

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## TESIS

Helmintos parásitos en peces de  
importancia alimenticia del río  
Jataté, Ocosingo, Chiapas,  
México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

**FIDEL HERNÁNDEZ BETANZOS**



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2019



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## TESIS

Helmintos parásitos en peces de  
importancia alimenticia del río  
Jataté, Ocosingo, Chiapas,  
México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

**FIDEL HERNÁNDEZ BETANZOS**

Director

Dr. GUSTAVO RIVERA VELÁZQUEZ

LABORATORIO DE ACUACULTURA Y EVALUACIÓN PESQUERA /  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. UNICACH.



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2019

# DEDICATORIA

A mis padres Ma. del Carmen Betanzos Flores y Joaquín Hernández Díaz.

A mis hermanos Joaquín y Erika Berenice

A mi sobrina Natalia

A Susana Aguilar Rodas

Gracias por todo el amor, los llevo siempre en mi corazón

Los amo

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Gustavo Rivera Velázquez por permitirme realizar esta investigación bajo su dirección. Por el apoyo brindado, orientación, supervisión y motivación, que me llevo a culminar con esta meta importante en mi vida.

A mis revisores Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro y Mtro. Mario Ovando Solís, por sus comentarios y sugerencias para el mejoramiento del presente trabajo.

Al Dr. Guillermo Salgado Maldonado, por el asesoramiento en la determinación taxonómica de los parásitos.

A Froilan Alin Martínez Santiz, don Artemio Hernández y a don Luis López, por el apoyo brindado para la obtención de muestras.

A los miembros del Laboratorio de Acuicultura y Evaluación Pesquera, por el apoyo técnico brindado.

Al Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Chiapas (CESACH), por el asesoramiento para el procesado de muestras.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por las facilidades otorgadas para realizar mis estudios.

A todos muchas gracias.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE CUADROS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Helmintos .....	3
2.2. Phylum Platyhelminthes.....	4
2.2.1. Clase Cestoda .....	4
2.2.2. Clase Trematoda.....	7
2.2.3. Clase Monogenea.....	12
2.3. Phylum Nematoda.....	13
2.4. Phylum Acanthocephala .....	18
2.5. Transfaunación .....	20
III. ANTECEDENTES .....	22
IV. OBJETIVOS.....	25
4.1. General.....	25
4.2. Específicos.....	25
III. ZONA DE ESTUDIO .....	26
VI. MÉTODO .....	29
6.1. Recolecta de hospederos y determinación de especies de importancia alimenticia .....	29
6.2. Recolecta de parásitos .....	29
6.3. Fijación y preservación .....	30
6.4. Determinación taxonómica.....	30
6.5. Parámetros de infecciones .....	30
6.6. Índices ecológicos .....	31
VII. RESULTADOS .....	33
7.1. Peces de importancia alimenticia .....	33

7.1.1. Características generales de los hospederos .....	33
7.2. Riqueza helmintológica .....	39
7.4. Índices ecológicos .....	53
VIII. DISCUSIÓN.....	55
IX. CONCLUSIONES.....	58
VIII. RECOMENDACIONES .....	59
VIII. REFERENCIAS DOCUMENTALES .....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Abundancia y especie de parásito encontrado por especie de hospedero analizado.....	40
Cuadro 2. Categoría y estructuras afectadas por los parásitos.....	40
Cuadro 3. Caracterización de las infecciones causadas por helmintos parásitos de peces en el Río Jataté.....	49
Cuadro 4. Caracterización de las infecciones causadas por helmintos en la especie <i>Rhamdia laticauda</i> .....	50
Cuadro 5. Parámetros epidemiológicos en la especie <i>Theraps irregularis</i> .....	51
Cuadro 6. Parámetros epidemiológicos en <i>Astyanax aeneus</i> .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un céstodo adulto.....	5
Figura 2. Esquema general de un tremátodo. ....	8
Figura 3. Esquema general de un monogéneo. ....	13
Figura 4. Esquema general de la clase nemátoda.....	14
Figura 5. Disposición de los músculos en nemátodos. ....	16
Figura 6. Diversos tipos de esófagos en nemátodos.....	17
Figura 7. Estructuras de un acantocéfalo.....	20
Figura 8. Mapa de ubicación del río Jataté en el estado de Chiapas. ....	27
Figura 9. Mapa de la ubicación geográfica de la zona de estudio entre los puntos.....	28
Figura 10. Abundancia de peces capturados. ....	33
Figura 11. <i>Theraps irregularis</i> . ....	34
Figura 12. <i>Rhamdia laticauda</i> .....	35
Figura 13. <i>Astyanax aeneus</i> .....	36
Figura 14. <i>Poecilia sphenops</i> . ....	38
Figura 15. Examen helmintológico en laboratorio.....	39

Figura 16. Porcentaje por grupo de helmintos.....	40
Figura 17. Metacercaria de <i>Clinostomum marginatum</i> . .....	42
Figura 18. Región posterior de <i>Rhabdochona kidderi</i> macho. ....	44
Figura 19. Región posterior de <i>Rhabdochona kidderi</i> hembra. ....	44
Figura 20. Espécimen de <i>Genarchella tropica</i> .....	46
Figura 21. Quiste de <i>Uvulifer</i> sp.....	48
Figura 22. Metacercaria de <i>Uvulifer</i> sp. ....	48
Figura 23. Relación entre abundancia de parásitos y biomasa en <i>Rhamdia laticauda</i> . ....	50
Figura 24. Relación entre abundancia de parásitos y talla en <i>Rhamdia laticauda</i> .....	51
Figura 25. Relación entre la abundancia de <i>Rhabdochona kidderi</i> y la biomasa en <i>Theraps irregularis</i> . ....	52
Figura 26. Relación entre la abundancia de <i>Rhabdochona kidderi</i> y el largo patrón en <i>Theraps irregularis</i> . ....	52
Figura 27. índice de similitud de Jaccard para la comparación entre las especies de hospederos.....	53
Figura 28. Curva de acumulación de especies de helmintos observado en hospederos del río Jataté .....	54

