdida de buena parte de los parches de pastos marinos ocasionada por las tormentas que se presentaron durante este periodo.

Pero estos dos factores no son lo únicos que pueden determinar la densidad y distribución de *H. zostericola*, ya que Lewis (1984) y Stoner (1980) determinaron que la distribución de los crustáceos dentro de los microhabitats de los pastos marinos obedece a complejos procesos de selección mediados por las especies, la biomasa y la superficie de los pastos marinos presentes.

Los valores de densidad obtenidos durante el presente estudio muestran que durante la época de nortes de 1997 se observó la mayor densidad de *H. zostericola*, lo que difiere de lo reportado por Barba (1995) quien observó la mayor densidad de esta especie durante la época de lluvias, y la mínima densidad durante la época de nortes. Esto último contrasta igualmente con lo observado en este trabajo, ya que la mínima densidad de *H. zostericola* se registró durante la época de lluvias de 1999.

Por lo anterior se puede afirmar que la densidad de esta especie no mostró un patrón estacional definido, y que como se dijo anteriormente, la densidad de *H. zostericola* puede estar relacionada con la pérdida de gran parte de los parches de pastos marinos ocasionada por las tormentas que se presentan en esta zona durante la época de nortes. Durante noviembre de 1998, la influencia de estas tormentas en la pérdida de los parches de pastos marinos fue muy intensa por la influencia directa en la zona del huracán "Mitch", y por tormentas menos intensas durante 1999. Mientras que durante el año de 1997 el sistema meteorológico nacional no registró tormentas en la zona.

Así mismo, Barba (1995) reportó los valores máximos de densidad en la localidad de San Julián, que se localiza más al noreste del área de estudio; esta zona no pudo ser muestreada durante el presente trabajo por problemas de tipo logístico.

Por lo anterior, sería de gran importancia tratar de ampliar el conocimiento sobre las condiciones que influyen de distribución temporal y espacial que presenta esta especie sobre los patrones en la Laguna de términos, ya que se ha determinado que *Hippolyte zostericola* es un eslabón muy importante en la transferencia de la producción primaria a niveles tróficos más altos al proporcionar biomasa para un gran número de peces juveniles residentes y transitorios que son consumidores de los ambientes de pastos marinos (Zupo y Nelson 1999; Barba et al., 2000).

Porcentaje de infección del hospedero

Markham (1985) mencionó que *Hippolyte zostericola* es un hospedero potencial del parásito *Bopyrina abbreviata*, el cual ha sido registrado anteriormente infestando a otras dos especies de este mismo género: *Hippolyte. Pleuracanthus* Stimpson, 1871 y *Hippolyte. curacoensis* Schmitt, 1924. Así mismo, es importante señalar que este es el primer registro que se tiene de este parásito para México.

El porcentaje total de infección que presentó este hospedero fue de 4.06 %, el cual es muy similar al 4.6 % reportado por Tsukamoto (1981) para *Bopyrina ocellata* en las costas de Brasil sobre *H. curacoensis*. Estos niveles de infección pueden ser considerados como bajos, ya que Beck (1979) señaló que diversos autores han llegado a reportar porcentajes de infección superiores al 40 % y en

algunos casos muy cercanos al 100%. Sin embargo, en este caso debe tomarse en cuenta el número total de organismos analizados.

Aunque hay reportes de que los niveles de infección permanecen relativamente constantes a lo largo del año (Truesdale & Mermilliod 1977), en este estudio se pudo observar una variación entre los porcentajes de infestación en relación a dichas épocas, lo que seguramente está relacionado con las condiciones ambientales presentes en la laguna de Términos en cada una de las épocas del año.

Beck (1979) reportó que las variaciones temporales en los niveles de infección son el resultado de las interacciones entre el periodo de acoplamiento de la larva del isópodo, la producción de hospederos y la mortalidad de hospederos adultos.

Durante la época de secas se observó que a pesar de que hubo una mayor disponibilidad de hospederos potenciales, el número de organismos parasitados permaneció relativamente constante, aunque el porcentaje de infección mostró una variación notoria. Esto se debe a que durante 1998 se capturó un menor número total de organismos de *Hippolyte zostericola* en comparación a 1999 (3, 877 y 7, 134, respectivamente).

La disminución del porcentaje de infección durante la época de lluvias puede ser debido a que durante esta época se presentan niveles de agua muy altos lo que aumenta el área de búsqueda de las larvas cryptoniscus por un hospedero, debido a que los posibles hospederos se encuentran más diseminados (Beck 1979). Del mismo modo, Schuldt & Damborenea (1989) sugieren que la baja salinidad es un factor limitante para los copépodos que sirven de hospederos intermediarios a los parásitos, lo que también puede explicar los bajos niveles de infección en la época de lluvias.

En el caso de *Hippolyte zostericola* se ha determinado que presenta una estructura poblacional muy similar a lo largo del año y que tiene una reproducción continua (Negreiros- Fransozo *et al.*, 1996). Por lo que la variación temporal en los niveles de infección puede estar limitada por la dependencia del parásito por un copépodo de agua salobre para completar su ciclo de vida y alcanzar a su hospedero definitivo (Anderson, 1975) que en este caso es *H. zostericola*.

Para tratar de comprender mejor la variación en los niveles de infección que presentan los distintos géneros de bopíridos sobre sus hospederos, Roman (1993) sugirió que se deben tomar en cuenta varios aspectos como :

El tipo de ambiente en el que se encuentran los hospederos, ya que las fases larvales de los parásitos pueden presentar mayores dificultades para encontrar al hospedero definitivo cuando éste pertenece a un ambiente marino que cuando pertenece a un ambiente de agua dulce.

También es importante tener presente la sensibilidad de las especies a la infestación parasitaria, puesto que no todas ellas son susceptibles de permitir un alto grado de infestación.

Otro aspecto a considerar es el número de hospederos analizados, ya que en muestras de hospederos poco abundantes se pueden calcular porcentajes de infestación muy diferentes a los verdaderos porcentajes del parásito en las poblaciones.

Para el presente estudio se consideró que el número de hospederos parasitados analizado fue relativamente alto, lo que permite tener una idea más aproximada del estado real de esta población durante el periodo de estudio.

Proporción sexual de *Hippolyte zostericola*

En el presente trabajo se observó que la proporción sexual en la población de *H. zostericola* no parasitada fue mayor en las hembras, en una relación de 1.1 hembra por cada macho, lo cual contrasta con lo reportado por Barba (1995) para la Laguna Madre, Tamaulipas, y para la misma Laguna de Términos, Campeche, en donde observó una proporción mayor de machos que de hembras. Aunque la diferencia en la proporción de machos es muy poca, ya que este autor reporta, para el caso de la Laguna de Términos, un 43 % de hembras y un 46 % de machos.

Mientras que en los individuos de *Hippolyte zostericola* parasitados por *B. abbreviata* que pudieron ser determinados sexualmente se observó una mayor proporción de hembras que de machos (75.79% y 17.22% respectivamente) de igual forma se encontró que esta diferencia fue estadísticamente significativa, por lo que se puede establecer que *B. abbreviata* muestra una mayor preferencia por parasitar a las hembras de *Hippolyte zostericola*, o que éstas son más susceptibles a la infección, como sugiere Beck (1979).

