



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

88

FACULTAD DE CIENCIAS

**METACERCARIAS DE LA FAMILIA Brachycoeliidae
(trematoda :digenea)EN LA MUSCULATURA DE LA
LANGOSTA ESPINOSA Panulirus argus
(Latreille, 1804) de Punta Allen, Q. Roo.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

B I O L O G A

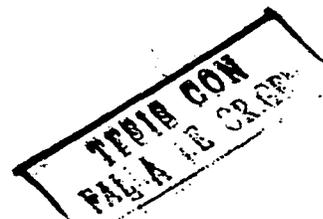
**P R E S E N T A:
MAYRA IXCHEL GRANO MALDONADO**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ NICOLÁS ALVAREZ CADENA**



2002

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:
Metacercarias de la familia Brachycoeliidae (Trematoda: Digenea)
en la musculatura de la langosta espinosa Panulirus argus
(Latreille, 1804) de Punta Allen, Q. Roo.

realizado por Mayra Ixchel Grano Maldonado

con número de cuenta 9650454-7, quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dr. José Nicolás Álvarez Cadena

José N. Álvarez Cadena

Propietario M.enC. María del Carmen Gómez del Prado Rosas

Propietario M.enC. Isabel Cristina Cañeda Guzmán

Isabel C. Cañeda

Suplente Biol. Fernando García Vargas

Suplente M.enC. Jorge Luis Hernández Aguilera

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Patricia Ramos Meneses



Dra. Patricia Ramos Meneses

DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

*A mis Padres
Cuya enseñanza forjó mi carácter y a seguir superándome*

*A mis Hermanos Jani y Ramón
Por estar siempre conmigo*

*A mi Abuelita
Por acompañarnos siempre*

*A mi te vi venir ¡Oh mar divino!
Y supe contener tanta grandeza
Como tiembla la gota de lluvia
en la hoja leve del robusto encino*

G. Prieto

A la Universidad, a la Fac. de Ciencias, y al ICMYL. Por hacerme parte de ellos.

Expresarle mi mas sincero agradecimiento y gratitud a mi director y asesor Dr. José Álvarez Cadena por su invaluable amistad, por su apoyo y respaldo incondicional en todas la etapas de mi trabajo.

Darle un reconocimiento especial a mi codirectora la M. en C. María del Carmen Gómez del Prado ya que sin su apoyo y sus conocimientos, no hubiera logrado los nexos necesarios para la realización de este trabajo.

De igual forma al Dr. Rafael Lamothe por adentrarme al fascinante mundo de parásitos, por compartir su experiencia, su ayuda en la descripción de ejemplares y por las facilidades para utilizar las instalaciones del laboratorio de Helmintología. Y a todas las personas que trabajan aquí.

Así también a mis sinodales por ser unos excelentes profesores: A la M. en C. Cristina Cañeda y Fernando García por su valiosa amistad, M. en C. Jorge Luis Hernández por sus acertados comentarios y consejos para realizar este trabajo.

A mis amigos de la Fac. que hicieron de mi carrera uno de los mejores, únicos y mas parrandeados momentos de mi vida, por enseñarme cosas invaluable como el valor de la amistad, el carácter para no rendirse ...y a jugar domino a Carlos y Erick, Iris, Mike, Alice, Fer, así también a Celia, Margara, Toño, Ramón, Agustín, etc, etc. etc. y a toda la jaiba brava (Mat.,Act.,Fis.) que se congregaba en la cafetería de la Fac. a disfrutar de las inolvidables y maratónicas fichas.

A mis amigas del instituto Erica, Sofía, Mónica y Rebeca. A Vero, Natalia, Memo, Andrea, etc. y las personas quienes hicieron de mi estancia en el Caribe algo fenomenal.

Al Laboratorio de Crustáceos de la UAPM, M. en C. Fernando Negrete por sus contribuciones en la elaboración de este texto. A Alma Rosa y a Vero por su ayuda de la colecta de caracoles .

Y a las amigas con las que unas vez me divertí tanto y a todas las aquellas personas que se quedaron en el camino y por descuido omito.

A mis amigas de la prepa, secundaria y primaria.

A toda mi familia que aunque extensa esta presente y parte de ella a Marina y su familia.

A todas aquellas personas que cuya enseñanza forjó mi carácter y a seguir superándome. A todos mis buenos y malos maestros.

Cualquier falla o incoherencia es responsabilidad totalmente mía.

Mis ojos se han vuelto claros
De tanto mirar el mar;
De tanto verlo en mi vida;
Las olas vienen y van
Y hay horizontes sin límites,
De severa majestad

A. Nervo

Índice

Resumen.

1. Introducción	1
1.1 Consideraciones generales sobre parasitismo y cultivos in vitro	1
1.2 Características generales de los tremátodos	3
1.3 Biología de los hospederos	5
2. Antecedentes	7
3. Área de estudio	9
4. Objetivos	10
4.1 Objetivo general	10
4.1.2 Objetivos particulares	10
5. Material y Métodos	11
5.1 Recolecte y revisión de hospederos	11
5.2 Observación en musculatura y obtención de los parásitos	11
5.3 Inoculación e incubación en huevos de ave	12
5.4 Fijación, tinción y montaje de tremátodos	12
5.5 Parámetros ecológicos	14
6. Resultados	15
6.1 Descripción de la metacercaria de <i>Cymatocarpus solearis</i>	15
6.2 Infección y estadio de langostas	23
7. Discusión	24
7.1 Criterio para determinar la especie <i>solearis</i> del género <i>Cymatocarpus</i>	24
7.2 Observaciones de metacercaria y adulto	25
7.3 El ciclo de vida	28
7.4 Las posibles vías de infección de langostas	29
7.5 Cultivo <i>In vitro</i> de parásitos y técnicas de ovocultivo	31
8. Conclusiones	33
Anexo	34
Literatura citada	37

RESUMEN

Se registra a la langosta espinosa *Panulirus argus* por primera vez como hospedero del parásito *Cymatocarpus solearis* (Trematoda: Brachycoeliidae). Punta Allen en el estado de Quintana Roo, Caribe de México, representa una nueva área de distribución geográfica para este parásito. La metacercaria fue encontrada en la musculatura abdominal de langostas adultas con una prevalencia de 49.4%, una abundancia de 58.6 y una intensidad promedio de 8.1. No se encontró parasitismo diferencial por sexo. En este estudio se registra por vez primera la utilización de la técnica de cultivo con huevos de ave no embrionados hasta la obtención de la fase adulta de los parásitos a las 576 hrs. de incubación a 38°C. Las formas larvianas encontradas en las langostas han sido identificadas como parásitos, en estado adulto, de tortugas marinas como *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas* y *Dermochelys coriacea*.

Se redescrive la metacercaria y el adulto del tremátodo, se modifica la diagnosis del género *Cymatocarpus* descrito por Looss (1899). Se describe, también un espécimen de la Colección Nacional de Helmintos (CNHE-IBUNAM) con número de registro 002543.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Consideraciones generales sobre parasitismo y cultivos *in vivo*.

Los estudios helmintológicos en animales silvestres son de gran importancia pues a partir de ellos se logra una mejor comprensión del comportamiento de las relaciones parásito-hospedero en la naturaleza, con lo cual puede ser posible proponer medidas que eviten el desarrollo y propagación de epizootias en otros ecosistemas (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997).

El parasitismo se establece como una asociación simbiótica entre dos organismos de diferente especie, uno de los cuales, el parásito, es generalmente más pequeño y vive dentro o fuera del hospedero y del cual se alimenta, causándole algún tipo de daño y/o afectando su estado fisiológico o anatómico. Así también, el parásito depende metabólicamente del hospedero, lo que determina que esta relación sea obligada, ya sea en forma permanente como en el caso de las tenias o efímera como en las sanguijuelas (Cheng, 1978; Lamothe-Argumedo y García-Prieto, 1988).

Entre los parásitos existen aquellos que presentan un ciclo de vida directo y otros indirecto; en este último caso quiere decir que los parásitos, requieren de uno o dos hospederos intermediarios y que son generalmente transmitidos a través de vínculos tróficos, toda vez que el alimento es uno de los ejes de toda forma de vida, y los parásitos han aprovechado esto como una vía para propagarse y para la formación de nuevas generaciones (Chandler, 1976; Rohde, 1993).

Los crustáceos se encuentran entre los organismos que pueden actuar como hospederos intermediarios de helmintos (Meyers, 1990). Las etapas larvianas de tremátodos son capaces de invadir casi cualquier órgano del cuerpo de los hospederos intermediarios (Chapell, 1980).

En el caso de las langostas espinosas, es importante destacar que el parasitismo podría afectar gravemente su pesquería en términos económicos o incluso inducir una posible parasitosis en el hombre.

Las langostas espinosas de la familia Palinuridae son crustáceos decápodos distribuidos alrededor del mundo. En México existen siete especies del género *Panulirus* (Gracia y Kensler, 1980). *P. argus* se encuentra en aguas del Golfo de México y Mar Caribe, principalmente en las costas de la península de Yucatán (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2000). *P. argus* es la que soporta los mayores volúmenes de captura en el mundo (Lozano-Álvarez, 1992) y es uno de los principales recursos económicos con que cuenta el estado de Quintana Roo por lo que se constituye en una de las fuentes de divisas más importantes para el país (Lozano-Álvarez *et al.*, 1991).

La alimentación en el caso de la langosta espinosa *Panulirus argus*, se ha registrado como omnívora con una preferencia alimenticia por crustáceos y moluscos (Colinas y Briones, 1990; Castañeda-Fernández, 1998), y considerando la dificultad que representa el conocer los ciclos de vida de los parásitos en condiciones naturales, sobre todo, cuando son indirectos, se ha logrado implementar técnicas en laboratorio que incluyen los cultivos *in vitro* de los parásitos.

Para la realización de un cultivo *in vitro*, se requiere de la simulación de las condiciones biológicas que presenta el hospedero que permita el mantenimiento y crecimiento de los parásitos fuera del mismo (Chappell, 1980). A partir de este tipo de experimentación, Fried (1989) propuso que mediante la utilización de huevos embrionados de ave se puede lograr el cultivo de una gran variedad de parásitos.

1.2 Características generales de los tremátodos.

Los tremátodos pertenecen al phylum Platyhelminthes (gusanos planos) incluye cerca de 20, 000 especies entre los de vida libre y los parásitos, estos últimos se conocen también como duelas, se caracterizan por presentar 2 ventosas y son de los metazoarios parásitos más importantes (Brusca y Brusca, 1990). En su etapa adulta son parásitos de toda clase de vertebrados habitando generalmente en el tracto digestivo.