## RESUMEN

El presente estudio helmintológico de peces de importancia alimenticia en el río Jataté es el primero realizado en esta zona del municipio de Ocosingo, Chiapas, durante el segundo semestre del año 2017 y el primer semestre del año 2018. Los peces se obtuvieron directamente con los pescadores de autoconsumo y mediante el uso de artes de pesca de la región. Se recolectaron y analizaron un total de 73 individuos pertenecientes a las especies: *Rhamdia laticauda*, *Theraps irregularis*, *Astianax aeneus* y *Poecilia sphenops*. La revisión parasitológica mostró la presencia de cuatro tremátodos: *Clinostomum marginatum*, *Genarchella tropica*, *Uvulifer* sp. y de una especie no identificada; además, del nemátodo *Rhabdochona kidderi*. Se recuperaron 86 individuos parásitos: 42 *C. marginatum*, 39 *R. kidderi*, 3 *G. tropica* y 2 del tremátodo no identificado. En el caso de *Uvulifer* sp., el nivel de infestación de los hospederos era muy elevado, por lo que se contabilizó el número de parásitos por un gramo (g) de pez; se encontraron 24 parásitos/g en *T. irregularis* y 9 parásitos/g en *A. aeneus*. Todas las especies de peces presentaron al menos un tipo de parásito a excepción de *P. sphenops*. *R. laticauda* fue el hospedero con mayor riqueza de helmintos con tres especies: *C. marginatum*, *R. kidderi* y *G. tropica*. *T. irregularis* fue la especie con mayor abundancia de helmintos parásitos. *Uvulifer* sp., fue el helminto con mayor prevalencia y abundancia. *C. marginatum* es el primer registro en la región en *R. laticauda*. Se obtuvo el primer registro de *Uvulifer* sp. en *T. irregularis*.



# I. INTRODUCCIÓN

La pesca en México tiene un valor económico, social y alimentario con fuertes impactos regionales en la que su elevado potencial de producción ha contribuido en la solución de problemas alimentarios y en la generación de empleos.

La pesca y la acuicultura son una fuente no solo de salud, sino también de riqueza. En países en vías de desarrollo, la pesca artesanal de autoconsumo representa una importante fuente de alimento de origen animal, proporcionando proteínas de alta calidad en la dieta (Grupo de Alto Nivel de Expertos [HLPE], 2014). Uno de los productos más comercializados a nivel mundial son los peces, los cuales son susceptibles a sufrir enfermedades pasando generalmente casi inadvertidas aquellas que afectan a especies nativas.

Se le considera parasitismo a la asociación entre dos organismos de distinta especie, en donde la relación del parásito conforme al huésped es metabólica, representando un intercambio de nutrientes (Cordero del Campillo *et al.*, 1999). El parasitismo no es un fenómeno restringido a un grupo de seres vivos, los parásitos se pueden encontrar en todos los ambientes. El parasitismo en sí es una fuerza biótica capaz de determinar la biodiversidad de las comunidades, algunas especies de parásitos pueden afectar la abundancia relativa de diferentes especies de animales de forma equivalente a la depredación o a la limitación de recursos (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014). La mayoría de los conocimientos ictioparasitólogos se han logrado gracias a la experiencia que se ha tenido en especies de importancia económica (Jiménez, 1992).

Podemos clasificar a los parásitos en dos grandes grupos: microparásitos y macroparásitos. Los microparásitos son por lo general microscópicos (bacterias, protozoos, virus) y llevan a cabo sus ciclos de vida dentro del hospedero. En cambio, los macroparásitos son de mayor tamaño (helminths, artrópodos, anélidos) y no se pueden reproducir dentro del hospedero y su población aumenta por la inmigración.

El grupo de los helmintos es un grupo que no tiene valor clasificatorio, sin embargo, se utiliza para agrupar a los phylum Platyhelminthes (Trematoda,

Cestoda, Monogenea), Nematoda y Acanthocephala; se caracterizan por ser metazoarios, macroparásitos y por su aspecto vermiforme (Salgado-Maldonado, 2009a; Pérez-Ponce de León y García Prieto, 2001).

Hay grupos de helmintos que tienen ciclos de vida directos, es decir, que sólo presentan un hospedero. Pero en general, los helmintos tienen ciclos de vida complejos, con dos o más hospederos (Salgado-Maldonado, 2009a).

El estado de Chiapas presenta una gran riqueza ictiofaunística, la cual ha dado lugar a programas de aprovechamiento de este recurso, sirviendo de sustento tanto económico como alimenticio a muchas familias del estado. En el municipio de Ocosingo, el Río Jataté es un importante afluente que atraviesa tanto la cabecera municipal como sus poblados aledaños, el cual a pesar de ser uno de los ríos más importantes del municipio, este no ha sido aprovechado intensivamente en los recursos ícticos, desconociendo la biodiversidad que presenta.

Los estudios parasitológicos en peces de vida silvestre son de suma importancia por la información que aportan, ya que nos permiten establecer características en la relación parásito-hospedero y también para la elaboración de medidas de prevención y control de infecciones parasitarias en el cultivo de peces. Debido al desconocimiento de la diversidad de helmintos parásitos de peces tanto de la zona como la del estado de Chiapas, el presente trabajo está planeado a generar el conocimiento de la diversidad helmíntica parasitaria que afectan a los peces de importancia alimenticia del Río Jataté.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Helmintos

La palabra Helminto deriva del griego “helminth” que significa gusano. Los helmintos son un grupo artificial, en el que se incluyen los miembros de tres phyla que no están relacionados filogenéticamente: Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala, se caracterizan por ser metazoarios, macroparásitos y por su aspecto vermiforme. Aunque ser parásitos es una característica de algunos miembros de los grupos mencionados, el parasitismo es un estilo de vida que apareció varias veces en la evolución de los organismos (Pérez-Ponce de León y García Prieto, 2001; Monks y Pulido-Flores, 2007).

El phylum Platyhelminthes (del griego “platy”, aplanado, y “helminth”, gusano), incluye más de 20 mil especies, algunos de vida libre y otros parásitos. Son gusanos aplanados dorsoventralmente, no segmentados (la subclase Eucestoda presenta un estróbilo constituido por numerosos proglótidos semejantes, pero no son segmentos), triploblásticos, acelomados con simetría bilateral. Los gusanos incluidos en el phylum Nematoda son conocidos comúnmente como gusanos redondos y alargados, no segmentados y con simetría bilateral, este grupo es uno de los que tiene mayor número de especies, muchas parasitas, aunque también incluye un gran número de especies de vida libre; los Acantocéfalos, todos sus representantes adultos son parásitos obligados del intestino de vertebrados (Monks y Pulido Flores, 2007).

Hay grupos de helmintos que tienen ciclos de vida directos, es decir sólo presentan un solo hospedero. Caso típico de los monogéneos, que se transmiten de pez a pez directamente. Los ciclos de vida de los monogéneos son cortos, más con la temperatura del agua que impera en los ambientes tropicales, sus poblaciones pueden crecer rápidamente. Pero en general, los helmintos tienen ciclos de vida complejos, con dos o más hospederos. El hospedero en el que alcanzan la madurez sexual se reconoce como el definitivo (Salgado-Maldonado, 2009a).