Estos datos coinciden con los reportados por otros autores que han observado un mayor grado de parasitismo en hembras que en machos (Beck, 1979; Truesdale y Mermiliod, 1977; Guzmán y Román, 1983; Román, 1993). Allen (1966) reportó que el parásito *Hermiarthus abdominalis* Kroyer infestó únicamente a los hospederos hembras de los hippolytidos *Spirontocaris spinus* (Sowerby, 1805), *S. liljeborgii* Danielssen, 1859 y *Eualus pusiolus* Kroyer, 1841. En contraste, Van Wyk (1982) y Masunari (2000) no encontraron diferencias en la proporción sexual de los hospederos parasitados.

De igual forma, la proporción sexual de *Hippolyte zostericola* reportada en el presente trabajo difiere de lo reportado por Campos y Campos (1989), quienes registraron un mayor grado de parasitismo en machos de *Palaemon ritteri* Holmes, 1895 infestados por *Probopyrus pandalicola* (Packard, 1879).

Beck (1979) sugirió que la preferencia por alguno de los sexos puede estar relacionada con el tamaño del hospedero, ya que cuando los hospederos hembras son parasitadas en un grado mayor que los machos se ha observado que éstas también presentan un mayor tamaño en relación a los machos parasitados, ésta situación concuerda con lo observado en el presente estudio.

Del mismo modo, Beck (1979) observó que cuando los hospederos machos son de tallas mayores se ha encontrado que son más frecuentemente parasitados. Por el contrario, también se han reportado casos en los que los machos son más parasitados aunque las tallas de ambos sexos sean iguales (Campos y campos, 1989).

Otra posible causa por la que los parásitos prefieren establecerse en un grado mayor sobre los hospederos hembras es que éstas generalmente presentan una mayor longevidad o esperanza de vida en comparación a los machos. De igual forma, se ha sugerido que la diferenciación sexual que hace la larva *cryptoniscus* antes de establecerse en el hospedero, puede ser debida a algún tipo de secreción específica del sexo que puede estar presente en el huésped (Beck, 1979).

La proporción sexual los organismos de *H. zostericola* que estuvieron parasitados en la Laguna de Términos no mostró variaciones estacionales debido a que durante todas las épocas del año y a lo largo de todo el periodo de estudio, siempre se observó un mayor número de hospederos hembras parasitadas.

La proporción de hospederos hembra- macho que se observó en este estudio fue de 4.4 hembras por cada macho; siendo ésta muy similar a la proporción de 4.24 hembras por macho reportada por Guzmán y Román (1983) para *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) infestado por *Probopyrus pacificensis* Román-Contreras, 1993.

Por otro lado, cabe hacer mención que se registraron 2 hembras de *H. zostericola* parasitadas en estado ovígero, una durante la época de nortes de 1997 y una durante la época de secas de 1999. Aunque ninguno de estos organismos presentó físicamente al parásito, si mostraron el abultamiento de la región branquial característico dejado por un parásito en un individuo parasitado. En la literatura existen otros reportes de la presencia de hospederos hembras parasitadas en estado ovígero como los hechos por Masunari *et al.* (2000); Campos y Campos (1989); Beck (1980b) y Truesdale y Mermiliod (1977).

Truesdale y Mermiliod (1977) observaron que el número y tamaño de los huevos que presentaba el hospedero ovígero parasitado registrado por ellos, fueron más pequeños que aquellos huevos de los organismos no parasitados. En los huéspedes ovígeros registrados en este trabajo los huevos de la masa ovígera no fueron contabilizados ni medidos ya que solo se encontró una parte de la masa ovígera por lo que solo se procedió a su registro.

De igual forma, Campos y Campos (1989) reportaron 3 huéspedes hembra que presentaba masa ovígera. Estos autores mencionaron que la capacidad de las hembras parasitadas para ovipositar puede ser debida a que la sustracción energética por parte de su parásito es tan baja que permite una ovogénesis normal.

Otra posible explicación de la existencia de hospederos en estado ovígero es que los hospederos ya se encontraban en estado ovígero cuando el bopírido se implantó en ellos, como lo sugieren Masunari *et al.*, (2000) y Beck (1980b); este último autor también sugiere que es debido a que los parásitos mueren por lo general antes que los hospederos; o debido a que las larvas *cryptoniscus* pueden dejar a su huésped al más ligero disturbio (Reinhard, 1949), éste último puede volver a su ciclo reproductivo normal, lo cuál, al parecer es lo que sucedió con los hospederos parasitados en estado ovígero que se registraron en este trabajo.

Composición por tallas del hospedero

La composición por tallas de *Hippolyte zostericola* mostró que los hospederos hembras fueron de tallas mayores que los machos, tanto para los organismos parasitados como para los no parasitados, coincidiendo con lo reportado por Barba (1995) para la Laguna de Términos. En el caso de los organismos de esta especie que no se encontraron parasitados, el mayor porcentaje de los machos (69.25 %) se encontró entre las tallas de 1.2 mm a 1.5 mm de LC, y en el caso de las hembras la mayoría (86.44%) se encontró entre las tallas 2.0 mm a 3.0 mm de LC. Mientras que el 48.33 % de los organismos de *H. zostericola* parasitados de ambos sexos se encontraron entre las tallas de 1.7 a 2.0 mm de longitud de cefalotórax (LC); por lo que puede establecerse que el parásito *B. abbreviata* se establece, preferentemente, en adultos jóvenes de *H. zostericola*. Aunque también se observó que los parásitos se pueden establecer en organismos de *H. zostericola* de tallas que fluctúan entre 0.8 mm a 3.0 mm de LC.

Zupo (1994) determinó que el crecimiento de *Hippolyte inermis* Leach, un congénere de la especie estudiada, es a lo largo del año de aproximadamente 1 mm por mes. Así mismo, observó que a los 6 meses (6.5 mm de LT) los machos llegan a la madurez y que las hembras pueden comenzar a formar la masa ovígera. También estimó que el ciclo de vida de esta especie se completa en 18 meses, pero que algunos individuos viven por más de dos años. De igual forma, reportó que el crecimiento es ligeramente más alto (cerca de 1.3 mm/mes) en verano que en los meses fríos (0.8 mm/mes); por lo que se puede considerar que los organismos parasitados por *B. abbreviata* son infestados en tallas pequeñas y que ambos, parásito y huésped, crecen juntos, tal como ha sido sugerido por Truesdale y Mermiliod (1977) para la asociación entre *Probopyrus bithynis* Richardson, 1904 y *Macrobrachium ohione* Smith, 1874. De igual forma, Anderson (1975) mencionó que las larvas de los isópodos prefieren sujetarse a camarones jóvenes, tal y como se observa en este trabajo.

La máxima longitud cefalotorácica registrada para un macho no parasitado de *H. zostericola* durante el presente estudio fue de 2.5 mm y de 3.5 mm para las hembras no parasitadas, esto difiere de lo reportado por Zupo y Nelson (1999) quienes señalan que los organismos machos de *H. zostericola* alcanzan una longitud total (LT) máxima de 14 mm y de 4.75 mm de LC, mientras que las hembras de esta especie alcanzan una LT máxima de 15.5 mm y 6 mm de LC. Del mismo modo, mencionan que a la longitud total de 13 y 14 mm es donde se encuentra el mayor número de hembras ovígeras. Durante este trabajo se registraron hembras ovígeras entre las tallas de 1.8 mm a 3.5 mm de longitud cefalotorácica. Mientras que Wicksten (1989) ha reportado hembras de esta especie de tallas de 25 mm de LT en el Pacífico este y de 10.7 mm de LT en Colombia.