Su cuerpo es oval y alargado, su longitud varía de menos de 1mm como *Levinseniella minuta* (Stiles y Hassall, 1901) hasta 5.7 cm de largo y 2.5 cm de ancho como *Fasciola magna* (Linneus, 1758), pero la mayoría no suele pasar de algunos centímetros de longitud (Cheng, 1978).

Los órganos de fijación en estos grupos son dos ventosas, con las que se sujeta al hospedero, una en la zona anterior, llamada ventosa oral cuando se dispone alrededor de la boca, y la otra, situada en la superficie ventral, también llamada acetábulo, . Existen además otros órganos de fijación auxiliares como las espinas tegumentarias (Cheng, 1978).

El tegumento puede ser o no espinoso y juega un papel importante ya que a través del mismo se lleva a cabo el intercambio gaseoso, pasando los desechos nitrogenados y proporciona protección sobre todo contra las enzimas del hospedero en las especies que residen en el tracto digestivo (Cheng, 1978).

La musculatura está compuesta de capas circulares, longitudinales y diagonales que envuelven al resto del cuerpo como una vaina por debajo del tegumento (Schimdt y Roberts, 1984).

La dieta de los digéneos es variada y está en función del hábitat que ocupen en sus hospederos (Cheng, 1978). Presentan un aparato digestivo por lo

general incompleto (carece de ano), constituido de la boca que se encuentra en la parte anterior (en la mayoría de los tremátodos), mediante una prefaringe se conecta con una faringe muscular, bulbosa que se continúa con el esófago el cual se ramifica formando dos ciegos intestinales.

El aparato excretor es protonefridial y consiste de un complicado sistema de túbulos ramificados en cuyos extremos se encuentran las células flamígeras, así llamado por estar cerrado en su terminación interna y abrir mediante un poro (Chandler, 1976; Schmidt y Roberts, 1984).

Presentan un par de ganglios nerviosos cerebrales conectados por comisuras supraesofágicas, los cuales se ramifican en varios nervios anteriores y existen tres pares de troncos nervioso: principales: dorsal, ventral y el lateral que inervan las partes posteriores del cuerpo (Schmidt y Roberts, 1984).

El aparato reproductor masculino presenta generalmente dos testículos, aunque algunas especies presentan desde uno hasta varias docenas, de los cuales salen los canales eferentes para formar parte del canal deferente que desemboca en una vesícula seminal interconectada a la glándula prostática contenida en la bolsa del cirro. El cirro es el órgano empleado para transferir el esperma al aparato reproductor femenino, el cual puede ser inerme o estar cubierto de espinas de diferentes formas y tamaños (Schmidt y Roberts, 1984).

El aparato reproductor femenino presenta un ovario generalmente oval o redondo, que puede estar ramificado o lobulado. El oviducto es corto y presenta un esfínter proximal que controla el paso de los huevos. El receptáculo seminal se forma a partir del oviducto, en la base del mismo receptáculo frecuentemente sale un conducto delgado, el canal de Laurer, que termina en ciego. El ootipo se encuentra rodeado por una serie de glándulas que reciben el nombre de glándula de Mehlis. Finalmente el conducto reproductor femenino se ensancha para formar el útero, que se extiende hasta el poro genital, cuya posición en el cuerpo es

variable, se presentan glándulas vitelógenas foliculares, o bien, formando masas compactas (Schmidt y Roberts, 1984). La mayoría de los tremátodos son hermafroditas (con excepción de la familia Schistosomatidae que son dioicos) y algunos son capaces de autofecundarse, otros por el contrario necesitan de fecundación cruzada para producir una descendencia viable (Cheng, 1978).

1.3 Biología de los Hospederos

Las langostas de la familia Palinuridae

Los crustáceos llamados comúnmente langostas pertenecen al orden Decapoda, con cuatro familias; langostas con quelas (Nephropidae), langostas sin quelas (Synaxidae, Scyllaridae y Palinuridae). Las langostas de ésta última se distribuyen extensamente alrededor del mundo en aguas tropicales, subtropicales y templadas en los océanos Indico, Pacífico y Atlántico (Cobb y Phillips, 1980). En México, existen siete especies de langostas espinosas de la familia Palinuridae: *Panulirus inflatus* (Bovier), *P. gracilis* Streets, *P. interruptus* Randall y *P. penicillatus* (Olivier), en el Pacífico y *P. laevicauda* (Latreille, 1817), *P. guttatus* (Latreille, 1804) y *P. argus* en el Caribe y Golfo de México (Gracia y Kensler, 1980). *P. argus* especie de este estudio, tiene una amplia distribución que va desde Carolina del Norte (USA) hasta Brasil. Y se localiza en las costas del Caribe en México, en áreas sublitorales y a profundidades de 60 m a lo largo de las costas del estado de Yucatán y Quintana Roo y en las formaciones de coral en frente de Campeche, Tamaulipas, Veracruz en el Golfo de México (Briones-Fourzán, 1995).

El ciclo de vida de las langostas es largo y complejo, las langostas hembras una vez que se han apareado, llevan consigo sus huevos entre dos y tres semanas y se mueven hacia zonas más profundas del arrecife donde eclosionan las larvas planas, transparentes denominadas filosoma que forma parte de la comunidad pláncica. En esta etapa pasan entre 6-11 meses, durante los cuales

llevan a cabo varias mudas o ecdisis (Lewis, 1951; Baisre, 1964; Lyons, 1980). El último estadio larval sufre una drástica metamorfosis a una postlarva transparente que es libre nadadora llamada Puerulo, la cual ya es muy similar al adulto. En este estadio, que puede durar entre 1.5 y 2 años, se inicia su retorno hacia la comunidad del bentos, en donde se establece en zonas someras de manglares, algas y pastos marinos.

Su crecimiento es muy variable y se realiza mediante un proceso llamado muda, que implica la adquisición de nuevos segmentos con los apéndices respectivos, dando lugar a incrementos en talla; la frecuencia de mudas es mayor en tallas pequeñas y va disminuyendo conforme crecen (Negrete, 1995).

La fecundidad de las langostas puede ir desde los 150 hasta el millón 200 mil huevos por puesta dependiendo de la talla, y pueden tener hasta dos desoves al año (Fonseca-Larios y Briones-Fourzán, 1997).

La alimentación de las langostas es omnívora, teniendo preferencia por moluscos y crustáceos (Colinas y Briones-Fourzán, 1990; Castañeda-Fernández, 1998). Sus depredadores principales son los peces, pulpos, cangrejos, y tiburones gata.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad hay una gran escasez de estudios en lo relativo al parasitismo en langostas de la familia Palinuridae, en contraste con los realizados en el ámbito pesquero, sin tomar en cuenta que el conocimiento de su fauna parásita podría aportar información sobre la biología, comportamiento, reproducción, estructura y desarrollo de las poblaciones de hospederos (Lauckner, 1987; Bick, 1994).

Las principales enfermedades de langostas que se han registrado, son las de origen bacterial como la gaffkemia (enfermedades del caparazón y vibriosis), infecciones por hongos (micosis sistémicas y superficiales) y las infecciones parasitarias. Dentro de estas últimas, Deblock (1991) menciona las producidas por el tremátodo *Thulakiotrema genitale* (Microphallidae), en ovarios, juveniles y adultos de *Panulirus cygnus* (George, 1962). Cobb y Phillips, 1980, registran la presencia de tremátodos no identificados, en puerulos y juveniles pequeños en *Jasus edwardsii* (Hutton, 1875).

Por su parte, Linton (1910) registró en Florida, la presencia de *Cymatocarpus undulatus* (Looss, 1899) en intestinos de tortugas de donde extrajo restos de langostas. Dollfus (1927) registra metacercarias de *Cymatocarpus* enquistadas en la musculatura abdominal del cangrejo ermitaño *Pagurus tinctor* (Forsk.) Así también, Deblock (1991) hace un trabajo sobre tremátodos Microfálidos en gónadas de *Panulirus cygnus* en Australia.

Finalmente, Cobb y Phillips (1980), han registrado infestaciones del nemertino *Carcinomertes* sp, principalmente en huevos de *P. cygnus*.

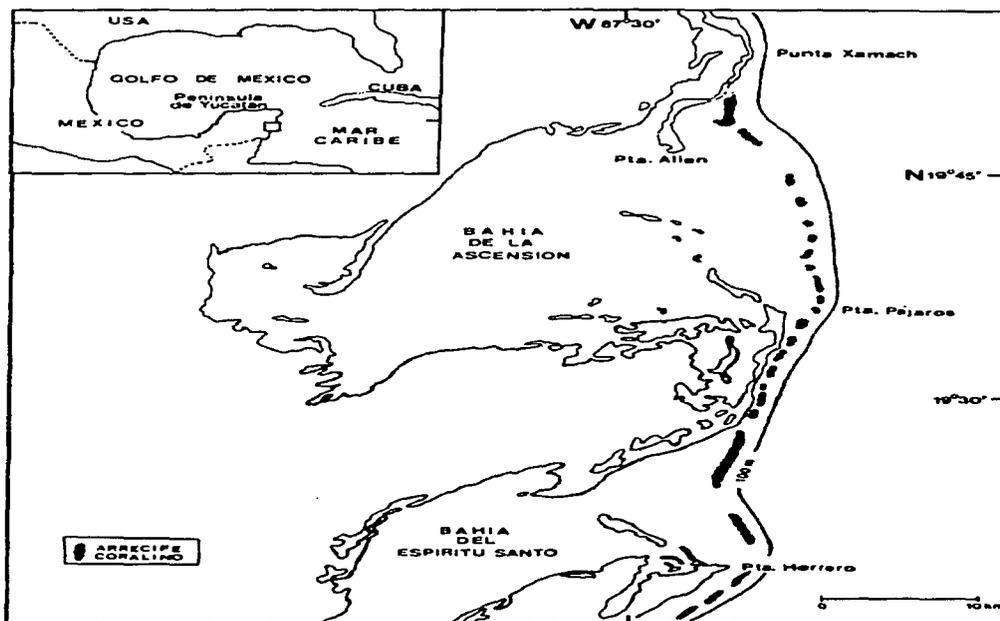
Relacionado con el cultivo *in vitro* de parásitos y las técnicas aplicadas a tremátodos, la superficie del corionalantoides de los huevos embrionados de pollo puede usarse como un sustituto animal en el cultivo de una gran variedad de parásitos (Fried, 1989; Fried y Huffman, 1982).