Los Helmintos son un componente importante de la biodiversidad, que frecuentemente son excluidos de los listados faunísticos, porque, desde el punto de vista antropocéntrico, son considerados organismos degenerados, parásitos y de poco valor biológico (Monks y Pulido-Flores, 2007). Los helmintos constituyen el principal grupo de parásitos causante de importantes parasitosis en peces, tanto en el medio natural como en condiciones de cultivo. Hoy en día se conocen millares de especies pertenecientes a los grupos Nematoda, Acantocéfala, Monogénea, Digenea, Cestoda y más raramente, Aspidogastrea que parasitan diferentes órganos y tejidos de los peces, produciendo en muchos casos importantes patologías (Sanmartin *et al.*, 1994). El estilo de vida parasitario de los helmintos ha causado un gran impacto en el área de las ciencias médicas y veterinarias. La magnitud de las parasitosis es determinada por la riqueza y abundancia de los helmintos, en compañía de una serie de condiciones ambientales y la aparición subsecuente de infecciones secundarias por organismos oportunistas.

## **2.2. Phylum Platyhelminthes**

### **2.2.1. Clase Cestoda**

Los cestodos son platelmintos polizoicos carentes de tubo digestivo, cuyo cuerpo está formado por un órgano de fijación bien diferenciado, denominado escólex, y un estróbilo constituido por una sucesión o cadenas de segmentos, denominados proglótides o anillos, cada uno de los cuales contiene usualmente órganos genitales masculinos y femeninos, que una vez maduros contiene un útero, ciego o comunicante con el exterior, en el que se almacenan huevos. Cuando el útero es ciego (sin conexión al exterior), estos contienen un embrión llamado embrión hexacanto (6 ganchos) u oncosfera, estos son liberados cuando el proglótide se desgarran. Cuando el útero presenta un poro de puesta o tocostoma, los huevos son depositados al medio exterior para la formación del embrión hexacanto (Gállego, 2006).

En el escólex podemos encontrar órganos de fijación: ventosas, botrios y rostelo que está provisto de coronas de ganchos rígidos. Las ventosas son propias del orden Cyclophyllidae, consta de anillos, que presentan músculos radiales y

circulares cuya contractibilidad y relajación provocan vacío que coadyuva a la fijación parietal. Junto con las ventosas se puede encontrar el rostelo y los ganchos rostelares, estos órganos le ayudan al cestodo en la fijación. Los botrios son comunes en el orden de los Pseudophyllidea, tienen aspecto a una hendidura en el escólex, a comparación de las ventosas, estas carecen de musculatura propia, y actúan a modo de pinzas de fijación en la mucosa intestinal del hospedero (Gállego, 2006) (Figura 1).

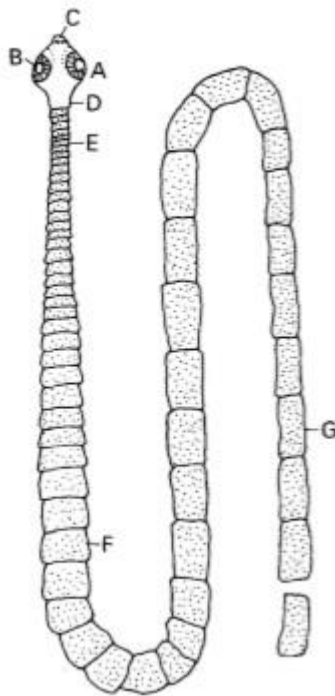


Figura 1. Esquema de un cestodo adulto. A: escólex; B: ventosa; C: Rostelo; D: cuello; E: proglótis inmaduros; F: proglótis maduros y G: proglótis grávidos (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Posterior al escólex se encuentra el cuello que es una zona de proliferación no segmentada, se continua con el cuerpo o estróbilo. Los proglótidos pueden ser en número de 3 a 3 000, son progresivamente más maduros del extremo anterior al posterior del gusano adulto. Se pueden distinguir tres estadios de desarrollo en todo el estróbilo. Anteriormente están los segmentos inmaduros, en la parte media están los segmentos maduros, donde se encuentran bien diferenciados los órganos sexuales masculinos y femeninos y por último se observan los segmentos grávidos,

los cuales son prácticamente un saco lleno de huevos, fácilmente desprendibles del resto del estróbilo (Cruz-Reyes, 2003).

El tegumento de los cestodos juega un importante papel en el transporte activo en moléculas alimenticias de carbohidratos y aminoácidos. Tiene también un papel importante para evitar la respuesta inmunitaria del hospedador. La membrana plasmática del tegumento sincitial forma salientes llamados monotricos, que son un tipo especial de microvellosidades (Ruppert y Barnes, 1996).

Las formas larvarias permiten observar diferencias entre los ciclofilídidos y los pseudofilídidos. En los primeros las larvas pueden ser vesiculosas o pseudovesiculosas. Dentro de las vesiculosas los escólex se hallan invaginados e introvertidos, se desarrollan en hospederos vertebrados, pueden distinguirse tres tipos de larvas:

- Larva cisticerco: solo contiene un escólex.
- Larva cenuro: varios escólex en la pared interna de la vesícula.
- Larva hidátide: los escólex se forman en vesículas llamadas prolíferas.

Las larvas pseudovesiculosas, desarrolladas en artrópodos como hospedadores intermediarios:

- Larva cisticercoide: provista de un apéndice caudal que conserva los 6 ganchos de la oncosfera.

En los pseudofilídidos se pueden encontrar las larvas libres en medios acuáticos o en hospederos intermediarios. Estas larvas son:

- Larva coracidio: correspondiente a la oncosfera rodeada por el embrióforo ciliado y que se halla libre en el medio acuático.
- Larva procercoide: se desarrolla en el primer hospedador intermediario (copépodo), carece de escólex, conserva el cercómero (disco de ganchos de la oncosfera) en su extremo caudal.
- Larva plerocercoide: sin segmentar, con el escólex y los botrios desarrollados, se forma en el segundo hospedero intermediario (peces, anfibios y reptiles).

Las formas adultas son parásitos intestinales de vertebrados y su ciclo biológico requiere de hospedadores intermediarios, como artrópodos y moluscos. Las formas larvianas o metacestodos son endoparásitos de tejidos de otro huésped (Storer *et al.*, 2010). El hábitat de las larvas en sus hospedadores intermediarios es variable, según sea la larva considerada. Las larvas cisticercoide y procercoide se encuentran en la cavidad homocélica de artrópodos. Las plerocercoides en la musculatura de los vertebrados segundos hospederos intermediarios. Las larvas vesiculosas se pueden encontrar en diversos sistemas orgánicos de los vertebrados en que se desarrollan.

La clase Céstoda, se dividen en dos subclases: Subclase Cestodarios y subclase Eucestodos.

- Subclase Cestodarios

Está constituida por unas pocas especies de gusanos pequeños, carentes de escólex, provistos de una ventosa para adherirse, el cuerpo no presenta división y con un solo grupo de aparatos reproductores. Sus pocas especies son parásitas de los peces óseos primitivos y de los peces cartilagosos, el primer estado larvario la larva licófora presenta 10 garfios (Storer *et al.*, 2010).