Los hospedero parasitados de mayor talla registrados en el presente estudio fueron de 3.0 mm de LC para un hospedero hembra en la época de secas de 1998, y para un hospedero macho de 2.5 mm de LC para tres épocas distintas (secas de 1998 y nortes de 1997 y 1998). La ausencia de camarones de tallas mayores parasitados puede deberse a diversos factores, como por ejemplo, el retardo en el crecimiento del hospedero; también puede ser a causa de que los organismos parasitados son más susceptibles a la depredación, o debido a que el llevar “la carga” de un parásito conlleva un mayor gasto energético para el hospedero, lo cual puede provocar una mortalidad temprana del mismo (Truesdale y Mermiliod, 1977; Campos y Campos, 1989; Provenzano, 1983).

Una de las ventajas de que los parásitos se acoplen a los organismos de tallas mayores es que los hospederos de tallas más grandes permiten o pueden permitir que los parásitos hembras produzcan una masa ovígera más grande, ya que el tamaño de la masa ovígera se encuentra relacionada con el tamaño del huésped (Beck, 1979). Así mismo, diversos autores han mencionado que existe una relación directa entre la talla de su huésped y el tamaño del isópodo hembra (Campos y Campos, 1989; Beck, 1980b; Truesdale y Mermiliod, 1997; Allen, 1966)

En cuanto a la talla mínima registrada de un hospedero, ésta fue de 0.8 mm de LC para un organismo macho y tres juveniles, todos colectados en la época de secas de 1999. La ausencia de *H. zostericola* de tallas menores parasitados puede ser debido a que el hospedero no se encuentra disponible físicamente para las larvas *crytoniscus* o, como sugiere Campos y Campos (1989), que exista algún factor químico en el huésped que estimule la infestación el cual, puede estar ausente en las tallas menores.

Ubicación dextral o siniestral del parásito

La ubicación del parásito sobre el lado derecho o izquierdo del hospedero no ha sido explicada en la literatura, por lo que los investigadores no difieren mucho de sus observaciones (Román, 1993). La ubicación de *B. abbreviata* sobre *H. zostericola* fue ligeramente mayor en la cámara branquial derecha, aunque estadísticamente no hubo diferencia en la ubicación, dextral o siniestral, de este parásito sobre su hospedero, por lo que se puede decir que no existe alguna preferencia de *Bopyrina abbreviata* por alojarse en alguna de las cámaras branquiales de su hospedero, lo cual es consistente con los reportes de otras asociaciones parásito-hospedero hechos anteriormente (Collart, 1990; Campos y Campos, 1989; Truesdale y Mermilliod; 1977; Beck, 1980a; Román, 1993).

De acuerdo con Masunari *et al.* (2000), la ocupación balanceada de las cámaras branquiales izquierda o derecha, de los hospederos parece ser una regla general para los parásitos pertenecientes al género *Probopyrus*.

De la misma forma, Beck (1980a) reportó que la mayoría de los bopíridos branquiales se distribuyen proporcionalmente entre la cámara branquial izquierda o derecha, al igual que en este estudio. Aunque también observó que varias especies de Pseudionidos aparecen más frecuentemente en alguna de las cámaras branquiales de sus huéspedes, generalmente anomuros. Así mismo, Román (1993) apunta que en las ocasiones en las que se registra la ubicación del parásito exclusivamente sobre alguno de los lados podría estar relacionada con el tipo de hospedero a los que parasitan, es decir, sobre organismos asimétricos.

Es importante mencionar que Bourdon (1968) refiere a *Bopyrina ocellata* Czerniasvsky, 1868, el representante europeo de *Bopyrina abbreviata*, como una especie que presenta una preferencia por alguna de las cámaras branquiales de su hospedero, lo cual contrasta notablemente con lo registrado para *Bopyrina abbreviata* en el presente trabajo.

Las larvas cryptoniscus pueden ser encontradas en diferentes partes de hospederos juveniles y adultos, pero se supone que el establecimiento del parásito solo es exitoso si el parásito invade la cámara branquial del huésped, debido a que las larvas que se sitúan en cualquier otra parte del hospedero tienden a ser eliminadas (Masunari *et al.*, 2000)

Beck (1980a) señaló algunas de las ventajas que puede tener la colocación branquial del parásito, de la siguiente manera:

1. Debido a que hay una circulación de agua sobre el parásito puede haber, por lo tanto, una buena aereación de ellos y de su masa ovígera; de igual forma, la aereación de la masa ovígera es beneficiada por el movimiento del par anterior de oostegitos del bopirido hembra.

2. El abultamiento del branquiostegito del hospedero provee un lugar para depositar y proteger la gran masa ovígera del parásito. Las paredes y el techo del marsupio están formados por los oostegitos y el tórax del parásito, respectivamente, y el abultamiento del branquiostegito constituye el piso.

3. Debido al hábito de una alimentación discontinua del parásito la hembra debe perforar repetidamente el branquiostegito para obtener hemolinfa, y esta práctica se facilita debido a la extremadamente delgada cutícula de la cámara branquial del hospedero.

Estructura poblacional de *Bopyrina abbreviata*

En este trabajo se observó que los distintos estados de desarrollo de *Bopyrina abbreviata* están presentes a lo largo de todo el año, siendo las parejas sexualmente maduras en donde la hembra está en estado ovígero las que conformaron la mayor parte de la población en cada una de las épocas del año; estadísticamente no se encontró alguna diferencia en la estructura poblacional de este parásito a través de las tres épocas del año, por lo que se puede establecer que la estructura poblacional de *B. abbreviata* a través de las diferentes épocas del año, está constituida principalmente por parejas de parásitos maduros sexualmente y que en la mayor parte de estas parejas la hembra se encuentre en estado ovígero. De igual forma, es muy probable que la liberación de las larvas también se lleve a cabo durante todo el año, como ha sido reportado por Allen (1966) para la asociación *Hemiarthrus abdominalis*-*Pandalus montagui*.

Beck (1980b) menciona que en la mayoría de los bopíridos las hembras ovígeras se presentan a lo largo de todo el año, aunque su número llega a ser mayor durante ciertos meses. En este trabajo la época de secas siempre mantuvo altos niveles de hembras ovígeras; sin embargo, el mayor número de hembras ovígeras se registró en la época de nortes de 1997 (n= 513), aunque también fue éste el periodo donde se colectó el mayor número de organismos parasitados.

El isópodo hembra siempre estuvo colocada oblicuamente dentro de la cámara branquial del huésped, con su cabeza en dirección posterodorsal en relación con su hospedero. Su superficie dorsal aplanada estaba contra las branquias del hospedero y la superficie ventral del parásito estaba presionada por el branquiostegito, esto produce un abultamiento en el branquiostegito del hospedero conforme el crecimiento del parásito continúa.

El macho, pequeño y simétrico, se encontró siempre sujeto entre los pleópodos del abdomen del parásito hembra. Hiraiwa (1936) señaló que los bopíridos machos no presentan pene y que no hay un receptáculo seminal en las hembras, por lo que la fertilización en estos animales es de tipo externa.