La primera técnica de ovo cultivo fue usada y modificada por Woodruff y Goodpasture (Fried, 1962), aunque la técnica más utilizada es la de Zwilling modificada por Fried en 1989, la cual ha permitido el cultivo de una gran cantidad de tremátodos como: *Philophthalmus* sp (Looss, 1899) Fried (1962); *Himasthla quissetensis* (Miller y Nortup, 1926) Fried y Groman (1982); *Parorchis acanthus* (Angel, 1954) Fried y Roth (1974); *Sphaeridiotrema globulus* (Rud, 1814) Fried y Huffman (1982); *Echinostoma revolutum* (Froelich 1802) Fried y Grigo (1975), Fried y Butler (1978), Fried y Huffman (1982), Fried y Pentz (1983), Fried y Fujino (1984); *Sphaeridiotrema globulus* (Rud, 1814) Fried y Groman (1982); *Microphallus pigmaeus* (Ward, 1901) Irwin y Saville (1988a); *Diplostomum spataceum* (Von Nordmann, 1932) Irwin y Saville (1988b); y *Microphallus primas* (Ward 1901) Saville e Irwin (1991).

Saville e Irwin (1991) dan a conocer el ciclo de vida de un tremátodo en condiciones de laboratorio, utilizando metacercarias enquistadas de un cangrejo.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La comunidad de Punta Allen está localizada en las coordenadas $19^{\circ} 45' N$ y $87^{\circ} 30' W$, en las inmediaciones de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an a 183 kms. de la Ciudad de Cancún, Quintana Roo, en la porción oriental de la Península de Yucatán.



La reserva se encuentra dentro de la unidad orogénica conocida como Plataforma Yucateca, caracterizada por presentar una suave inclinación de sur a norte y sin elevaciones importantes. La Reserva de la Biosfera cuenta con diversos ambientes marinos representativos de las costas de Quintana Roo, incluyendo: playas arenosas, manglares, bahías someras, playas rocosas, marismas y arrecifes con una alta diversidad de especies. El clima de la reserva es del tipo cálido-subhúmedo con lluvias en verano (García, 1964). La precipitación anual fluctúa de 1,100 a 1,200 mm; 70% del cual ocurre entre los meses de mayo a octubre y el restante durante el periodo considerado como de

nortes (noviembre-febrero) (Merino y Otero, 1991). El clima presenta dos variantes: es más húmedo hacia el norte y más seco hacia el sur, con la existencia de un periodo de ciclones de junio a noviembre (INE,1993).

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an con una extensión de 528000 has., es propiedad federal e incorpora en la misma a fauna representativa de la selva tropical con una gran cantidad de especies endémicas, como algunas palmas conocidas localmente como el chit y la kuká. Así también existen manglares, dunas, lagunas, canales y la barrera arrecifal, la segunda barrera más grande del mundo, solo después de la Gran barrera arrecifal de Australia, que recorre el Caribe de México y se continúa hacia Belice.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

El propósito de este estudio es determinar los parásitos en la musculatura de las langostas de la familia Palinúridae de importancia económica en las costas de Punta Allen, en el Caribe mexicano.

4.1.2 Objetivos particulares

- Describir la morfología y anatomía de las metacercarias localizadas en el tejido muscular del abdomen de la langosta *Panulirus argus*.
- Obtener el estadio adulto de las metacercarias localizadas en la musculatura de *P. argus* mediante su incubación en huevos de aves.
- Determinar la prevalencia de parasitismo en las poblaciones de la langosta *P. argus*.
- Determinar la intensidad promedio de parásitos por langosta y registrar si es que existe parasitismo preferencial por sexo del hospedero.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Recolecta y revisión de hospederos

Se adquirieron, mediante compra en la Cooperativa pesquera "Vigía el Chico" en Punta Allen, Q. Roo, 6 abdómenes de la langosta espinosa *Panulirus argus*, los días 10 y 23 de febrero del 2001 al término de la temporada de pesca. Se separaron las langostas parasitadas de las no parasitadas para registrar la prevalencia de parasitismo. Determinar si las langostas están parasitadas es relativamente fácil ya que los quistes son observables a simple vista como pequeños puntos blanquecinos en la musculatura de los animales.

Del total de las langostas parasitadas se tomaron tres animales al azar en cada fecha. En esta fase se tomaron los siguientes datos: fecha de captura, número total de langostas por captura, número de langostas parasitadas por captura, sexo, y longitud del abdomen.

Los ejemplares con parásitos fueron trasladados en una hielera al laboratorio de plancton de la Unidad Académica de Puerto Morelos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en donde se examinaron.

5.2 Observación en musculatura y obtención de los parásitos

La revisión de la musculatura fue realizada mediante un microscopio estereoscópico. Los quistes fueron removidos con un bisturí y pinzas de relojero. Los organismos fueron depositados en una caja de Petri con solución salina (ca. 17 ppm).

Aquellos parásitos que tenían evidencias de deterioro fueron inmediatamente fijados en AFA (5 ml de ácido acético, 10 ml de formaldehído comercial y 85 ml de alcohol etílico al 85%), para su posterior deshidratación progresiva, tinción y montaje. A los parásitos en buen estado y se les agregó 0.5 ml de Penprocilina (80 000ui) y 0.5 ml de Eritromicina (0.5 g/ml), para inhibir el

crecimiento de hongos y bacterias y fueron inoculados en los huevos de gallina con la finalidad de obtener el estado adulto.

5.3 Inoculación e incubación en huevos de ave.

Se utilizó la técnica de acuerdo a Fried (1962) modificada, por lo que se adquirieron 19 huevos de gallina no embrionados para ser inoculados. Los huevos fueron lavados y desinfectados con un pedazo de tela humedecido con alcohol del 96%. Para inocular, se efectuó una horadación en la parte más ancha del huevo de tal forma de dejar el espacio suficiente para introducir una pipeta Pasteur. Con esta pipeta se extrajeron aproximadamente 5 ml de albúmina para evitar derramamientos al momento de inocular los parásitos con la solución salina. Los parásitos fueron capturados con la pipeta e introducidos al interior del huevo a través de la perforación. Posterior a esto, la horadación fue sellada con cinta adhesiva.

Los huevos fueron marcados dándoles un número o clave y anotando el número de parásitos inoculados; posteriormente fueron colocados en una estufa, el primer lote a 36°C y el segundo lote a 38°C. Un recipiente con agua fue colocado dentro de la estufa para humificar el ambiente; los huevos fueron movidos aproximadamente cada 12 horas con movimientos rotatorios para evitar que el vitelo se quedara adherido a las paredes del cascarón. La recuperación de los parásitos fue obtenida al abrir el huevo y vaciar el contenido en una caja Petri, y colocando a los organismos en solución salina.

5.4 Fijación, tinción y montaje de tremátodos.

Para la observación de la anatomía/organografía de los parásitos obtenidos fue necesario llevar a cabo la elaboración de preparaciones permanentes. La fijación de los tremátodos se realizó colocando cada uno de ellos entre un portaobjetos y un cubreobjetos, añadiendo el fijador AFA poco a poco con una pipeta Pasteur por una de las orillas del cubreobjetos hasta que quedaron completamente inmersos. Las preparaciones fueron colocadas durante 24 hrs

dentro de una caja de Petri y se les agregó mas fijador hasta quedar completamente cubiertas y colocando una tapadera para evitar la desecación. Posteriormente, los parásitos fueron desmontados y transferidos a alcohol al 70% para eliminar el fijador. Una vez eliminado el fijador, los animales se pasaron a alcohol del 96%, fueron teñidos con Carmin Acético y posteriormente se deshidrataron con alcohol al 100%. Los ejemplares se colocaron en Salicilato de Metilo o aceite de clavo para su transparentación y finalmente en resina sintética en portaobjetos de vidrio colocando un cubreobjetos encima y teniendo así una preparación fija permanente.

Los parásitos, fueron observados en un microscopio compuesto a aumentos de 10X, 20X, 40X y 60X. Para la descripción anatómica de los parásitos, se midieron 10 ejemplares y las medidas mínima, máxima y promedio en paréntesis, se anotan en milímetros.

Los animales fueron observados en un microscopio invertido el cual tiene como complemento un sistema de cómputo y un sistema de video para observaciones a mayor amplitud. De esta forma se obtuvieron fotografías de los animales. Los esquemas se hicieron en un microscopio óptico con la ayuda de una cámara clara.

Así también, se realiza una prueba de χ^2 para identificar si hay parasitismo diferencial por sexo en las langostas parasitadas.

Para conocer el estadio de desarrollo de las langostas parasitadas se utilizaron los valores $LC = (LA - 132298) / 1.6414$, donde LA= longitud abdomen (mm); LC= longitud cefalotórax (mm); para $LT = longitud\ total\ (mm)$ $LT = 2.6750(Lc) + 24.9727$, sugeridos por (Lozano, 1992).

5.5 Parámetros ecológicos

En este trabajo se siguieron los siguientes parámetros ecológicos propuestos por Margolis *et al.* (1982):

Prevalencia: número de hospederos de una misma especie que están infectados por una especie particular de parásito, divididos entre el número total de hospederos revisados de esa especie, y multiplicada por 100 (%).

Abundancia: número total de individuos de una especie particular de parásitos de una muestra de hospederos, entre el número total de la especie de hospederos en la muestra.

Intensidad promedio : número total de individuos de una especie de parásito en una muestra de hospederos entre el número de individuos infectados en la muestra.

Intervalo de intensidad: expresado como el menor y el mayor número de parásitos de una especie, registrados en el total de los hospederos parasitados.

6. RESULTADOS

La Taxonomía de los ejemplares de este estudio siguen la clasificación tomada de Caballero-Rodríguez (1960), Blair y Limpus (1982).

Reino	Animalia	
Phyllum	Platyhelminthes	
Clase	Trematoda	
Subclase	Digenea	
Familia	Brachycoeliidae	(Dollfus, 1927 nec. Johnston, 1912)
Subfamilia	Cymatocarpinae	(Baer, 1924)
Género	<i>Cymatocarpus</i>	(Looss, 1899)
Especie	<i>solearis</i>	(Braun, 1899)
		<i>Sin. C. undulatus</i> (Looss, 1899)

Primer hospedero intermediario:	No determinado
Segundo hospedero intermediario:	<i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804)
Localización:	musculatura
Localidad:	Punta Allen, Q. Roo.

6.1 Descripción de la metacercaria de *Cymatocarpus solearis* (Fig.1).

La metacercaria, presenta un cuerpo aplanado dorsoventralmente con los extremos redondeados, mide de 2.65 a 4.12 (3.29) de largo por 0.81 a 1.50 (1.15) de ancho, presenta un tegumento delgado y espinoso que recubre todo el cuerpo, con un grosor de 0.003; la ventosa oral es esférica y musculosa, mide de 0.20 a 0.22 (0.21) de largo por 0.12 a 0.24 (0.19). El acetábulo es casi circular y preecuatorial mide 0.11 a 0.18 (0.16) de largo por 0.13 a 0.24 (0.18) de ancho, la relación entre ambas ventosas es de 1:0.76 de largo.