- Subclase Eucestodos

Engloba a los gusanos que reciben el nombre de Tenias. Son parásitos muy especializados; los adultos son endoparásitos del aparato digestivo de los vertebrados. El escólex suele ser globuloso y se encuentra provisto de cuatro ventosas o modificaciones de las mismas. El primer estadio larvario, la oncosfera o larva hexacanto, presenta 6 ganchos. La mayoría necesita uno o varios hospederos intermediarios (Brusca y Brusca, 2005).

### **2.2.2. Clase Trematoda**

Constituye uno de los grupos más importantes de metazoos parásitos, ya que incluye muchas especies de ecto y endoparásitos, de los que la mayoría afectan a vertebrados (en general a peces). Presentan un cuerpo oval aplanado

dorsoventralmente, su longitud varía desde menos de 1 mm a 1 m, pero la mayoría no suele pasar de algunos centímetros. Poseen órganos adhesivos (ventosas) oral y ventral, como características de esta clase, y la boca está localizada en el extremo anterior (Padilla y Cuesta, 2003) (Figura 2).

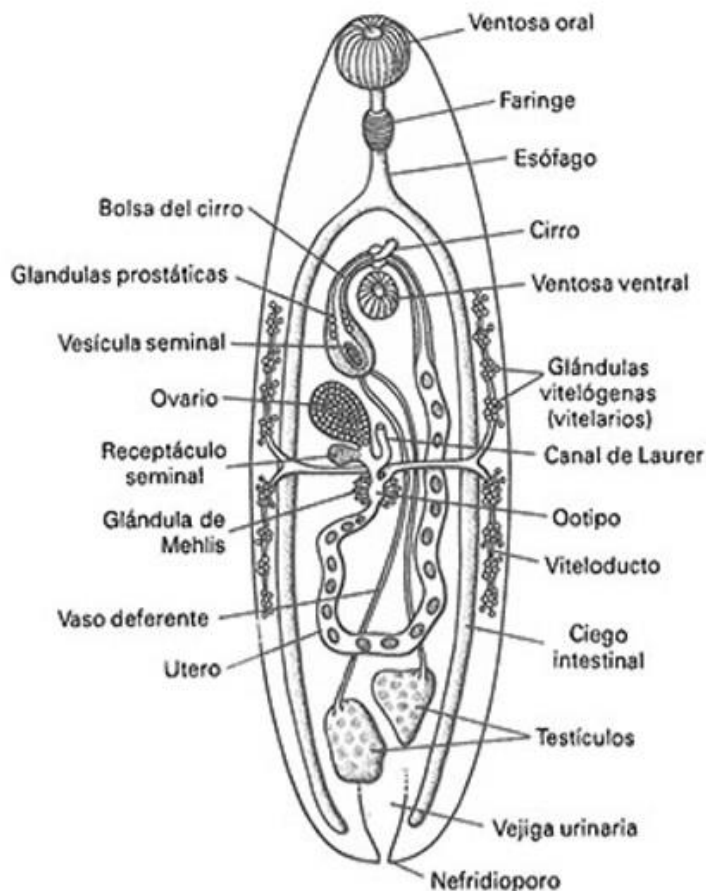


Figura 2. Esquema general de un tremátodo (Rupert y Barnes, 1996).

Al igual que los turbelarios, los trematodos son hermafroditas y generalmente tiene fecundación cruzada, aunque también hay algunos casos raros donde se produce autofecundación.

La clase Trematoda incluye dos subclases de formas parásitas estrechamente relacionadas, los Digenea, un gran taxón importante económica y medicamente, y los Aspidogastrea un pequeño taxón sin importancia médica ni económica.



- Subclase Digenea

Los digeneos, que se llaman normalmente duelas, son endoparásitos comunes de vertebrados; peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Algunos causan enfermedades en el ganado y en humanos. El desarrollo es indirecto y los ciclos biológicos incluyen por lo menos dos estados infectivos, por lo que se le denomina Digeneos, que significa “dos generaciones”. El ciclo biológico es necesario que existan al menos dos hospedadores infectados. El primer hospedador intermediario es típicamente un caracol gasterópodo; si hay un segundo hospedador intermediario, se trata normalmente de un artrópodo y el hospedador definitivo es un vertebrado. Una vez que se ha producido la invasión del primer hospedador, los digeneos desarrollan dos estados de reproducción asexual, que aumenta su número y también aumentan las posibilidades de completar su ciclo biológico. De esta forma un huevo puede dar lugar a docenas de adultos que se reproducirán sexualmente en el hospedador definitivo (Ruppert y Barnes, 1996; Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Los digeneos adultos, son monoicos, excepto los Schistosomatidae que son dioicos y presentan dimorfismo sexual. Los ciclos biológicos de los digeneos son variados, dependiendo de las especies. Generalmente los huevos son producidos por un digeneo adulto, son expulsados del hospedador por medio de las heces, el huevo en el medio acuático libera un miracidio ciliado que penetra la piel del gasterópodo, una vez dentro del hemocele del caracol, el miracidio sufre una metamorfosis para formar el esporocisto, que contiene células germinales, las cuales forman más esporocistos o una redia que contiene numerosas células germinales en su interior cada célula germinal da lugar a una cercaria que posee tubo digestivo, ventosas y cola, la cual abandona el caracol. Cuando encuentra un segundo hospedador intermediario que puede ser un artrópodo o un vertebrado (generalmente un pez), la cercaria penetra en él y se enquista, esta fase de quiste se le conoce como metacercaria. Si el segundo hospedador intermediario es ingerido, la metacercaria se desenquista y se transforma en el trematodo adulto. En algunos digeneos, la cercaria se enquista sobre la vegetación acuática y es luego

ingerida por el hospedador definitivo (Ruppert y Barnes 1996; Padilla y Cuesta, 2003).

En el sistema reproductor de los digeneos, generalmente hay dos testículos, cuya posición tiene importancia taxonómica, los espermiductos; uno por cada testículo, se reúnen anteriormente y pueden expandirse para formar una vesícula seminal externa antes de penetrar la bolsa del cirro. Esta bolsa contiene una glándula seminal interna, glándulas prostáticas y un órgano copulador evaginable, el cirro, la parte femenina del órgano reproductor consta de un ovario simple y un oviducto que desemboca en el ootipo, este está rodeado de glándulas de Mehlis, que originaran la cáscara del huevo, el ootipo sale el útero que corre hacia el atrio genital y termina en el gonoporo, en la mayoría de los digeneos hay un canal que se origina en el oviducto que sirve como órgano copulador, el canal de Laurer (Ruppert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005).