La hembra produce cientos de huevos al mismo tiempo en el marsupio, mientras que el macho, que se sitúa en el lado ventral de la hembra, descarga su esperma dentro del marsupio, de este modo la fertilización de todos los huevos es simultánea (Hiraiwa, 1936)

El periodo de incubación en los bopíridos usualmente es de 2 a 4 semanas (Beck, 1980b), pero éste puede variar de acuerdo a la especie, por ejemplo, de 2 a 3 meses en *Epipenaeon japonica* Thielemann (Hiraiwa 1936), hasta periodos de incubación de 9 días como en el caso de *Bopyrina ocellata* (Bourdon, 1968).

Tomando en cuenta lo anterior y debido a que durante el periodo de estudio el número de parejas maduras sexualmente sin masa ovígera (n=36) siempre fue menor que las que estaban en estado ovígero, puede pensarse que el periodo de incubación de *Bopyrina abbreviata* debe ser muy similar al reportado para su congénere europeo, *Bopyrina ocellata*; y que el lapso que tarda en generar una nueva masa ovígera debe ser muy corto, por lo que el número de parejas sexualmente maduras cuya hembra se encuentra en estado ovígero siempre es mayor.

Al igual que Truesdale y Mermilliod (1977), en este estudio se registraron hembras maduras solas (n=10), hembras inmaduras también solas (n=3), y parejas sexualmente inmaduras (n=36); así como solo 2 larvas cryptoniscus, a través de las diferentes épocas del año, lo que sugiere que el establecimiento de las larvas cryptoniscus puede ocurrir en cualquier época y que una vez establecida, la larva debe desarrollarse rápidamente. Contrariamente a lo observado en este trabajo, Masunari *et al.* (2000) indica que el ciclo de vida de las especies del género *Probopyrus* muestran una variación temporal; por ejemplo, menciona que en el río Perequê, Brasil, es posible encontrar durante junio exclusivamente larvas bopyridum y cryptoniscus; en julio machos y hembras inmaduras y parejas de parásitos maduros; y para septiembre la mayoría de la población la conforman parejas de parásitos maduros sexualmente.

Otro tipo de “asociaciones” de parásitos que se registraron eventualmente, fueron aquellas en donde una hembra madura estaba acompañada por una larva cryptoniscus en cinco ocasiones, y en una ocasión 2 larvas acompañaban a una hembra madura; otro registro fue el de 3 larvas junto a una hembra madura, también en una ocasión. Esto se debe a que el sexo en los bopíridos es determinado epigámicamente, lo que significa que la primera larva cryptoniscus que se adhiere al huésped será hembra y la segunda que se establece sobre el huésped, que generalmente está desfasado en el tiempo, será macho (Campos & Campos, 1989).

Del mismo modo, se encontró en una ocasión a una hembra madura acompañada de dos machos inmaduros, lo que hace suponer que cuando más de una larva se adhieren a una hembra ambas llegan a transformarse en machos. Reinhard (1949), Bourdon (1968) y Beck (1980a) han observado la presencia de

más de un macho en el marsupio de la hembra, este último los denomina machos supernuméricos o supernumerarios y reconoce que su ocurrencia es rara.

En el caso de los machos “extra” o supernumerarios registrados en este estudio, todos estuvieron sujetos en el marsupio del parásito hembra. Por el contrario, Beck (1980a) reportó algunos machos “extra” sujetos a las branquias de la misma cámara branquial o en una cámara branquial distinta a la ocupada por la pareja de parásitos.

El tamaño de estos machos extra no se registró en el presente trabajo, pero se ha reportado que algunos de estos machos supernumerarios fueron del mismo tamaño o incluso más grandes que el macho sujeto a la hembra (Beck, 1980a; Bourdon, 1968). El papel de estos machos adicionales es todavía desconocido. Aunque, como Reverberi y Pittoti (1942) notaron, los machos “adicionales” son capaces de reemplazar la pérdida del macho de una pareja adulta.

Una asociación más de parásitos que fue registrada en una sola ocasión, fue el de una larva *cryptoniscus* adherida a una pareja de parásitos maduros sexualmente. Masunari (2000) reporta casos similares y señala que cuando una nueva larva *cryptoniscus* se establece en la cámara branquial ocupada por una pareja de parásitos tiende a ser inevitablemente eliminada.

Dos casos singulares registrados fueron el de 2 hospederos que presentaron una doble infección; uno de ellos presentó una pareja de parásitos sexualmente maduros en cada una de sus cámaras branquiales, y una de estas parejas estaba en estado ovígero. Beck (1979) observó que cuando el tamaño de los parásitos de una doble infección es muy similar, o el mismo, la doble infección puede ser el resultado de un ataque simultáneo de las larvas *cryptoniscus*.

El segundo caso registrado presentó una pareja de parásitos en estado ovígero en una cámara branquial y en la otra únicamente un parásito hembra sexualmente inmadura. Esto puede deberse al establecimiento y desarrollo de una larva *cryptoniscus* en un huésped que ya estaba infestado por una pareja de parásitos. Masunari *et al.* (2000) estableció que la pareja de parásitos es, probablemente, la combinación más duradera en un parásito, mientras que el resto de las larvas y organismos inmaduros aislados son efímeros. Por el contrario, Beck (1979) señaló que el establecimiento de un parásito hembra inhibe, por un mecanismo todavía desconocido, el establecimiento de otro parásito hembra.

En algunos bopíridos el porcentaje de hospederos con infecciones dobles suele ser muy bajo (Bourdon, 1968, Beck, 1979 y el presente estudio); Bourdon supone que esto se debe a que una infección bilateral provoca rápidamente la muerte del hospedero. Campos y Campos (1989) considera que las dobles infecciones son escasamente detectadas debido, quizá, porque nutricionalmente son letales para el huésped, o porque lo hacen más vulnerable ante depredadores visuales. Román (1993) indicó que las infecciones bilaterales tal vez no causan directamente la muerte del hospedero, sino que es posible que estas dobles

infecciones interfieran mecánicamente con la respiración en ambas cámaras branquiales lo que disminuye el oxígeno disponible para la respiración del hospedero.

CONCLUSIONES

Se observó la presencia del carideo *Hippolyte zostericola* a lo largo de todo el periodo de estudio sobre los manchones de *Thalassia testudinum* presentes en la parte noreste de la Laguna de Términos. Así mismo, la densidad de esta especie no mostró un patrón estacional definido.

Se reporta por primera vez a *Hippolyte zostericola* como hospedero del parásito *Bopyrina abbreviata*, mostrando este huésped un promedio de infección global de 4.06%. Del mismo modo, este es el primer registro que se tiene para México de esta asociación huésped- parásito.

Las hembras de *Hippolyte zostericola* fueron de tallas mayores que los machos, y éstas se encontraron más parasitadas que los machos en una proporción de 4.4:1. Se registraron 2 hembras de esta especie en estado ovígero parasitadas por el isópodo bopírido.

La mayor infestación de *Bopyrina abbreviata* sobre *Hippolyte zostericola* se da entre las tallas de 1.7 a 2.0 mm de longitud de cefalotórax. Así mismo, la talla mínima registrada de un hospedero fue de 0.8 mm de LC, mientras que la talla de 3.0 mm de LC fue la talla máxima registrada de un hospedero durante el presente estudio.