El aparato digestivo lo conforma la boca que se abre en el centro de la ventosa oral, la cual se localiza en la región anterior del cuerpo, mide 0.04 a 0.07 (0.05) de largo por 0.03 a 0.05 (0.04) de ancho, la boca se continua hacia una

prefaringe en forma de media luna que se tiñe bien con la técnica de paracarmín acético, ésta mide 0.04 a 0.07 (0.052) de largo por 0.02 a 0.05 (0.032) de ancho, que comunica con una faringe corta de forma cilíndrica y musculosa que mide 0.07 a 0.10 (0.085) de largo por 0.05 a 0.09 (0.07) de ancho. El esófago es largo y delgado, mide 0.45 a 1.02 (0.75) de largo por 0.02 a 0.08 (0.04) de ancho. La bifurcación cecal tiene lugar a una distancia del extremo anterior del cuerpo que varía de 1.15 a 1.20 (1.17). Los ciegos intestinales son cortos y no sobrepasan el acetábulo. El ciego derecho mide 0.29 a 0.50 (0.37) de largo por 0.14 a 0.29 (0.20) de ancho; y el izquierdo mide 0.26 a 0.50 (0.34) de largo por 0.11 a 0.21 (0.16) de ancho.

El aparato reproductor masculino está representado por dos testículos ovoides, en posición postecuatorial y se encuentran diagonales uno con respecto al otro; el derecho mide 0.13 a 0.33 (0.21) de largo y 0.11 a .28 (0.18) de ancho, el izquierdo mide 0.10 a 0.32 (0.20) de largo y 0.12 a 0.35 (0.25) de ancho, de cada testículo sale un conducto eferente, que se reúne con el del otro lado para constituir un espermiducto; el espermiducto se abre en la base de la bolsa del cirro, la cual contiene una vesícula seminal. La vesícula seminal es interna y está localizada en la base de la bolsa de cirro y mide 0.08 a 0.25 (0.13) de largo y 0.10 a 0.24 (0.17) de ancho. Se puede apreciar algunas células prostáticas presentes en las paredes de la bolsa. El cirro es largo y sinuoso y desemboca en el poro genital que es preacetabular y se abre ventralmente ligeramente a la derecha de la línea media del cuerpo. La bolsa del cirro es preecuatorial, no espinosa sino musculosa y rodea parcialmente al acetábulo por su borde izquierdo, en su desembocadura presenta placas en un número no bien definido.

El aparato reproductor femenino consta de un solo ovario, redondo, postacetabular, y se localiza en la parte izquierda del cuerpo, mide 0.13 a 0.23 (0.17) de largo y 0.14 a 0.20 (0.16) de ancho, presenta un oviducto corto que desemboca en el ootipo, que no pudo ser observado, existe un pequeño receptáculo seminal incipiente.

La glándulas vitelógenas están constituidas en grupos foliculares, se aprecian en los campos laterales del cuerpo, las del lado izquierdo llegan al borde superior del ovario y las del lado derecho llegan al borde superior del testículo derecho.

El útero es sinuoso en forma de "U" el asa descendente llega al extremo posterior del cuerpo y el asa ascendente sube por el lado derecho y antes de desembocar forma un metratermo muy ancho, musculoso y termina en el poro genital. Este se abre a una distancia del extremo anterior del cuerpo que varía de 1.19 a 1.34 (1.26).

El aparato excretor está representado por una vesícula excretora en forma de "I" que se extiende a lo largo del cuerpo desde la base de la faringe y hasta desembocar en un poro excretor situado en el extremo posterior del cuerpo, el cual presenta un esfínter muscular.

Estos ejemplares fueron depositados en la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM (CNHE-IBUNAM) con el no. 4332.

Con base a la anterior descripción, se realizó la comparación (Tabla. 2) con el adulto *Cymatocarpus solearis* obtenido por la técnica de cultivo depositada en la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM con el no. 4333 (Fig.2). Así también, del adulto de *C. undulatus* (Tabla. 2) depositada por el Dr. Manter con el no. 002543 en (CNHE-IBUNAM) (Fig.3).

De la misma manera la (Fig.4) muestra un esquema del complejo reproductor y huevos obtenidos por la técnica de ovocultivo.

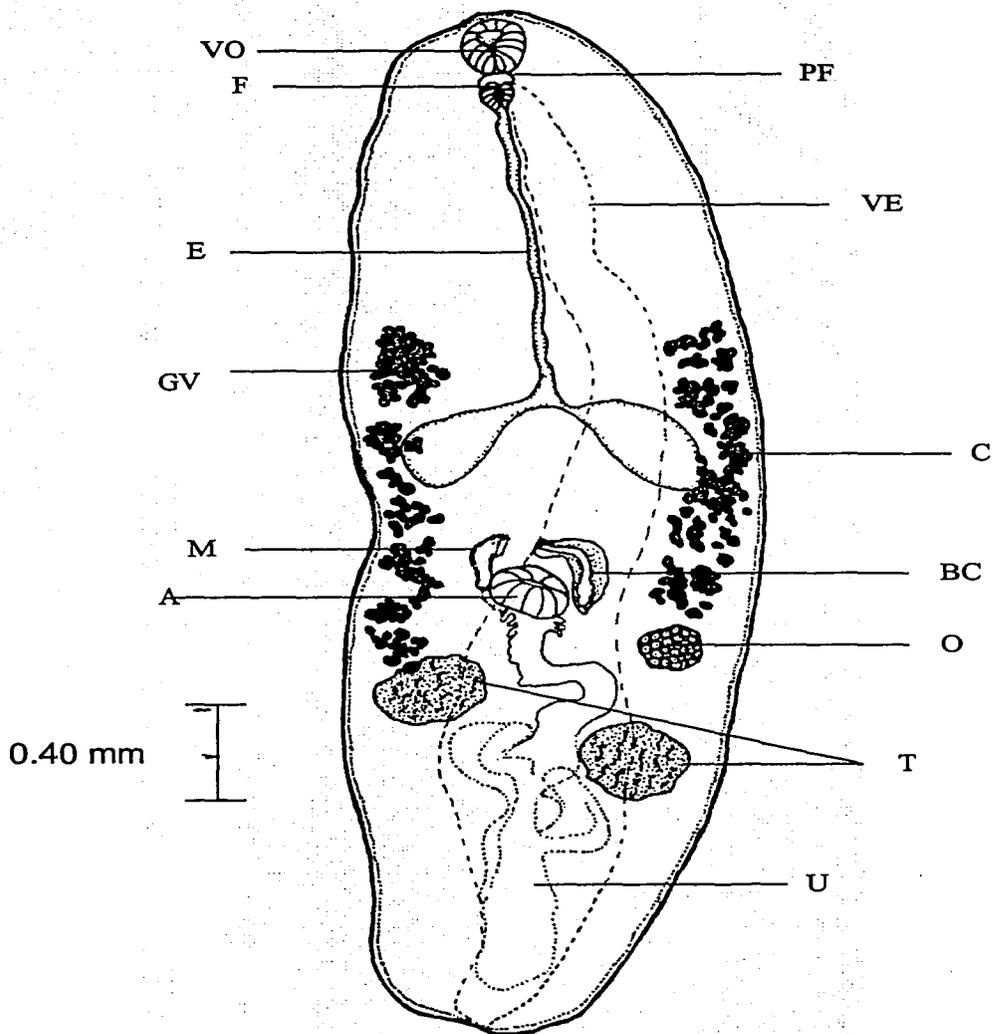


Fig. 1. Metacercaria de *Cymatocarpus solearis* (Braun, 1899). Vista ventral. VO (ventosa oral), PF (prefaringe), F (faringe), E (esófago), C (ciegos intestinales), A (acetábulo), GV (glándulas vitelógenas), BC (bolsa del cirro), M (metratermo), O (ovario), T (testículo), U (primordio útero), VE(vesícula excretora).

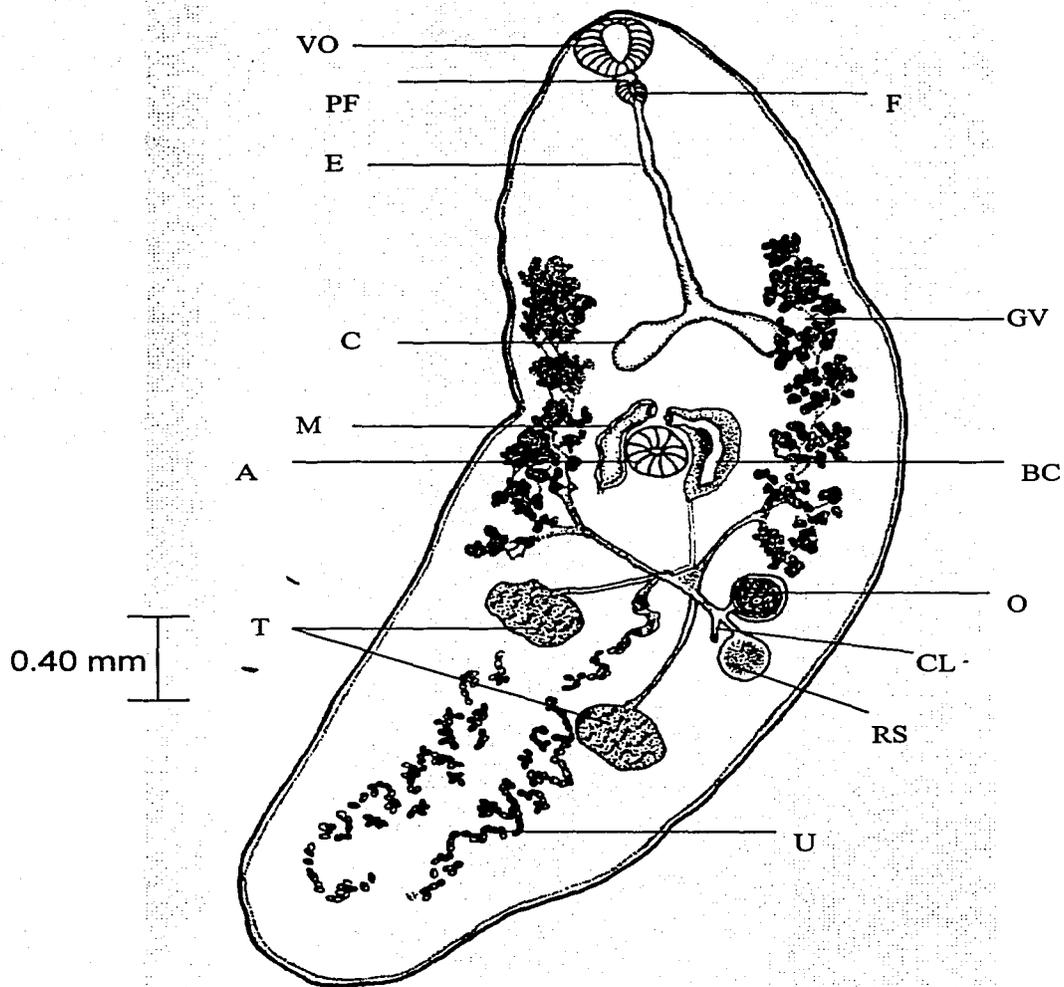


Fig.2. Adulto de *Cymatocarpus solearis* (Braun, 1899).Vista ventral. Obtenido por la técnica de ovocultivo. VO (ventosa oral), PF (prefaringe), F (faringe), E (esófago), C (ciegos intestinales), A (acetábulo), GV (glándulas vitelógenas), BC (bolsa del cirro), CL (canal de Laurer), M (metratermo), O (ovario),T (testículo), U (útero), RS (receptáculo seminal).