Los estadios adultos de los digeneos generalmente son aplanados dorsoventralmente, aunque en algunas especies pueden tener una forma cilindroidea alargado, oval, alargado en el extremo anterior y ovoide o hemisférico en su extremo posterior. El tamaño varía mucho de unas especies a otras. Los adultos sexualmente maduros pueden encuadrarse en 7 tipos morfológicos, Cordero del Campillo *et al.* (1999) lo definen así:

- Distoma: el acetábulo se sitúa en el centro de la parte ventral y la ventosa oral en cuyo centro se encuentra la boca.
- Anfistoma: el acetábulo se localiza en el extremo posterior del cuerpo y se denomina ventosa posterior. Los ovarios se localizan detrás de los testículos.
- Monostoma: se caracteriza por tener sólo una ventosa, localizada en la parte anterior del cuerpo, que contiene la boca.
- Gasterostoma: tiene dos ventosas, la boca se localiza en la ventosa ventral.
- Holostoma: el cuerpo está formado por una parte anterior blanda ventralmente cóncava, en la que se aloja la ventosa anterior y el

acetábulo. La ventosa anterior está rodeada por ventosas auxiliares. Poseen una glándula adhesiva el órgano tribocítico que se encuentra detrás del acetábulo.

- Equinostoma: parecido al dístoma, la ventosa oral presenta un collar de grandes espinas. Característico de la familia Echinostomatidae.
- Esquistoma: sexos separados y dimorfismo sexual. El macho presenta un surco ventral longitudinal llamado canal ginecóforo, en el cual se aloja la hembra (más larga y delgada) durante copula. Las ventosas están poco desarrolladas o pueden ausentarse, se sitúan en la parte anterior del cuerpo. El tegumento está cubierto de pequeñas espinas acuminadas.

Los digeneos, a diferencia de los Aspidogastrea, poseen dos prominentes ventosas en la superficie de su cuerpo: la localizada en la parte anterior del cuerpo, recibe el nombre de ventosa oral, y la ventosa situada ventral que recibe el nombre de acetábulo (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

- Subclase Aspidogastrea

La subclase aspidogastrea, es un pequeño grupo de trematodos, comprendido de nueve géneros y cerca de 30 especies descritas, que parasitan a moluscos como a vertebrados poiquilothermos. Son principalmente endoparásitos, pero algunas especies pueden ser ectoparásitos en moluscos. Su rasgo anatómico más llamativo es un único disco adhesivo grande, o haptor, que ocupa la mayor parte de la superficie ventral y se subdivide por septos en numerosos lóculos superficiales o alvéolos; Cada alvéolo es en sí mismo un eficiente succionador. Ganchos u otras estructuras esclerosadas nunca se han observado. Internamente, un peculiar septo longitudinal de tejido conectivo fibroso divide el cuerpo en compartimentos dorsal y ventral. Su función no está clara, pero puede estar relacionada con la presión creada por la contracción del enorme succionador ventral (Dawes, 1968). El aparato reproductor es esencialmente como el de los digeneos, pero típicamente hay un solo testículo.

El grupo, aparentemente se encuentra relacionado con los digeneos, parece estar mal adaptado al modo de vida parasitario y puede sobrevivir durante largos periodos en medios relativamente simples tales como solución salina.

### **2.2.3. Clase Monogenea**

Los Monogenea, son generalmente ectoparásitos de la piel, aletas y agallas de peces, reptiles, anfibios, crustáceos, cetáceos y cefalópodos, con algunas especies endoparásitos en la nariz, faringe, cloaca, vejiga urinaria, uréteres y otros espacios del cuerpo que se comunican directamente con el exterior. Se adhieren en la superficie del hospedador por medio de un órgano especial llamado opisthaptor provisto de ganchos y garfios (Monopisthocotylea), pinzas o ventosas (Polyopisthocotylea) (Cordero del Campillo *et al.*, 1999). El ciclo biológico de los monogéneos es diferente al de los digeneos, no presentan hospedadores intermediarios y un huevo que produce una larva ciliada, el oncomiracidio, da a lugar a un único adulto, de aquí el nombre de monogénea que significa “una generación”, los monogéneos en su mayoría se trata de organismos ovovivíparos a excepción de la familia Gyrodactylidae, que son vivíparos (Ruppert y Barnes, 1996; Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Se trata de organismos vermes, de pequeño tamaño 0.1 – 12 mm, raramente exceden los 3 cm, no presentan segmentación, son aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral y no presentan celoma. El cuerpo está formado por cabeza, tronco y opisthaptor (Figura 3).

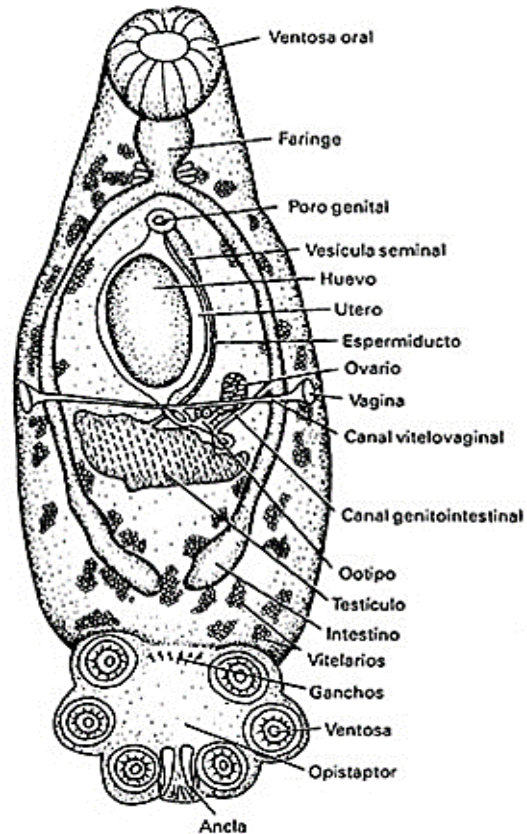


Figura 3. Esquema general de un monogéneo (Rupert y Barnes, 1996).

### 2.3. Phylum Nematoda

El phylum Nematoda incluye el segundo grupo más numeroso de organismos metazoarios y también incluye el grupo más numeroso de parásitos de los animales domésticos y del hombre. Su cuerpo es cilindroide, alargado, no segmentado con un tracto intestinal y una cavidad general. Son de forma redonda (de ahí el nombre de gusanos redondos) en sección transversa y están cubiertos por una cutícula más o menos resistente a la digestión intestinal (Quiroz, 1990; Storer *et al.*, 2010) (Figura 4).