No se registró alguna tendencia de *Bopyrina abbreviata* por alojarse en alguna de las cámaras branquiales derecha o izquierda de su hospedero. Por lo que se puede establecer que este parásito se distribuye proporcionalmente sobre las cámaras branquiales de su hospedero.

La estructura poblacional de *Bopyrina abbreviata* estuvo constituida a lo largo del periodo de estudio por parejas de parásitos cuya hembra se hallaba en estado ovígero principalmente. La estructura poblacional de esta especie no mostró diferencias estadísticamente significativas a través de las tres épocas del año, por lo que es posible establecer que los distintos estados de desarrollo de *Bopyrina abbreviata* pueden estar presentes a lo largo de todo el año sobre *Hippolyte zostericola*.

Eventualmente se registraron parejas de parásitos en distinto estado de desarrollo siendo la asociación de una hembra madura con una larva criptoniscus adherida entre sus pleópodos la más frecuente. De igual forma, se observaron asociaciones de un parásito hembra madura con machos supernumerarios y de una pareja sexualmente madura de parásitos acompañada de una larva.

Finalmente, en dos ocasiones se observó una doble infestación de *Bopyrina abbreviata* sobre *Hippolyte zostericola*.

ANEXO I

Revisión de la biología de los bopyridae (Tomado de Janssen & Brandt, 1994)

Generalidades

En principio, todos los Bopyridae son hermafroditas protandricos, la etapa del macho, usualmente se omite en aquellos individuos que se establecen primero sobre el hospedero definitivo, estos metamorfosean directamente en una hembra (Hiraiwa, 1936; Beck, 1980b). Las subfamilias de los Bopyridae difieren en su morfología, sus ciclos de vida y sus hospederos. Ellos son casi exclusivamente marinos con muy pocas especies limnéticas.

Entre todos los taxa de isópodos, la morfología de los Bopyridae es la más peculiar e irregular. Los individuos maduros de la mayoría de las especies pueden tener la forma de un gusano o un saco. Y aunque su anatomía interna sigue la organización básica de un isópodo, esta puede variar considerablemente; por ejemplo, por la formación de apéndices accesorios en los ovarios, intestino o glándulas del intestino medio. El estomago puede estar modificado en un órgano succionador, una característica apenas estudiada, cuyas funciones no son conocidas.

Morfología de machos y hembras

El cuerpo de un bopírido hembra primitivo está constituido por 7 pereionitos libres y 5 pleonitos libres, pero en especies más desarrolladas estos segmentos están fusionados. El pleotelson es corto, con un telson reducido y un ano terminal. Las antenas son cortas, con flagelos de pocos segmentos. Las partes bucales son succionadoras. Las mandíbulas son como estilete y cortantes. Sus palpos mandibulares, *pars molaris*, *lacinina mobilis*, o cerdas son deficientes. Las primeras maxilas son completamente rasas, las segundas están reducidas a tubérculos aunque con apodemas internos todavía presentes. Las partes bucales de los machos se asemejan a la de las hembras, pero sus maxilípedos son más reducidos, consistiendo de solo dos segmentos cortos.

Los pereiópodos 1 a 7 son propodosubquelados y cortos en comparación con otras especies de isópodos. Todos los pleópodos son similares. Las larvas portan cerdas marginales, las cuales mejoran la natación. Los urópodos son estiliformes, están insertados subterminalmente y no forman un abanico caudal. El lado ventral del pleotelson es cóncavo. Los pleópodos en el área de la cámara respiratoria son simples y no tienen ningún apéndice para protección o ventilación. No hay un apéndice masculino en los machos, pero en algunas especies se conocen papilas genitales que se presentan en el borde caudal del séptimo pereionito. Comparados con isópodos no parásitos, los isópodos bopíridos son apomórficos, con la excepción de la forma general de el cuerpo y de los pleópodos.

Larva

La larva recién eclosionada es denominada epicaridium. Esta es en general de forma oval con un dorso convexo y tiene usualmente dos ojos, dos pares de antenas, seis pares de pereiópodos subquelados, cinco pares de pleópodos y urópodos. Sus partes bucales están reducidas. Las mandíbulas forman estiletos los cuales son guiados entre el labrum y la hipofaringe, juntos forman un cono puntiagudo (estilete). El pleón es comúnmente alargado para formar un tubo anal.

El segundo estado larval o microniscus, primero fue puesto bajo los Microniscidae GIARD & BONNIER, 1887, un grupo que se pensó vivía como ectoparásito de copépodos. Después se asumió a los Microniscidae como representantes larvales de una familia de isópodos desconocida que usa copépodos calanoides como hospederos intermediarios. Posteriormente Caurely (1970) fue capaz de probar experimentalmente que los microniscus son realmente un estado larval.

También el tercer estado larval o cryptoniscus fue erróneamente concebido como un adulto por algunos autores, quienes crearon un nuevo género para ellos. La larva cryptoniscus no debe ser confundida con el género Cryptoniscus MÜLLER 1871, actualmente colocada como Cryptoniscidae KOSSMANN, 1884.

El ciclo de vida de los bopyrinae

Sus estados sexuales los viven como ectoparásitos de crustáceos decápodos, como principal hospedero. Los Bopyrinae adultos se sujetan a ellos en áreas superficiales específicas, una característica distinguible entre diferentes subfamilias o tribus; por ejemplo, Bopyrini, Argeiini y Pseudionini se refugian en la cámara branquial de los camarones. La cavidad provee protección mecánica y esta bien ventilada. Las hembras maduras de los Bopyridae adaptan la forma de su cuerpo al espacio de la cavidad. Ellas llegan a estar asimétricamente encorvadas hacia un lado, dependiendo si infesta la cámara branquial derecha o izquierda del hospedero. Aunque, cuando la hembra crece eventualmente se mueve y sujeta ella misma al pleón del hospedero. El ciclo de vida de un representante típico de los Bopyrinae se ilustra en la figura 1.

La larva epicaridium eclosiona y nada en busca de un copépodo calanoideo como huésped intermediario, u hospedero secundario. El primer estado de desarrollo encuentra alimento en este hospedero. Esta larva muda y se metamorfosea en un larva cryptoniscus. Esta deja el copépodo huésped y nada por unos cuantos días en busca del hospedero definitivo, sobre el cual se desarrollará hasta llegar a ser un bopyridium juvenil.

Si la larva *cryptoniscus* se establece en un hospedero hasta ahora sin infestar, el bopyridium en desarrollo llegará a convertirse en hembra. Esta penetrará la cutícula del hospedero repetidamente y succionará los fluidos del cuerpo. Una hembra de *Probopyrus pandalicola* puede ingerir de 7 ì l a 9 ì l de hemolinfa por día (Walker 1977). Los Bopyrinae hembras eventualmente desarrollan un espacioso marsupio e incuban un gran número de huevos ; por ejemplo, entre 350 y 11 820 huevos por puesta en *Probopyrus sp.* (Beck, 1980).

Si la larva *cryptoniscus* se establece en un hospedero que ya porta una hembra, el juvenil desarrolla gónadas masculinas y permanece mucho más pequeño que la hembra (macho enano). Los órganos copulatorios específicos son deficientes. El macho maduro se sujeta al lado ventral del pleón de la hembra y libera el esperma directamente hacia el marsupio, ya que la hembra no tiene un *receptaculum seminis*. Los machos pueden entrar o no en el marsupio.