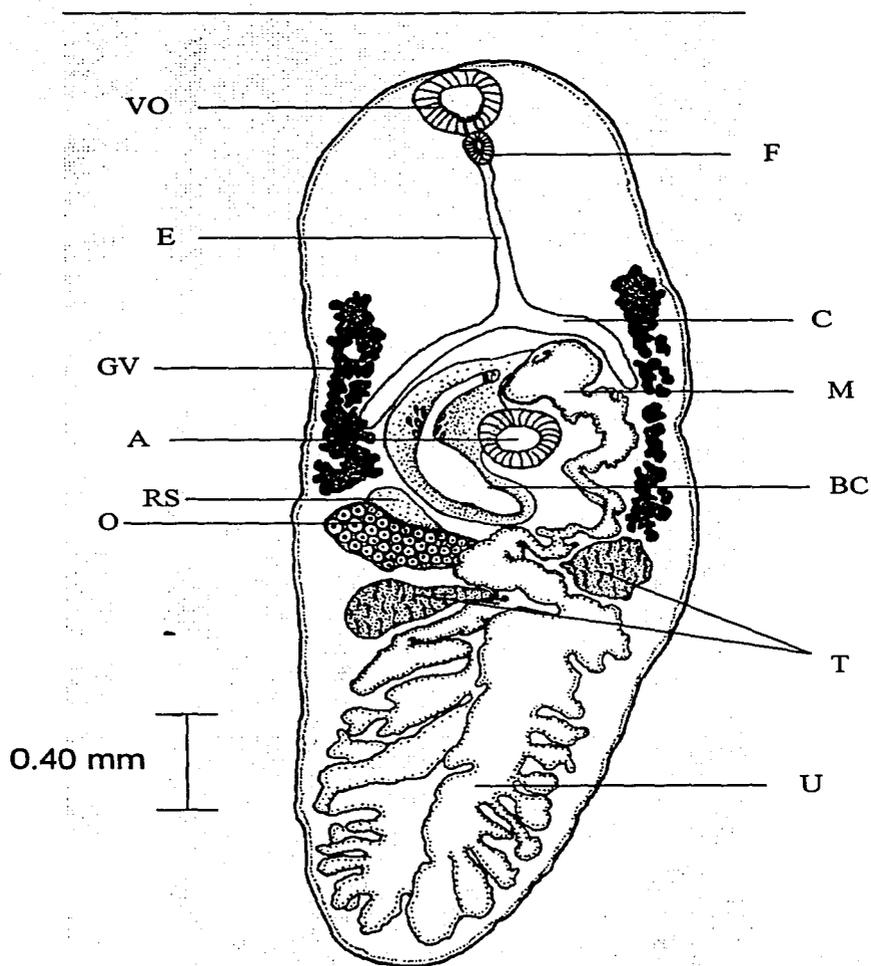


Fig.3. Adulto de *Cymatocarpus solearis* (Braun, 1899). Vista dorsal. Obtenido por el Dr. Manter. VO (ventosa oral), F (faringe), E (esófago), C (ciegos intestinales), A (acetábulo), GV (glándulas vitelógenas), BC (bolsa del cirro), M (metratermo), O (ovario), T (testículo), U (útero), RS (receptáculo seminal).

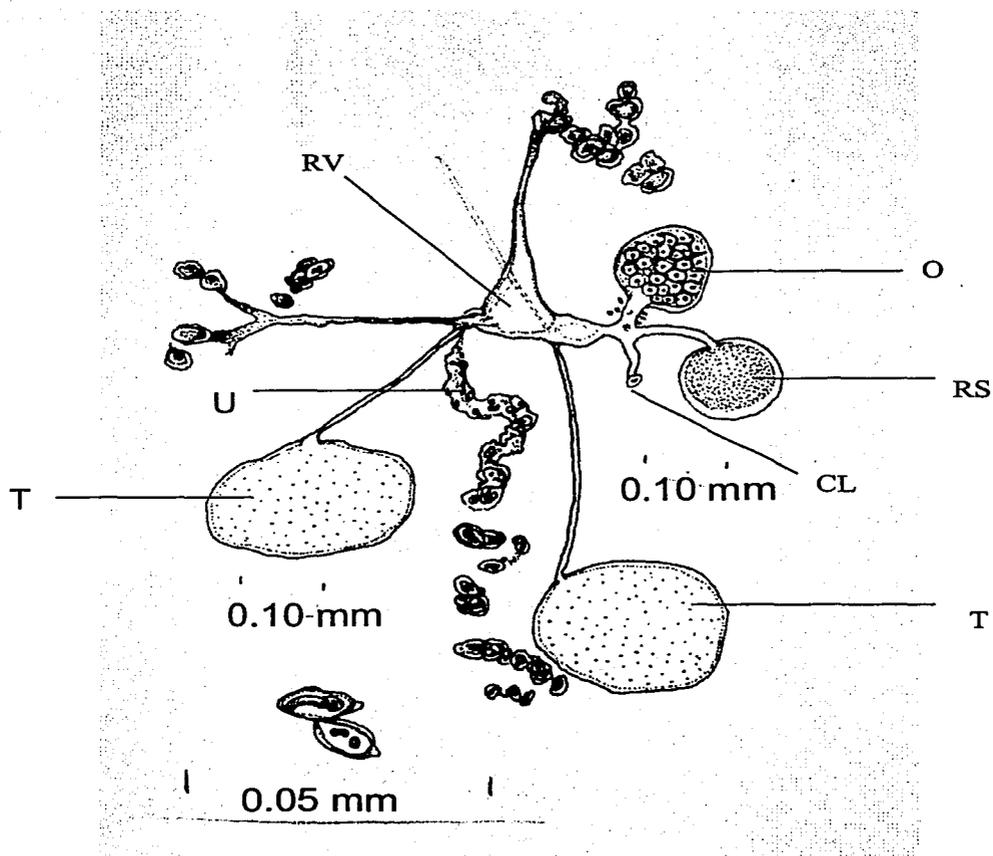


Fig.4. Complejo reproductor y Huevos obtenidos por la técnica de ovocultivo. CL (canal de Laurer), O (ovario), T (testículo), U (útero), RS (receptáculo seminal), RV (receptáculo vitelino).

La técnica de cultivo empleada dió por resultado, la obtención de solamente dos ejemplares adultos de *Cymatocarpus solearis* (Braun, 1899), a las 576 hrs. de incubación y a la temperatura de 38° C. Las características más sobresalientes de éstos, son la mayor talla alcanzada, el ligero desplazamiento hacia la región posterior del cuerpo de las estructuras reproductoras, y la presencia de huevos en el útero. Las condiciones de incubación y el número de metacercarias inoculadas y de ejemplares recuperados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los 2 lotes de incubación con el porcentaje de recuperación del 32.38% de organismos.

Hospedero	Fecha	sexo	Número de metacercarias por huevo	Número de organismos recuperados	Hrs. de incubación
Temperatura de 36°C					
# 1	11/02/ 01	Macho	20	19	360
			33	-	-
			36	4	528
			20	4	528
			Total 109	Total 27	
# 2		Hembra	5	3	192
			5	5	216
			10	9	240
			5	4	264
			11	-	-
#3	12/02/01	Macho	Total 36	Total 21	
			15	1	504
			18	1	504
			Total 33	Total 2	
Temperatura de 38°C					
# 4	23/02/01	Macho	20	20	408
			23	-	-
# 5		Macho	Total 43	Total 20	
			20	4	576
#6		Hembra	34	24	576
			38	-	-
			Total 92	Total 24	
			16	9	576
			10	-	576
			13	13	
			Total 39	Total 22	

6.2. Infección y estadio de langostas

De un total de 87 langostas, se registraron 44 no parasitadas y 43 sí, teniendo un total de 352 parásitos dentro de la musculatura de 6 abdómenes de *Panulirus argus*, y, por lo tanto, una prevalencia de 49.42%, una abundancia de 58.66, intensidad promedio de 8.18 y el intervalo de intensidad de 33-109 metacercarias.

El método de χ^2 para conocer si había parasitismo preferencial entre machos y hembras, mostró un resultado de 0.023 el cual, al ser comparado con tablas 3.84 con un 95% de confianza, muestra que no hay diferencia preferencial por sexo.

La determinación del estadio de desarrollo de las langostas de acuerdo a Lozano, 1992 corresponde a la talla de madurez sexual, la cual se alcanza entre los 70-80 mm LC.

7. DISCUSIÓN

En 1899 Looss establece el género *Cymatocarpus* y describe a *C. undulatus* (el cual fue tentativamente incluido dentro de la familia Dicrocoeliidae aunque las razones para hacerlo no fueron validadas) como un parásito intestinal de *Thalassochelys corticata* (Rondelet).

Braun, describe el 25 de noviembre de 1899 a *Distomum soleare* como parásito en la tortuga *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758); posteriormente Braun (1901) transfirió este género a *Cymatocarpus* y determinándolo como *C. solearis* (Braun, 1899) (syn. *Distomum solearis* Braun, 1899). Braun lo comparó con *C. undulatus* descrito el 28 de diciembre por Looss (1899).

Por su parte, Cheng y Provenza (1960) registran las principales diferencias entre los géneros *Cymatocarpus* y *Brachycoelium*, ambos pertenecientes a esta familia. Yamaguti (1971) descarta la posibilidad de que se trate de *Brachycoelium*, porque estos parásitos presentan una vesícula excretora que no nace en la faringe, los testículos se encuentran en una posición simétrica o subsimétrica, la bolsa del cirro es pequeña y las vitelógenas no se encuentran confinadas a una área marginal. En contraste, *Cymatocarpus* se caracteriza por presentar una vesícula excretora tubular, comenzando en la faringe, testículos en posición diagonal, bolsa del cirro larga y vitelógenas marginales, como es el caso de los parásitos registrados en este trabajo.