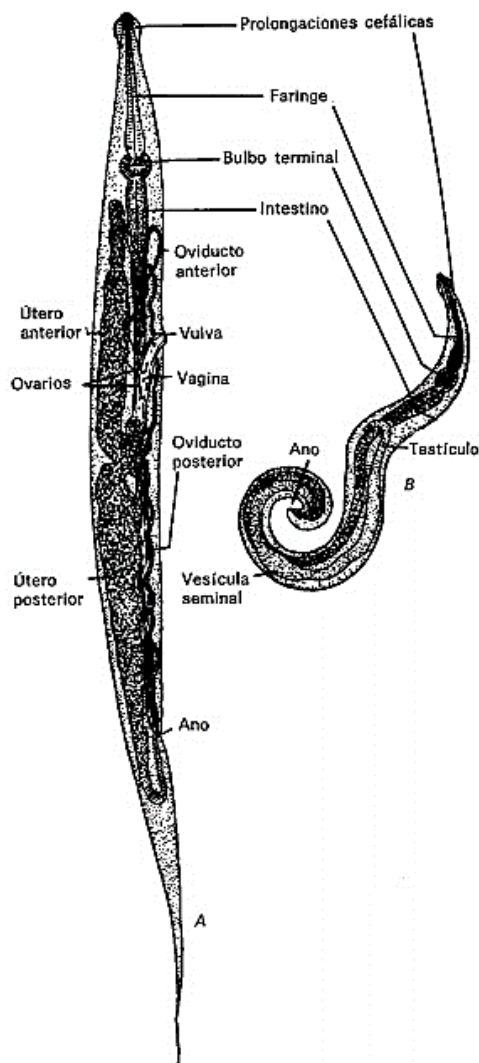


Figura 4. Esquema general de la clase nemátoda, A: hembra; B: macho (Storer *et al.*, 2010).

Los nematodos son gusanos que se encuentran extensamente distribuidos en una variedad de hábitats. Algunos tienen vida libre; otros son parásitos de plantas y animales vertebrados o invertebrados. Los nematodos parásitos de los animales domésticos tienen gran importancia económica, debido a la frecuencia y elevada morbilidad con que se presentan en las diferentes especies. Generalmente tienen carácter crónico y la mayoría interfiere con un buen crecimiento. Se localizan en la mayoría de los órganos; sin embargo, es el tracto digestivo en donde se encuentran la mayoría de las especies (Quiroz, 1990).

Algunos poseen un ciclo biológico directo o monoxénico ocupando solo a un hospedero donde alcanza su desarrollo y diferenciación sexual, otros poseen un ciclo biológico heteroxénico utilizando invertebrados, especialmente copépodos o cangrejos y peces donde se desarrollan los estadios larvarios (Jiménez *et al.*, 1986).

### Características morfológicas

Los nematodos difieren de los Platelmintos, por la forma, la ausencia de cilios y ventosas, la presencia del tubo digestivo completo y de cavidad del cuerpo, y por tener los sexos separados.

Presentan una cutícula, que es una estructura acelular secretada por la capa de células que están inmediatamente debajo, o sea en la hipodermis, el número de capas que presenta la cutícula cuyo número varía según la especie; está compuesta de proteínas como la albúmina, matricina, colágena, queratina y glucoproteínas. Entre la cutícula y los músculos, se encuentra la hipodermis, la cual es una delgada capa con cuatro engrosamientos tubulares denominadas cordones o líneas longitudinales, estos cordones se hallan en contacto con el pseudocele y con la zona muscular, a la que dividen en cuatro cuadrantes (Quiroz, 1990; Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

El sistema muscular está compuesto por dos tipos de músculos, especializados y somáticos, estos ocupan una posición próxima a la hipodermis y tienen un importante papel en la locomoción. El tipo básico de célula muscular es el platimiarario, cuya porción contráctil está limitada a una pequeña zona a lo largo de un borde externo. El tipo celomiarario la porción contráctil cubre los laterales de la célula, y el circomiarario todo el borde interior de la célula está recubierto por el material contráctil (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Por el número y disposición de los músculos, en los sectores delimitados por los cordones de la hipodermis, se pueden distinguir los siguientes tipos de musculatura (Figura 5).

Polimiario: presenta numerosas células en forma de raqueta, con la parte más ancha hacia la cavidad celómica.

Meromiario: Las células musculares son escasas y anchas, en número de dos o tres entre dos campos próximos.

Holomiario: Las células musculares son muy numerosas y apretadas entre sí, formando una capa continua que solo se interrumpe en algunas especies a nivel de campo ventral.

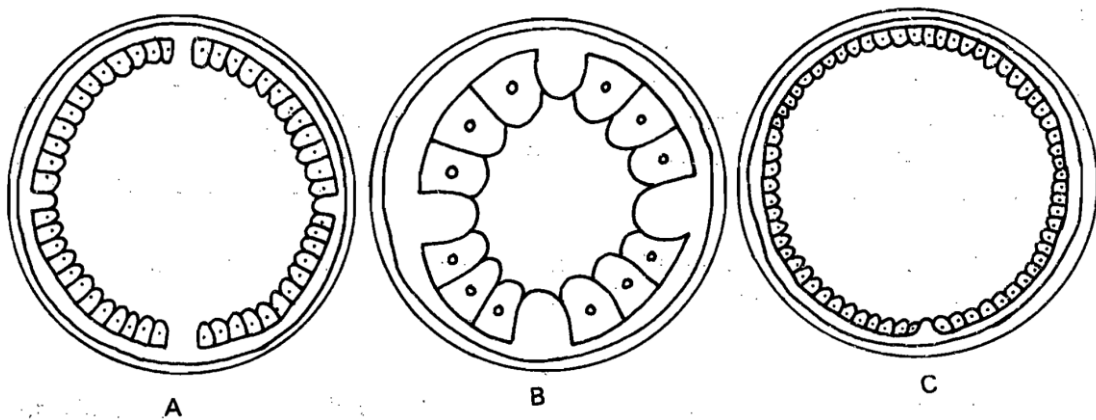


Figura 5. Disposición de los músculos en nematodos: A. Tipo miario; B. Meromiario; C. Holomiario (Quiroz, 1990).

Los músculos especializados se encuentran en varias posiciones y tiene importantes funciones como los músculos esofágicos en la pared del esófago, los dilatadores y compresores del ano, los copuladores, los de la bolsa copulatriz, los espiculares, del gubernáculo y vulvares.

El aparato digestivo está formado por un largo tubo, se inicia por la abertura oral, se sitúa en el extremo anterior ligeramente romo, puede o no presentar labios que varían en número y posición según la especie; en otros la posición de los labios puede estar ocupados por un conjunto de papilas llamada, corona foliácea o radiata. La boca puede presentar estructuras semejantes a dientes, placas quitinosas, lancetas (Quiroz, 1990).

El esófago, es un potente órgano muscular, presentan tres glándulas esofágicas intercaladas entre los músculos realizan su función digestiva



segregando enzimas. Morfológicamente se distinguen varios tipos de esófagos (Figura 6).