El sexo usualmente no cambia durante el ciclo de vida de los Bopyrinae ya que la larva *cryptoniscus* se desarrolla directamente en una hembra o en un macho. Sin embargo, en caso de la muerte del parásito hembra, su pareja, el macho actual cambiara de sexo a una hembra y atraerá a otra larva *cryptoniscus* como su nuevo compañero. Esto fue demostrado experimentalmente por Reverberi & Pitotti (1942). De estos experimentos, se puede concluir que los bopyrinae son hermafroditas protándricos. La protandria se suprime si una larva *cryptoniscus* se establece en un hospedero sin infectar o en un compañero hembra; aunque el hermafroditismo potencial no se pierde.

Si el parásito macho muere, éste puede ser reemplazado por otra larva *cryptoniscus* o por otro bopyridium que esté ya desarrollado como macho.

Las hembras de *lone thoracica* permiten la presencia de solo un macho (maduro). Si el huésped *Callinassa laticauda* está altamente infestado (arriba de 40 bopíridos han sido contados sobre un hospedero) los individuos inmaduros, así como los maduros, pueden perderse, o son repelidos y morirán (Reverberi & Pitotti, 1942 ; Bourdon, 1968).

La larva *epicaridium*, la cual esta adherida al marsupio, deja la madriguera del hospedero; siendo positivamente fototácticos nadan hacia la superficie. En experimentos de infestación se establecen en su hospedero intermediario *Acartia clausi* tan pronto como llegan a estar disponibles. Este calanoideo vive a lo largo de la zona litoral del Mediterráneo donde se encuentra también cerca del fondo.

El grado de especificidad de hospederos en los Bopyridae varía con las especies. Mientras que algunos se especializan en una especie de hospedero definitivo, otros aceptan varias especies del mismo género, o de géneros cercanamente relacionados.

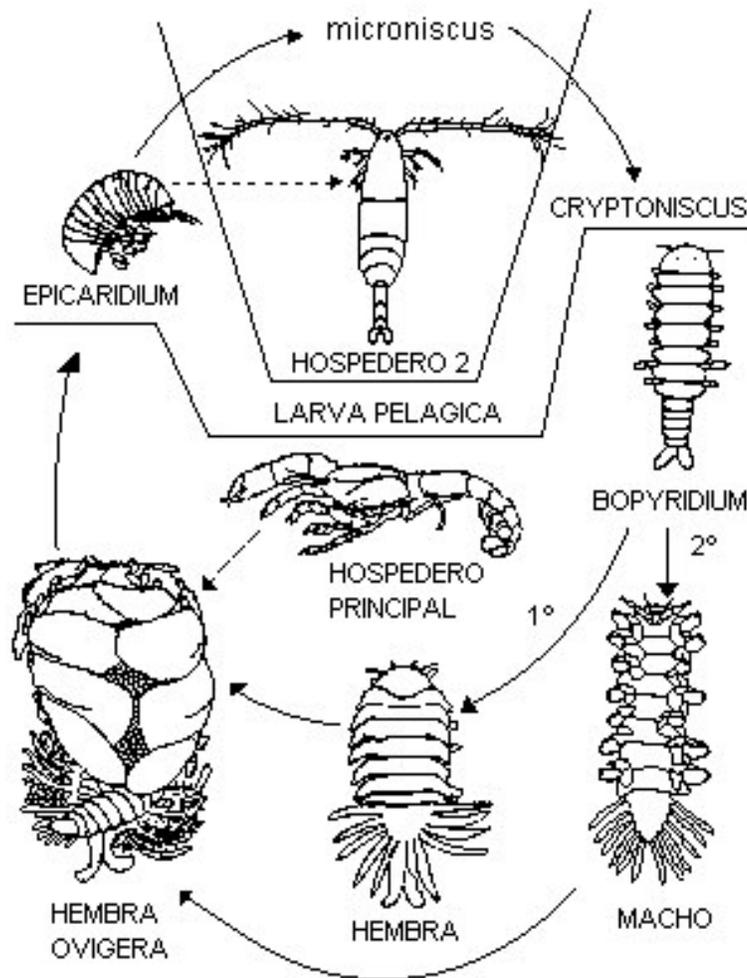
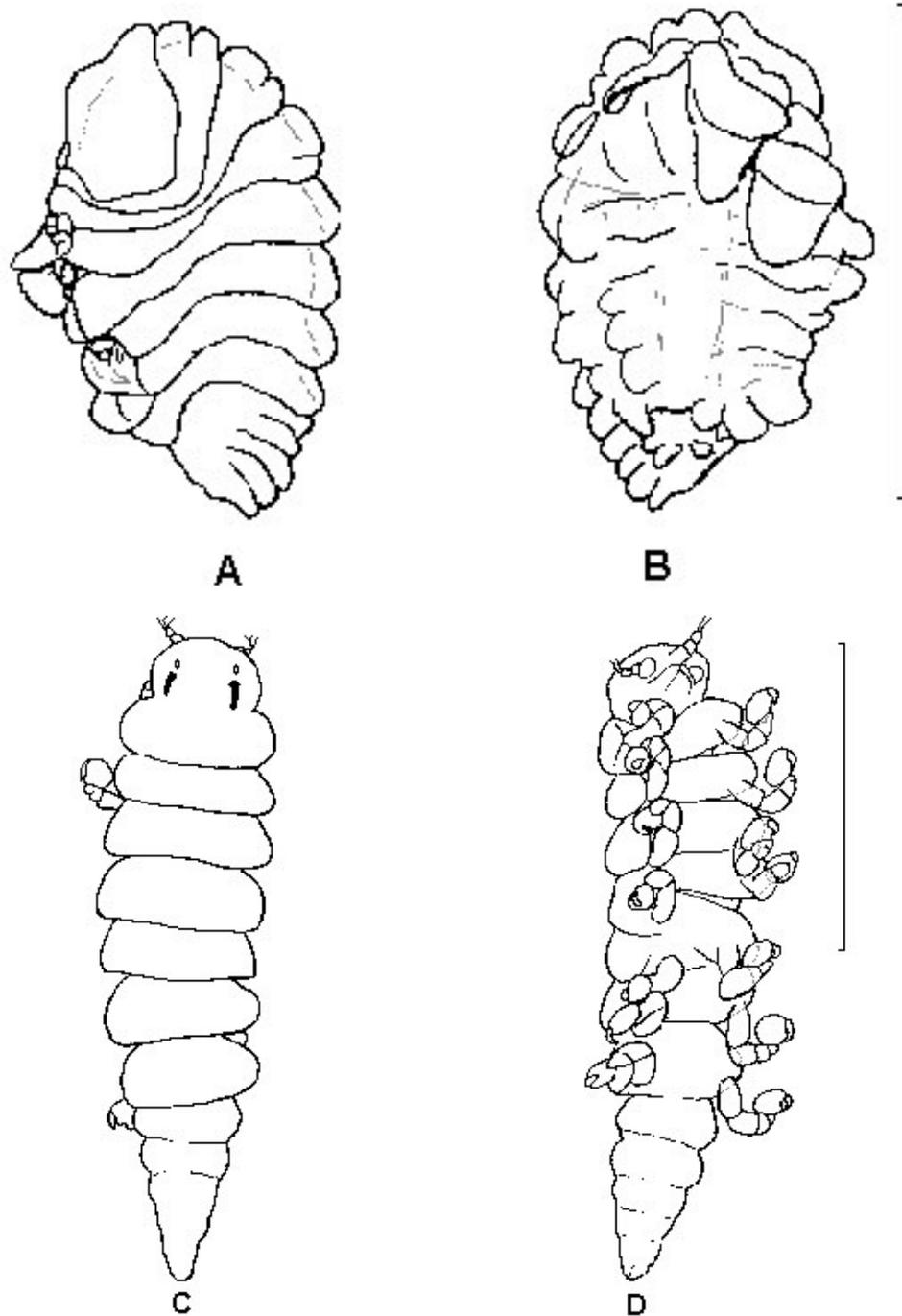