Por lo que, el parásito encontrado en la musculatura de *Panulirus argus* pertenece al género *Cymatocarpus*, de la familia Brachycoeliidae de acuerdo con Yamaguti (1971).

7.1 Criterio para determinar la especie *solearis* del género *Cymatocarpus*

En la determinación de la especie, sin embargo, hay opiniones controvertibles y en la mayoría de los trabajos previos a este estudio, habían considerado a *Cymatocarpus undulatus* como una especie válida (Looss, 1899;

Linton, 1910; Caballero y Rodríguez, 1960; Cheng y Provenza, 1960). Estos últimos autores reconocen a dos especies dentro del género *Cymatocarpus*: *C. undulatus* y *C. solearis*, esta última determinada por Braun (1899). De acuerdo con Cheng y Provenza (1960) las diferencias para distinguir ambas especies son: *C. undulatus* presenta un tegumento, cirro y bolsa del cirro espinoso, el tamaño del cuerpo (1-2 mm de ancho en *C. undulatus* y 0.6 mm en *C. solearis*) el tamaño de los huevos (0.025 por 0.015 mm en *C. undulatus* y 0.014 por 0.008 mm en *C. solearis*).

Linton (1910) reconoce a *C. undulatus* (Looss 1899) como especie válida y no a *C. solearis* (Braun 1899). Posteriormente, Linton (1910) registra como *C. undulatus* al ejemplar de Manter, en La Colección Nacional de Helminthos (CNHE-IBUNAM) con número de registro 002543, y posteriormente Caballero-Rodríguez (1960) la registra e integra el ejemplar que identificó como *C. undulatus* extraído del intestino de la tortuga *Chelonia mydas* en las costas de Acapulco, México dentro de la colección particular del Dr. Eduardo Caballero y Caballero.

La controversia está ocasionada, aparentemente, debido a la cercanía de las fechas de publicación de los registros (aproximadamente un mes). Braun (1901) y Looss (1902) consideraron a esta especie diferente de *C. solearis* con base en las explicaciones referidas en los párrafos anteriores.

Considerando lo anterior, en este estudio se decidió utilizar el criterio referido por Blair y Limpus (1982), dando como especie válida a *Cymatocarpus solearis* (Braun, 1899) con base en la primacía de publicación (ambas en 1899 pero con un mes de diferencia), por lo que *C. undulatus* es especie sinónimo de *C. solearis*.

7.2 Observaciones de metacercaria y adulto

En este trabajo se realizó la redescrición del género *Cymatocarpus* y se registran estructuras anatómicas no observadas por Looss (1899) como la

presencia de una prefaringe y la vesícula excretora en forma de "I", aunque ambas fueron mencionadas por Dollfus (1927).

Se compararon los resultados de Caballero-Rodríguez (1960) y Manter con los obtenidos en este trabajo (Tabla 2) y en los organismos de estos dos últimos autores, Manter es evidente un desplazamiento de las estructuras hacia la parte anterior del cuerpo del parásito; cambios que se interpretan como un efecto debido a la maduración sexual ocasionado por el espacio que requieren los huevos.

Los datos de la Tabla 2, ponen en evidencia que el adulto obtenido por la técnica de cultivo y la metacercaria de la langosta *P. argus*, son muy similares en el tamaño de sus estructuras y se puede observar que la diferencia entre ambos radica en la presencia de huevos, aunque en escaso número, lo cual indica se trata de una maduración incipiente. Así, el ejemplar adulto obtenido en este trabajo no difiere en cuanto al tamaño de los huevos con el de Caballero-Rodríguez (1960) y con el de Manter, pero si lo hace en cuanto al número de huevos contenidos en el útero, ya que los ejemplares de Manter, tienen el útero totalmente lleno, lo que hace que las estructuras del aparato reproductor se observen desplazadas hacia la parte anterior del cuerpo. Así también, las medidas de la mayoría de las estructuras coinciden con las mencionadas por Caballero-Rodríguez (1960) y con el ejemplar de Manter.

Las diferencias encontradas en los organismos adultos de Caballero-Rodríguez (1960), Manter y el adulto de la técnica de cultivo en este trabajo son mínimas, por lo que es evidente que se trata de la misma especie. En el caso del ejemplar de Manter no había una descripción previa a este estudio, por lo que las comparaciones se realizaron con los datos de la tabla 2.

Tabla 2. Comparación morfométrica de las medias promedio de la metacercaria y adulto descritos en este trabajo con *Cymatocarpus undulatus*, redescrito por Caballero-Rodríguez (1960) y el adulto determinado por el Dr. Manter.

	Metacercaria En este estudio	Adulto En este estudio	Adulto Caballero, 1960	Adulto Manter En este estudio
Largo total	3.29	2.80	3.86	2.40
Ancho total	1.15	1.0	1.41	0.84
Tegumento	0.003	.004	.004	0.004
Ventosa oral				
Largo	0.21	0.15	0.22	0.18
Ancho	0.19	0.18	0.25	0.13
Acetábulo				
Largo	0.14	0.15	0.20	0.14
Ancho	0.18	0.18	0.21	0.18
Relación ventosas	1:0.76	1:0.92	1:0.8	1:0.77
Boca				
Largo	0.05	0.08	0.10	0.07
Ancho	0.04	0.05	0.11	0.11
Prefaringe				
Largo	0.052	0.03	No se menciona	No se observa
Ancho	0.032	0.01		
Faringe				
Largo	0.085	0.09	0.09	0.08
Ancho	0.07	0.05	0.11	0.07
Esófago				
Largo	0.75	0.71	0.85	0.37
Ancho	0.04	0.03	0.03	0.05
Ciego der.				
Largo	0.37	0.27	0.56	0.42
Ancho	0.20	0.08	0.12	0.07
Ciego izq.				
Largo	0.34	0.20	0.61	0.28
Ancho	0.16	0.17	0.16	0.03
Test. Der.				
Largo	0.21	0.24	0.26	0.34
Ancho	0.18	0.20	0.33	0.13
Test. Izquierdo				
Largo	0.20	0.25	0.25	0.17
Ancho	0.25	0.27	0.37	0.20
Vesícula seminal				
Largo	0.13	0.15	0.14	0.18
Ancho	0.17	0.12	0.05	0.15
Receptáculo seminal				
Largo	Sí se aprecia	0.10	No se menciona	0.36
Ancho		0.08		0.15
Ovario				
Largo	0.17	0.11	0.18	0.13
Ancho	0.16	0.10	0.22	0.16
Huevos				
Largo	No presenta	0.04	0.02	0.06
Ancho		0.02	0.01	0.02
Distancia entre: Bifurc. cecal- Ext. ant.	1.24	1.17	1.44	0.68

7.3 El ciclo de vida

Aun no se conoce completamente el ciclo de vida de *Cymatocarpus*. Sin embargo, con base en registros previos, se considera que los tremátodos adultos de *Cymatocarpus* son parásitos del tracto digestivo de tortugas tales como: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (Linton, 1910; Pratt, 1914; Luhman, 1935; Cheng y Provenza, 1960; Blair y Limpus, 1982), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Oguro, 1942; Blair y Limpus, 1982), *Chelonia mydas* (Caballero-Rodríguez, 1960; Cheng y Provenza, 1960), *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766) (Threlfall, 1979).

En lo referente a las langostas del género *Panulirus* como posibles hospederos intermedios, Linton (1910) extrajo restos de éstas de intestinos de tortugas.

En cuanto a las otras fases del ciclo de vida del género, Cheng y Provenza (1960) mencionan que el crustáceo del cual Dollfus (1927) obtuvo sus metacercarias, posiblemente sea el único hospedero intermediario de *Cymatocarpus*.

Por otro lado, a la fecha no se conoce si existe un primer hospedero intermediario, con respecto a esto se sugiere en este trabajo, a reserva de estudios posteriores que lo definan, que el parásito estudiado tenga por primer hospedero temporal al grupo de los moluscos, en quienes se podrían encontrar las fases de esporocistos, redias y cercarias en la zona, ya que el ciclo de vida de los tremátodos puede ser completado una vez que se sitúan las localidades con la presencia de adultos o metacercarias (Salgado-Maldonado *et al.*, 2000).

En este trabajo, se registra que las langostas espinosas *Panulirus argus*, podrían ser segundos hospederos que alojan las metacercarias del tremátodo *Cymatocarpus solearis*.

En México, este tremátodo fue registrado por primera vez por Caballero y Caballero (1959) en las costas del Océano Pacífico y por segunda ocasión, en el presente trabajo en aguas litorales del Caribe.

La información anteriormente referida indica que los tremátodos adultos de *Cymatocarpus* son parásitos de tortugas marinas y la presencia de metacercarias en *P. argus* revela que en esta localidad existen señales inequívocas de parasitismo. En este mismo contexto la constancia y la posible amplia distribución del parasitismo, ya sea en cuanto a su permanencia o su redistribución a otras áreas es facilitada por el hecho que la zona presenta un periódico arribo de tortugas, y esta área forma parte de una reserva protegida por las leyes federales.

En este trabajo se encontró un total de 352 quistes dentro de la musculatura de 6 abdómenes de *Panulirus argus*, lo que nos indica que este hospedero, es una de las vías adecuadas para posteriormente transmitirse al hospedero definitivo. Asimismo los altos valores de prevalencia (49.4%) permite descartar que *P. argus* sea un hospedero paraténico, es decir utilizado únicamente como medio de transporte.

El parasitismo causado por tremátodos en langostas observado en este trabajo, se comparó con los resultados obtenidos por Deblock (1991) en tremátodos microfálidos encontrados en gónadas de *Panulirus cygnus* en Australia. Este autor registra una prevalencia de parasitismo de 75%, y con preferencias diferenciales por sexo (76% en machos y 97% en hembras). En este estudio como ya se mencionó, la prevalencia fue menor (49.8%) aproximadamente 50%, no se encontraron preferencias por sexo (prueba de χ^2) y las metacercarias se localizaron en la musculatura.

7.4 Las posibles vías de infección de langostas

La parasitosis de la langosta *Panulirus argus* probablemente sea llevada a cabo a través de cinco vías. Una de ellas puede ser por penetración directa de las

fases larvianas tempranas parasitarias como las cercarias, que emergen del molusco (primer hospedero intermediario) tal y como sucede en la familia Schistosomidae (Yamaguti, 1971; Cheng, 1978).