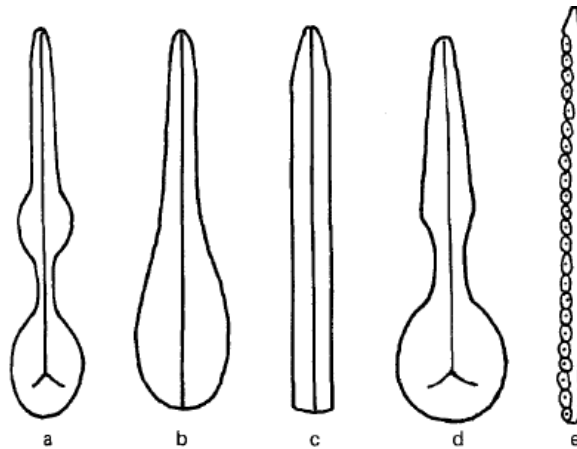


Figura 6. Diversos tipos de esófagos. a, rhabditoide; b, estrongiloide; c, filariforme; d, oxiuroide; e, trichuroide (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

El intestino es un tubo cilíndrico con pared no muscular, compuesta por una lámina basal y por una capa epitelial de células, cuyo borde libre tiene una franja de vellosidades. En los tramos medio y posterior existen estructuras relacionadas con la absorción y digestión intracelular, almacenado de nutrientes y desechos. En la porción final del aparato digestivo se encuentra el recto que es una invaginación que posee glándulas, en los machos el revestimiento cutícula da lugar a la cloaca la cual se abre al exterior por el ano, a través de ella salen los espermatozoides (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

Conforme a la reproducción, casi todos los nematodos son dioicos. Los machos suelen ser más pequeños que las hembras y su región posterior suele estar curvada en forma de gancho o ensanchada en forma de abanico, constituyendo un accesorio copulador que se denomina bursa. El sistema reproductor par se comunica con el exterior por un único poro, la cloaca en los machos y la vulva en las hembras (Ruppert y Barnes, 1996). Unas estructuras copuladoras comunes en los nematodos son las espículas, órganos alargados, más o menos filiformes, pero de contorno y longitud variables (Cordero del Campillo *et al.*, 1999).

El desarrollo biológico de los nematodos incluye un estado de huevo, cuatro estados larvarios y el adulto. Entre cada estado larvario hay una muda de cutícula. Los ciclos evolutivos de los nematodos varían considerablemente; en términos generales se pueden dividir en directos o monoxenos con un solo tipo de huésped y los indirectos o heteroxenos con uno o más huéspedes intermediarios. En uno u otro caso las larvas producidas en el huésped definitivo no son infestantes. En los ciclos directos este desarrollo ocurre en el suelo húmedo o en el agua. En los ciclos indirectos el desarrollo de la fase infestante ocurre en el huésped intermediario (Quiroz, 1990).

Los nematodos con ciclos directo, la infestación generalmente es por vía oral mediante la ingestión de huevos o larvas. En los de ciclo indirecto puede ser por vía oral mediante la ingestión del huésped intermediario, o por la picadura de artrópodos hematófagos que inocula la fase infestante. Después de la infestación, la mayoría de los nematodos deben realizar una migración por diferentes órganos y tejidos para llegar al sitio de localización en donde alcanza la madurez sexual.

#### **2.4. Phylum Acanthocephala**

Los acantocéfalos son un filo de asquelmintos vermiformes parásitos. Todos son parásitos que necesitan dos hospedadores para completar su ciclo vital. Los juveniles parasitan a crustáceos e insectos y los adultos viven en los aparatos digestivos de vertebrados sobre todo peces (Ruppert y Barnes, 1996).

Los acantocéfalos son gusanos intestinales y se diferencian por poseer una probóscide espinosa retráctil (Figura 3), con la cual perforan la pared intestinal de los peces (Jiménez *et al.*, 1986). El cuerpo del acantocéfalo se divide en prosoma y tronco; en el prosoma se encuentra la proboscide y el cuello, y en el tronco, que es la parte posterior, se hallan los órganos reproductores (Jiménez *et al.*, 1985).

La proboscide está cubierta por espinas curvas y esto obedece el nombre de Acanthocephala que significa “cabeza espinosa”. La proboscide y el cuello de los acantocéfalos se pueden retraer en el interior de un saco proboscídeo en el extremo anterior del tronco. La proboscide retraíble y las espinas de anclaje son el medio de fijación al aparato digestivo del hospedador y también permite a los acántores (larvas) desplazarse dentro de éste. Presentan dos invaginaciones en el cuello, llamados lemniscos, que se encuentran llenos de fluido y funcionan como un sistema hidráulico de eversión de la proboscide (Ruppert y Barnes, 1996; Storer *et al.*, 2010).

La epidermis de los acantocéfalos es un epitelio sincitial grueso, no presentan cutícula, sin embargo, existe un entramado bien desarrollado de filamentos de proteína dentro de la epidermis que le genera soporte y rigidez al tegumento. Presenta un sistema circulatorio único, el sistema de canales lagunares, se localiza en la epidermis y en los lemniscos, que contiene citoplasma fluido (Ruppert y Barnes, 1996).

En este phylum, los organismos carecen de aparato digestivo, absorben el alimento directamente del hospedador a través de la pared del cuerpo (Ruppert y Barnes, 1996).

Los acantocéfalos son de sexos separados y presentan dimorfismo sexual con respecto al tamaño corporal (Figura 7), siendo las hembras más robustas que los machos. El ciclo biológico se presenta de la siguiente forma: los huevecillos se depositan con las heces fecales del hospedero definitivo, seguidamente son ingeridos por el hospedador intermediario (generalmente un artrópodo), los huevos maduros poseen en su interior una larva (acantor) parcialmente formada, el cual es alargado, fusiforme, armado con un rostelo con ganchos y cutícula corporal rugosa, éste termina su desarrollo cuando el huevo es ingerido, abandona su cubierta para perforar la pared intestinal del nuevo hospedador (Storer *et al.*, 2010).