FIGURA 1. *Lone thoracica* (Montagu, 1808) ciclo de vida (Tomado de Janssen & Brandt, 1994). El macho y la hembra viven como ectoparásitos sobre el hospedero principal, *Callinassa* (Crustacea: Decapoda: Macrura: Thalassinidea). La larva pelágica epicaridium eclosiona y nada hasta infestar a un copépodo calanoideo plactónico. En este hospedero secundario la larva se desarrolla en el ectoparásito denominado larva microniscus, la cual succiona los fluidos de este hospedero y finalmente se desarrolla en otra larva de vida libre, la larva cryptoniscus. Esta larva deja al hospedero secundario y regresa hacia el hospedero principal nuevamente. En su llegada sobre el hospedero, el bopyridium juvenil puede transformarse en una hembra ó, si una hembra ya está presente, en un macho, el cual se colocará en el pleón de la hembra. De esta forma el ciclo de vida se completa y puede comenzar nuevamente.

APENDICE III
(Ilustraciones de *Bopyrina abbreviata*)



Bopyrina abbreviata Richardson **A.** Hembra madura, vista dorsal. **B.** Hembra madura, vista ventral. **C.** Macho maduro, vista dorsal. **D.** Macho maduro, vista ventral. Escala 1.5 mm para A y B; 0.3 mm para C y D. (Tomado de Markham, 1985).

LITERATURA CITADA

- Alvarez- León, R., 1993. Primer registro de *Probopyrus pandalicola* (Isopoda: Bopyridae) en el Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, 41(2):307-308.
- Allen , J. A., 1966. Notes on the relationship of the bopyrid parasite *Hemiarthrus abdominalis* (Kroyer) with its host. *Crustaceana*, 10: 1-6.
- Anderson, G., 1975. Larval metabolism of the epicaridian isopod parasite *Probopyrus pandalicola* and metabolic effects of *P. pandalicola* on its copepod intermediate host *Acartia tonsa*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 50A:747-751.
- Anderson, G., 1977. The effects of parasitism on energy flow through laboratory shrimp populations. *Marine Biology*, 42: 239-251.
- Anderson, R. M., 1978. The regulation of host population growth by parasitic species. *Parasitology*, 76: 119-157.
- Ayala- Castañares, A., 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Bol. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México*, 67(3):1-130.
- Barba, M. E., 1995. Patrones de distribución de los carideos (CRUSTACEA:DECAPODA) de Laguna Madre Tamaulipas, y Laguna de Términos, Campeche en el suroccidente del Golfo de México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 50p.
- Barba, M. E.; Sánchez, M. A.; Raz- Guzmán, A., Gallegos, E. M., 2000. Dieta natural y tasa de forrajeo del camarón carideo *Hippolyte zostericola* Smith sobre epífitas de *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex König. *Hidrobiológica*, 10(2):139-146.
- Baudoin, M., 1975. Host castration as a parasitic strategy. *Evolution*, 29:335-352.
- Beck, J. T., 1979. Population interactions between a parasitic castrator, *Probopyrus pandalicola* (Isopoda:Bopyridae), and one of its freshwater shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus* (Decapoda:Caridea). *Parasitology*, 79, 431-449.
- Beck, J. T., 1980a. Larval and adult habitats of a branquial bopyrid *Probopyrus pandalicola* on one of its freshwater shrimp hosts *Palaemonetes paludosus*. *Crustaceana*, 38(3):265-270.

- Beck, J. T., 1980b. Life history relationships between the bopyrid isopod *Probopyrus pandalicola* and one of its caridean shrimp host *Palaemonetes paludosus*. American Midland Naturalist, 104(1):135-154.
- Beck, J. T., 1980c. The effects of an isopod castrator, *Probopyrus pandalicola*, on the sex characters of one of its caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*. Biol. Bull., 158:1-15.
- Bourdon, R., 1968. Les Bopyridae des mers Européenes. Mémoires muséum National D'Histoire Naturelle, Série A (Zool.) 50:387-406.
- Campos, E. & Campos, A. R., 1989. Epicarideos de Baja California: distribución y notas ecológicas de *Probopyrus pandalicola* (Packard, 1879) en el Pacífico oriental. Rev. Biol. Trop., 37(1): 29-36.
- Collart, O. O., 1990. Interactions entre le parasite *Probopyrus bithynis* (ISOPODA:BOPYRIDAE) et l'un de ses hôtes, la crevette *Macrobrachium amazonicum* (DECAPODA:PALAEMONIDAE). Crustaceana, 58(3):258-269.
- Corey, S. & Reid, D. M., 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. Crustaceana, 60 (3):270-294.
- Chace, F. A. Jr., 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean expeditions with a summary of the West Indian shallow water species (Crustacea: Decapoda: Natantia). Smithsonian Contributions to Zoology, 98:1– 179.
- Durán, D. A., Cisneros, C. A., & Vargas, V. A., 2003. Bioestadística. UNAM, FES-Iztacala. 222 p.
- Guzmán, A. M., & Román, C. R., 1983. Parasitismo de *Probopyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridae) sobre el langostino *Macrobrachium tenellum* en la costa Pacífica de Guerrero y Michoacán. En: Proc. Int. Conf. on Marine Res. of the Pacific. P.M. Arana (Ed.). Viña del Mar. Chile. Pp 345-357.
- Hermoso, A. M., & Martínez, L. A., 1991. Estudio taxonómico de ocho familias de camarones (CRUSTACEA:DECAPODA) en cinco arrecifes en el Golfo de México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF, 87p.
- Hiraiwa, Y. K., 1936. Studies on a bopyrid, *Epipenaeon japonica* Thileman. III. Development and life cycle, with special reference to sex differentiation in the Bopyridae. Jour. Sci. Hiroshima Univ. (zool.), (Ser. B, Div. 1) 4(8): 101-141.