En este caso la infección tendría lugar durante la fase de ecdisis (muda) estado en el cual la langosta es altamente susceptible, por carecer de una cubierta externa dura que impida la penetración. De ser este el caso, se esperaría una distribución más o menos uniforme a lo largo del cuerpo puesto que la totalidad del mismo se encontraría expuesto a la infección. Sin embargo, en los resultados obtenidos en este trabajo fue notorio que el mayor número de quistes se encontraron en la región en donde el cefalotórax y el abdomen se unen a través de una membrana, pero mucho menos abundantes conforme se analizaba la parte posterior del abdomen.

Así de igual forma, la segunda vía puede ser la alimentación de las langostas, la cual de acuerdo a Castañeda-Fernández (1998) tiene como grupos alimentarios principales a crustáceos (27.4 a 43.5%) y moluscos (11.9 a 24.2%), siendo este último grupo en el que posiblemente se encontrarían los esporocistos, redias, y cercarias, que eventualmente pasarían al siguiente hospedero intermediario de acuerdo con Cheng (1978).

La tercer vía, puede ser el ingreso de las cercarias a la musculatura que se efectuaría a través de la membrana anteriormente mencionada, ya que es una zona carente de coraza externa.

La cuarta vía, puede ser por penetración directa de miracidios durante la muda o por esta membrana, considerando que este crustáceo sea el único hospedero intermediario como lo sugieren Cheng y Provenza, 1960.

De la misma manera, la quinta vía puede ser por la ingesta de huevos o miracidios y el desarrollo de las fases larvianas dentro de la langosta.

La susceptibilidad de las langostas al ser parasitadas por larvas de tremátodos digeneos, revelan su importancia en el mantenimiento de los ciclos biológicos de estos tremátodos, ratificando el significativo papel que ejercen posiblemente las langostas como únicos o como segundos hospederos en este ambiente marino.

Finalmente, es indudable que los parásitos aquí estudiados tienen una gran importancia desde el punto de vista médico, veterinario y biológico. Es decir, se desconoce todavía gran parte de la biología y ciclo de vida del parásito y, del mismo modo, si es parásita de poblaciones humanas. Por otro lado, es importante destacar que en México las langostas representan uno de los recursos pesqueros de gran importancia y el parasitismo en las langostas espinosas podría afectar fuertemente su pesquería y su mercado debido al intenso parasitismo observado (casi 50%). En este mismo contexto no se sabe en qué medida el parásito ocasione daños fisiológicos al hospedero, no obstante, es obvio que un producto que tenga gránulos observables en la musculatura, es un producto no deseable para el consumidor ocasionando grandes pérdidas económicas.

7.5 Cultivo *In vitro* de parásitos y técnicas de ovocultivo.

Fried (1989), propuso que mediante la utilización de huevos embrionados se puede lograr el cultivo de una gran variedad de parásitos. En este trabajo se registra por primera vez el uso de huevos de gallina no embrionados, como un medio de cultivo para parásitos tremátodos. Como se indicó en los resultados, el tiempo para obtener el estadio adulto de estos parásitos fue de 24 días (a temperatura de 38 °C) en comparación de los 7-10 días requeridos en la técnica de Fried (1989); Saville e Irwin (1991) a 38°C. De la misma manera de tres a cinco días de incubación (Irwin y Saville 1988a) a 41°C y al cuarto día (Fried y Huffman, 1982) donde utilizaron una temperatura promedio de 38°C (por la técnica sugerida por Fried 1989).

La razón aparentemente de esta diferencia de tiempo para la obtención de los resultados fue que en el caso de los huevos embrionados, los parásitos disponen de una fuente de alimento más accesible (y posiblemente más fácilmente digerible) procedente del tejido sanguíneo del embrión (Fried y Huffman, 1982), lo cual no es posible en los huevos no embrionados. En este último caso, aún cuando no debidamente documentado, es posible que los parásitos se alimenten del vitelo, ya que esta fue una zona donde se encontraron preferencialmente los parásitos.

En este trabajo se observó un índice de mortalidad variable de los parásitos incubados, que dependió del número de metacercarias inoculadas en cada huevo. En el caso en que la recuperación fue baja, posiblemente haya sido debido a la descomposición causada por bacterias y en los casos donde hubo en descomposición masiva el material se perdió por completo. Irwin y Saville (1988b) indican que inocularon 30 metacercarias por huevo, pero no mencionan el índice de pérdida o de recuperación de los parásitos.

Por lo que se sugiere, que la inoculación se lleve a cabo mediante el uso de equipo y técnicas estériles, para evitar la pérdida de material por efecto de las bacterias.

Finalmente, a través de este estudio, se puede señalar la obtención de parásitos adultos en condiciones de cultivo. Esta técnica es una herramienta valiosa debido a la importancia que representa la sustitución de los hospederos en condiciones experimentales. En este caso en particular en el que las tortugas marinas están catalogadas, a nivel mundial, como especies en veda total y en peligro de extinción (Groombridge, 1982; Ley de Protección a la Fauna Silvestre, N° 1485 y 1486, 1996 *In*: CITES 1985) su sustitución mediante técnicas experimentales muestra indiscutiblemente su utilidad.

8. CONCLUSIONES

- Se registró por primera vez a la langosta *Panulirus argus* y se propone como un segundo hospedero intermediario del tremátodo *Cymatocarpus solearis*.
- Se registró a Punta Allen, Q. Roo como una nueva localidad en la zona del Caribe para el tremátodo *Cymatocarpus solearis*.
- Se determinó el estadio de desarrollo de las langostas parasitadas como adultos, con una prevalencia de 49.42 %, abundancia 58.66 y 8.1 de intensidad promedio.
- No se observó parasitismo diferencial por sexo.
- Se registró el uso de huevos de gallina no embrionados como un medio de cultivo adecuado para obtener la fase adulta de tremátodos.
- Se da a conocer la obtención, por la técnica de ovocultivo, del adulto de *Cymatocarpus solearis* (Brachycoeliidae), a las 576 hrs. de incubación a 38°C.
- Se da a conocer que esta técnica es una herramienta valiosa debido a que es de fácil acceso, de bajo costo y permite la sustitución de los hospederos originales en condiciones naturales por otros en condiciones experimentales.
- Se añade y modifica a la diagnosis del género *Cymatocarpus* descrito por Looss (1899) definiendo entre otras cosas, la presencia de una prefaringe y una vesícula excretora en forma de "I".

ANEXO

1. Ciclo de vida

Los tremátodos tienen un ciclo de vida indirecto y complejo en el que pasan por varios estadios. En todos los casos los trematodos utilizan diversas especies de moluscos acuáticos como primeros hospederos intermediarios donde presentan diferentes formas larvarias iniciando con el desarrollo del miracidio que nace del huevo hasta la fase de cercaria y ambas de vida libre que se originan asexualmente de la generación anterior (esporocisto) (Yamaguti, 1971; Schell, 1985). En los hospederos carnívoros, insectívoros, las cercarias penetran en los tejidos de peces, ranas, insectos, crustáceos (segundo hospedero intermediario), donde se enquistan dando lugar a la metacercaria y esperan a ser ingeridos cuando estos hospederos son devorados por sus depredadores, y pasar por este medio al siguiente hospedero (Chandler, 1976). El tercer hospedero por lo regular es un vertebrado y representa al hospedero definitivo donde la metacercaria se libera de su quiste y alcanza la madurez sexual (Schell, 1985).

1.1. Los estadios en el ciclo de vida (Glosario)

HUEVO

Es el producto resultante de la fusión de gametas, se encuentra rodeado de una cubierta, operculado o no, con vitelo suficiente que proporciona las sustancias de reserva para completar su desarrollo a miracidio. Se aloja en el útero cuya forma es sinuosa o de espiral, pueden ser decenas de millares, abandonando el cuerpo del hospedero con las heces o con la orina (Schell, 1985).

MIRACIDIO

Del huevo emerge una larva ovoide ciliada exceptuando los Hemiuroidea, Azygioidea y Didymozooidea, que presenta una larva no ciliada. Los miracidios no se alimentan, nadan en forma de rotación espiralada, buscando de este modo el hospedero molusco, llegan a morir al cabo de 24 hrs. si no han encontrado su

hospedero. Presentan papilas sensoriales, un estilete y glándulas de penetración en la zona apical, con sustancias proteolíticas que permiten el ingreso por la piel del molusco, el miracidio emigra al hepatopáncreas (glándulas digestivas, gónadas o agallas de peces) donde aumenta de tamaño (Schell, 1985).

ESPOROCISTOS

Los miracidios se despojan de su revestimiento de células ciliadas, aumenta de tamaño, se transforma en una forma cóncava y alargada con células germinales que por división mitótica aumenta de número y se diferencian en masas germinales dando una segunda generación, las hijas del esporocisto o redias dependiendo de la especie (Schell, 1985).

REDIAS

Crecen dentro del esporocisto y pueden ser diferenciados de éstos por la presencia de una ventosa oral (parte anterior del cuerpo), dentro de cada redia crecen numerosas cercarias las cuales salen del primer hospedero. Son de vida libre y pueden enquistarse o ingresar al siguiente hospedero (Schell, 1985).

CERCARIA

Larva de forma variada, con la presencia por lo regular, de una prolongación del cuerpo o cola, la cual es utilizada para la locomoción, puede ser pequeña (*Microcercous*) o ausente (*Acercous* o *Cercariaeum*). Un estilete en forma de arpón o lanza utilizado para penetrar, así como las glándulas penetradoras (histolíticas) que emplean para la salida del caracol y el ingreso en el segundo hospedero intermediario, o como los esquistosomas al hospedero definitivo; o las glándulas cistógenas de la *Fasciola* cuyo producto sirve para formar paredes quísticas. Esta secuencia de reproducción asexual es tan rápida, que tal vez se formen 250 000 cercarias de cada miracidio o hasta un millón de cercarias a partir de un huevo (Yamaguti, 1975; Schell, 1985). Las cercarias en migración lesionan el epitelio, tejidos y conductos biliares, pueden obstruir gravemente las paredes de dichos conductos provocando cirrosis,

hepatomegalias, edemas y perturbaciones abdominales en sus hospederos.

METACERCARIA

La metacercaria se desarrolla después de que la cercaria ingrese al cuerpo del que será su segundo hospedero o un hospedero paraténico (utilizado solamente como un medio de transporte) donde generalmente se rodean de una membrana quística, sin embargo, como en el caso de la *Fasciola* las metacercarias pueden adherirse en cúmulos en la vegetación, esperan ser ingeridas por algún animal, en el cual la metacercaria se pueda desarrollar en su fase adulta (Yamaguti, 1975; Schell, 1985). Las metacercarias en la piel, retina, pulmones de humanos, probablemente son adquiridos por la ingesta de carne mal cocida y la ingesta accidental de estas larvas por una contaminación de las manos, cuando se limpian los animales. Las secreciones biliares ayudan a el desenquistamiento de las larvas, que posteriormente se dirigen a los conductos biliares donde se transformara en un adulto.

ADULTO

Organismo que comienza con la reproducción sexual y forma huevos.

Literatura Citada

- Baisre, J. A. 1964. Sobre los estadios larvales de la langosta común *Panulirus argus*. Contr. Inst. Nac. Pesca Cuba No. 19, 37 p.
- Bick, A. 1994. *Corophium volutator* (Corophiidae: Amphipoda) as an intermediate host of larval digenea an ecological analysis in a coastal region of the southern. OPHELIA. **40** 1:27-36
- Blair, D. and C.J. Limpus. 1982. Some digeneans (Platyhelminthes) parasitic the loggerhead turtle, *Caretta caretta* (L.), in Australia. Melbourne. AUST. J. Zool. **30** (4): 653-680
- Braun, M. 1899. Trematoden der Bahl'schen sammlung aus Neu- Guinea nebst Bemerkungen über endoparasitische Trematoden der Cheloniden. Zentrabl. Bakteriol. **25** (Abt):714-725
- Braun, M. 1901. Trematoden der Chelonier. Mitt.Zool.Mus. Berlin. (2): 720
- Briones-Fourzán, P. 1995. Diferencias y similitudes entre *P. argus* y *P. guttatus* dos especies de langostas comunes en el Caribe mexicano. Rev. Cub. Inv. Pesq. **19** (2):14-20
- Briones-Fourzán, P. and Lozano-Alvarez. 2000. The spiny lobster fisheries in México Pp.144-157. In B.F. Philips and J. Kittaka, (Eds) Spiny lobster: Fisheries and Culture. Blackwell Science, Oxford.:144-157
- Brusca R, C. and G, J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sinauer Ass. Inc. Pub. Sunderland, MA. 922 pp
- Caballero-Caballero, E. 1959. Tremátodos de las tortugas de México. VII. Descripción de un tremátodo digéneo que parasita a tortugas marinas comestibles del Puerto de Acapulco, Gro. Anales del Instituto de Biología. México. XXX. (1,2):159-166
- Caballero-Rodríguez, G. 1960. Estudio de tremátodos digeneos de algunas tortugas comestibles de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 69pp
- Castañeda-Fernández, V. 1998. Alimentación natural de los juveniles de la Langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 67pp

- Cobb, J. S. and B. F. Phillips. (Eds). 1980. The Biology and Management of Lobsters. Vol. II. Ecology and Management. Academic press New York. 443p.
- Colinas, F. y P. Briones.1990. Alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 17:89-106
- Chandler, C.1976. Introducción a la Parasitología. Ed. Omega. Madrid, España. 355pp
- Chappell, L. H.1980. Physiology of Parasites. Blackie Glasgow and London. 220pp
- Cheng, T.C. and D. V. Provenza.1960. Studies on the trematode family Brachycoeliidae III. The subfamilies subordinate to the Brachycoeliidae and the status of the genus *Cymatocuapus* Looss, 1899. The American Midland Naturalist. 63(1):162-168
- Cheng, T.C. 1978. Parasitología General. Ed. AC Madrid, España. 965 pp
- CITES. 1985. Ley de Protección a la Fauna Silvestre, N° 1485 y 1486,1996. Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora. Appendices I, II. August 1 of 1985. Appendix III. August 18 1981. Washington DC
- Deblock, S., W. Evans.1991. Contribution á l'étude des Microphallidae Travassoss, 1920 (Trematoda) XLII. Description *Thulakriotrema genitale* n. gen., n. sp., métacercarie parasite de langoustes australiennes. Bull. Mus. Nat. Hist. Paris. 4^a ser. 12. sec. A. (3,4): 563-576
- Dollfus, R.P.1927.Parasitisme chez un pagure d'une larve de distome de tortue. C. r. Séanc. Soc. Biol. 91 :1362-1365
- Evans, L.H. and J.A. Brock.1994. Diseases of Spiny lobsters. Chapter 29. In: B.F. Phillips J. S. Cobb and J. Kittaka.(eds). 1994. Spiny Lobster Management. Blackwell Scientific Publications. 550 p.
- Fonseca-Larios, M. and P. Briones-Fourzan.1998. Fecundity of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Caribbean coast of Mexico. Bull. Mar. Sci. 63(1):21-32
- Fried, B.1962. Growth of *Philopthalmus* sp (Trematoda) on the chorio-allantois of the chick J. Parasitol. 48:545-550
- Fried, B. and M. Roth.1974. In vitro excystment of the metacercaria of *Parorchis acanthus*. J. Parasitol. 60:465

- Fried, B. and K. Grigo.1975. Infectivity and excystation of metacercaria of *Echinoparyphium flexum* (Trematoda) Proceedings of the Pennsylvania Intern. J. Parasitol. **4**:73-77
- Fried, B. and M. S. Butler.1978. Infectivity, excystation and development on the chick chorioallantois of the metacercaria of *Echinostoma revolutum* (Trematoda). J. Parasitol. **64**:175-177
- Fried, B. and G. M. Groman.1982. Cultivation of the cercaria of *Himasthla quissetensis* (Trematoda) on the chick chorioallantois. Int. J. Parasitol. **15**:219-223
- Fried, B. and J. E. Huffman.1982. Excystation and development in the chick and on the chick chorioallantois the metacercaria of *Sphaeridiotrema globulus* (Trematoda). Int. J. Parasitol. **12**:427-431
- Fried, B. and L. Pentz.1983. Cultivation of excysted metacercaria of *Echinostoma revolutum* (Trematoda) in chick embryos. Int. J. Parasitol. **13**:219-223
- Fried, B. and T. Fujino.1984. Sacnning Electron Microscopy of *Echinostoma revolutum* (Trematoda) during development in the chick embryo and the domestic chick. Int. J. Parasitol. **14**:75 -81
- Fried, B.1989. Cultivation of Trematodes in Chick embryos. Parasitol. Today **5**(1): 3-5
- García, E.1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. Offsett Larios., México. 246 pp
- Gracia, A. y C. B. Kensler.1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. **7**:111-28.
- Groombrige, G. 1982. The IUCN amphibian-reptilian red data book. Part 1:Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia.(Compilation) IUCN Gland. Suiza. 426pp
- Irwin, S. W. B. and D. H. Saville.1988a. Cultivation and development of *Microphallus pigmaeus* (trematods:Microphallidae) in fertile chick eggs Parasitol. Res. **74**:396-398
- Irwin, S. W .B. and D.H. Saville.1988b. An alternative method for the culture of *Diplostomum spathaceum* (Trematoda) in chick embryos. J. Parasitol. **74**:504-505
- INE.1993. Anales del Instituto Nacional de Ecología. Semarnap. México

- Lamothe-Argumedo, R. y García Prieto, L.1988. Helminthiasis del hombre en México. AGT. México. 139pp
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Helmintos parásitos de animales silvestres. pp. 387-394 In: González-Soriano, E. (eds.) Historia Natural de los Tuxtlas IBUNAM. México. 452 pp
- Lauckner, G.1987. Ecological effect of larval trematode infestation on littoral marine invertebrates populations. Int. J. Parasit. **17**: 391-398
- Lewis, J. B.1951. The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. **1**(1) 89-103
- Linton, E.1910. Helminth fauna of the dry turtles II. Trematodes. Papers Tortugas Lab.,4 (Publs.Carnegie). **133**:11-98
- Looss, A.1899. Weitere beiträge zur kenntnis der trematoden-fauna ägyptens, zugleich versuch einer natürlichen gliederung des genus *Distomum retzius*. Zoll.Jb.(Syst. Okol.Geogr. Tiere) **12**: 521-784
- Looss, A.1902. Über neuund bekannte trematoden aus Seeschildkröten. Nebst Erörterungen zur Systematil und Nomenclatur. Zool. Jb.(Syst. Okol. Geogr.Tiere). **16**: 411-894
- Lozano-Alvarez, E., Briones-Fourzán, P. y B.F. Phillips. 1991. Fishery characteristic, growth, and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascension, México. Fish. Bull. U.S. **89**:79-89.
- Lozano-Alvarez, E.1992. Pesquería, dinámica poblacional y manejo de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la Bahía de la Ascensión, Q. R. México. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. 142 p
- Luhman, M.1935. Two new trematodes from the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). The J. Parasitol. **21**: 274-276
- Lyons, W. G.1980. The postlarval stages of Scyllaridean lobsters. Fisheries. **5** (4): 47-9
- Margolis, L., G. Esch, J.C. Holmes, A.M. Kuris and G.A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committe of the american society of parasitologists. J. Parasitol. **68**:131-133
- Marx, J. M. and W. F. Herrnkind.1985. Macroalgae (Rodophyta: *Laurencia* spp) as habitat for young juvenile spiny lobster *Panulirus argus*. Bull. Mar. Sci. **36**: 423-31

- Meyers, T.R. 1990. Diseases caused by protistas and metazoans. *In: Diseases of Marine animals*. O. Kinne (ed). Biologische Anstalt Helgoland. Hamburg :368-389.
- Merino, I.M. y L. Otéro. 1991. Atlas ambiental costero de Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). 80 pp
- Negrete-Soto, F. 1995. Crecimiento de postlarvas y primeros estadios juveniles de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en cautiverio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 62 pp
- Oguro, Y. 1942. Short report of trematodes of chelonians. *Zool. Mag. (Tokyo)*. **54**:164
- Pratt, H.S. 1914. Trematodes of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) of the Gulf of Mexico. *Arch. Parasite*. **16** :411-427
- Rohde, K. 1993. Ecology of marine parasites an introduction to marine parasitology. CAB Inter. 298pp
- Saville, D. H. W.B. Irwin. 1991. In ovo cultivation of *Microphallus primas* (Trematoda: Microphallidae) metacercariae en *Microphallus primas*. *Parasitol.* **103**(3): 479
- Salgado-Maldonado. G. A. García, V.M. Vidal-Martínez. Metazoan parasites in the neotropics: a systematic and ecological perspective. (editores). IBUNAM. México. 310pp
- Schmidt, G. and L. Roberts. 1984. Foundations of parasitology. Times mirror and musby. Co. Sn Louis. USA. 655pp
- Schell. S.C. 1985. Trematodes of North America. North México. Univ. Press of Idaho. 263p
- Threlfall, W. 1979. Three species of digenea from the Atlantic leathrback turtle (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Zool.* **57**:1825-1829
- Yamaguti, S. 1971. Synopsis of Digenetic Trematodes of vertebrates. I, II. Keigaku Publish. Co. Tokio. 504pp
- Yamaguti, S. 1975. A ssinotical review of the life histories of digenetic trematodes vertebrates. Kigaku, Japón. 1024pp