- Janssen, H. H. & Brandt, A., 1994. *Heterocephon marginatum* (Shiino, 1936) (Crustacea: Isopoda: epicaridea: Bopyridae) a new hyperparasite from the Philippines, and a short review of the biology of the Bopyridae. *The Philippine Scientist*, 31: 5-31.
- Lewis, F. G., 1984. Distribution of macrobenthic crustaceans associated with *Thalassia*, *Halodule*, and bare sand substrata. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 19: 101-113.
- Markham, J. C., 1986. Evolution and zoogeography of the Isopoda Bopyridae, parasites of Crustacea Decapoda, *In*: R.H. Gore & K. L. Heck eds. *Crustacean Biogeography*. Crustacean Issues 4. A.A. Balkema. Boston. Pp 143-164.
- Markham, J. C., 1985. A review of the bopyrid isopods infesting caridean shrimps in the northwestern Atlantic ocean, with special reference to those collected during the Hourglass cruises in the Gulf of Mexico. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 7(3): 1-156.
- McDermott, J. J., 2002. Relationships between the parasitic isopods *Stegias clibanarii* (Richardson, 1904) and *Bopyrissa wolffi* (Markham, 1978) (Bopyridae) and the intertidal hermit crab *Clibanarius tricolor* (Gibbes, 1850)(Anomura) in bermuda. *Ophelia*, 56 (1):33-42.
- Masunari, S. A., Da Silva, C. & Oliveira, E., 2000. The population structure of *Probopyrus floridensis* (ISOPODA, BOPYRIDAE) a parasite of *Macrobrachium potiuna* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) from the Perenquê River, Paranaguá Basin, Southern Brazil. *Crustaceana*, 73 (9): 1095- 1108.
- Negreiros- Fransozo, M. L., Barba, E., Sánchez, J., Fransozo, A. & Raz- Guzmán, A., 1996. The species of *Hippolyte* Leach (Crustacea, Caridea, Hippolytidae) from Terminos Lagoon, southwestern Gulf of Mexico. *Revista Brasileira de Zoología*, 13(3): 539-551.
- Pearse, A. S., 1911. Report on the crustacea collected by the university of Michigan Walker Expedition in the State of Veracruz, Mexico. *Rept. Mich. Acad. Sci.*, 13:108-114.
- Pearse, A. S., 1936. Parasites from Yucatan. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 457(7):45-59.
- Provenzano Jr., A. J., 1983. The biology of crustacea: Pathobiology. New York, Academic Press Inc., vol. 10, 331p.

- Raz- Guzmán, A. & De la Lanza, G., 1993. $\delta^{13}C$ del zooplancton, crustáceos decápodos y anfípodos de la Laguna de Términos, Campeche (México), con referencia en las fuentes de alimentación y posición trófica. *Cienc. Mar.*, 19(2): 245-264.
- Raz- Guzmán, A. & De la Lanza, G., 1991. Variation in $\delta^{13}C$ of submerged vegetation with references to photosynthetic carbon fixation pathways, and source, distribution and stable carbon isotope ratios of sedimentary organic matter and detritus in Términos Lagoon, Campeche, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.*, 63(1): 29-45.
- Reinhard, E. G., 1949. Experiments on the determination and differentiation of sex in the bopyrid *Stegophryxus hyptius* Thompson. *Biological Bulletin*, 96: 17-31.
- Reinhard, E. G., 1956. Parasitic castration of crustacea. *Exp. Parasitol.*, 5:79-107.
- Reverberi, G. & Pitotti, M., 1942. Il ciclo biologico e la determinazione fenotipica del sesso di *Ione thoracica* MONTAGU, Bopyride parassita di *Callinassa laticauda* OTTO. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 19:111-184.
- Rioja, E., 1948. Un nuevo crustáceo isópodo, parásito de la familia de los Bopíridos del Papaloapan . *An. Inst. Biol. México*, 19(1):169-174.
- Román C. R.,1986. Análisis de la población de *Callinectes spp.* (Decápoda, Potunidae) en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 13(1):315-322.
- Román C. R.,1988. Características ecológicas de los crustáceos decápodos de la Laguna de Términos, Cap. 17: 305-322. *In* Yañez- Arancibia, A. & Day, Jr. J. W., (Eds.) *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México, D.F.
- Román C. R.,1993. Aspectos biológicos de *Probopyrus pacificensis* Román-Contreras 1993, parásito del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en la laguna de Coyuca, Guerrero, México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF; 86 Pp.
- Schuldt, M. & Damborenea, Ma. C., 1989. Infección de *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Palaemonidae) con *Probopyrus cf. oviformis* (Crustacea, Bopyridae) en el canal de Villa Elisa (Selva marginal de Punta Lara , Provincia de Buenos Aires, Argentina), I. Estructura poblacional del consorcio, interacción y fluctuación. *Biota*, (Osorno, Chile), 5: 21-53.

- Signoret, M., 1974. Abundancia, tamaño y distribución de camarones (CRUSTACEA: PENAEIDAE) de la Laguna de Términos, Campeche y su relación con algunos factores hidrológicos. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 45(1): 119-140.
- Simpson, G. G. & Beck, W. S., 1965. Life . An introduction to biology. 2nd. Ed. Harcourt, Brace & Wold, Inc., Nueva York . 869 Pp.
- Soto, L. A., 1979. Decapod crustacean shelf- fauna of the Campeche Bank; fishery aspects and ecology. Proc. Gulf & Caribbean Fisheries Institute. 32nd Annual Session, nov. 1979:66-81.
- Stoner, A. W., 1980. Perception and choice of substratum by epifaunal amphipods associated with three seagrass species. Journal Crustacean Biology 3: 505-518.
- Truesdale, M. F. & Mermilliod, J. W., 1977. Some observations on the host-parasite relationship of *Macrobrachium ohione* (Smith) (DECAPODA, PALAEMONIDAE) and *Probopyrus bithynis* Richardson (ISOPODA; BOPYRIDAE). Crustaceana, 32(2) : 216-220.
- Tsukamoto, R. Y., 1981. *Bopyrina ocellata* (Czerniavsky, 1868), isopode parasita assinalada pela primeira vez no Atlantico sul. (EPICARIDEA, BOPYRIDAE). Morfologia, desenvolvimiento e distribucao geográfica. Ciencia e Cultura, 33 (3): 216-220.
- Van Wyk, P. M., 1982. Inhibition of the growth and reproduction of the porcelanid crab *Pachycheles rudis* by the bopyrid isopod *Aporobopyrus muguensis*. Parasitology, 85:459-473.
- Williams, A. B., 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution press, Washington, D.C. 550p.
- Wicksten, K. M., 1989. *Hippolyte zostericola* (Crustacea:Decapoda) in the eastern Pacific. Proc. Biol. Soc. Wash., 102(3): 644-645.
- Yáñez- Arancibia, A., Amezcua, L. F., & Day, J.W., 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico, p. 465-486. In: V.S. Kennedy (Ed.) Estuarine Perspectives, Academic press Inc., New York. 534 p.
- Yáñez- Arancibia, A., Lara-Domínguez, A. L., Chavance P. & Hernández, F. D., 1988. Comportamiento ambiental de la Laguna de Términos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria, México, D.F., Cap. 2:27-48.

- Yáñez- Arancibia, A.; Lara-Domínguez, A. L.; Chavance, P. & Hernández, F. D., 1983. Environmental behavior of Terminos Lagoon ecological system, Campeche, Mexico. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 10 (1): 137-176.
- Yáñez- Correa, A., 1963. Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. Bol. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México, 67(1):1-47.
- Zupo, V., 1994. Strategies of sexual inversion in *Hippolyte inermis* Leach (CRUSTACEA, DECAPODA) from a Mediterranean seagrass meadow. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 178: 131-145.
- Zupo, V., & W.G. Nelson, 1999. Factors influencing the association patterns of *Hippolyte zostericola* and *Palaemonetes intermedius* (DECAPODA:NATANTIA) with seagrasses of the Indian River Lagoon, Florida. Marine Biology 134: 181-190.