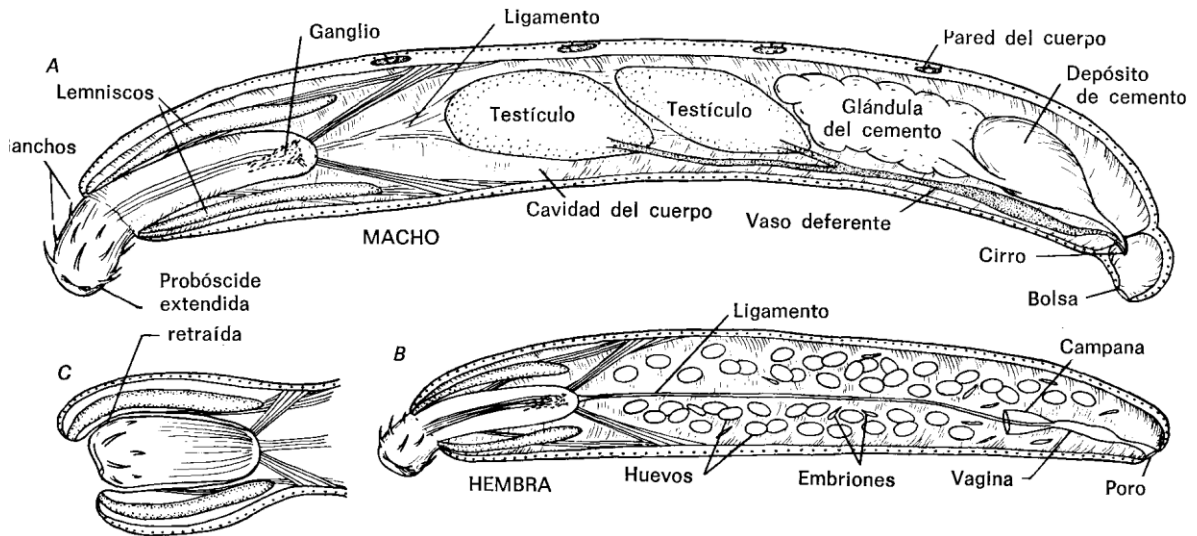


Figura 7. Estructuras de un acantocéfalo (Storer *et al.*, 2010).

Una vez en el hemocele del artrópodo, el acantor se transforma, perdiendo el rostelo, los ganchos y las espinas corporales, para después desarrollar una probóscide rudimentaria con su saco proboscideo, convirtiéndose así en una acantela. La acantela se desarrolla y aparecen órganos propios de un adulto, se produce un engrosamiento del tegumento y la larva se rodea de una membrana producida por el hospedero (cistacanto). Esta fase es la forma infectiva, cuando el artrópodo es ingerido por un vertebrado susceptible, el cistacanto abandona su cubierta y se sujeta al epitelio intestinal con la ayuda de su probóscide (Jiménez *et al.*, 1985).

## 2.5. Transfaunación

El estado de Chiapas es uno de los más biodiversos de México, sin embargo, esta biodiversidad se ha visto amenazada por la actividad antropogénica. Las grandes amenazas inducidas por el ser humano sobre la biodiversidad son: la destrucción del hábitat y fragmentación; la introducción de especies exóticas; la sobreexplotación, la diseminación de enfermedades; la contaminación, la mortalidad incidental y el cambio climático (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

Se puede definir como especie exótica, es aquella que se establece en ecosistemas o hábitats naturales, la cual es un agente de cambio y amenaza la diversidad biológica nativa. El término de especie invasora, se le considera a aquella

especie que alcanza un tamaño poblacional capaz de desplazar o eliminar a otras especies dentro de un ecosistema, alterando la estructura, composición y funcionalidad de éste, las cuales pueden ser introducidas o nativas. En el caso de ser una especie nativa dentro de un mismo país, a esto se le conoce como especie translocada o transfaunada (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

En México se tienen reportados 40 especies de helmintos parásitos introducidos. La mayoría de estos son monogéneos con 33 especies. Se han considerado cinco especies de helmintos que se han establecido en el país: tres especies de monogéneos (*Cichlidogyrus sclerosus*, *Dactylogyrus extensus* y *Gyrodactylus cichlidarum*), el digéneo *Centrocestus formosanus* y el céstodo *Bothriocephalus acheilognati*. El céstodo *B. acheilognati*, es la especie de helminto parásito de peces dulceacuícolas más ampliamente distribuida en el mundo. Fue introducida en México en 1965 junto con la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus*, y en los años transcurridos este cestodo asiático ha invadido al menos 50 especies de 28 géneros de peces dulceacuícolas mexicanos a nivel nacional. En el estado de Chiapas solo se ha documentado la presencia del parásito *B. acheilognati* en el pez endémico *Profundulus hildebrandi* el cual ha presentado problemas por la introducción de este parásito exótico por medio de la carpa común *Cyprinus carpio* (Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy, 2014; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

### III. ANTECEDENTES

El estudio de parásitos presentes en peces dulceacuícolas en nuestro país ha tenido principalmente un enfoque hacia las especies de helmintos parásitos, dejando en segundo plano a otros grupos parasitarios como: crustáceos, protozoos, etc.

A nivel nacional existen trabajos generales como el de Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy (2014), en el cual presentan un listado de especies de helmintos parásitos introducidas que infectan a los peces dulceacuícolas de México. Rosas-Valdez y Pérez-Ponce de León (2008) determinaron la composición taxonómica de los helmintos parásitos de ictalúridos y heptatéridos, generando una hipótesis biogeográfica.

En la región centro y sur, Aguilar-Aguilar y Salgado-Maldonado (2006) analizaron la diversidad de helmintos parásitos de dos cuencas hidrológicas de México, río Lerma y río Papaloapan. Salgado-Maldonado *et al.* (2005) realizaron un listado de helmintos parásitos en 35 especies de peces del río Papaloapan del estado de Veracruz. En el trabajo de Lira-Guerrero *et al.* (2008), analizaron siete especies de atherinopsidos de seis lagos del centro de México, determinando su fauna parasitaria helmíntica.

En la región centro-este, Salgado-Maldonado *et al.* (2004a), realizaron un estudio de helmintos parásitos de peces en la cuenca del río Pánuco, encontrando 31 especies de parásitos. Mientras en la región centro-oeste Salgado-Maldonado *et al.* (2004b), determinaron la helmintofauna parasitaria del río Ayuquila de la Reserva de la Biosfera de Manantlán.

En el estado de Chiapas se han realizado pocos estudios que tratan sobre parásitos en peces, entre ellos:

Ocaña-Nañez (1992), realizó un estudio de la fauna helmintológica de los peces de hábitos bentónicos en la presa Manuel Moreno Torres (Chicoasén), Chiapas, México, en el cual examinó un total de 357 peces de hábitos bentónicos de las especies *Ictalurus meridionalis*, *Aplodinotus grunniens*, *Potamarius nelsoni* y

*Rhamdia guatemalensis*. Se encontraron 18 especies de parásitos: *Cleidodiscus sp*, *Diplostomum (A) compactum*, *Clinostomum complanatum*, *proterodiplostomidae*, *Hysteromorpha triloba*, *Phasicola angrense*, *Peresitrema bychowskyi*, *Proteocephalus sp*, *Contracaeum sp*, *Goezia nonipapillata*, *Myzobdella sp* y *Achtheres sp*. La ictioparasitofauna registrada para el embalse de Chicoasén, incluye un componente importante de metacercarias (50%), el hospedero que mayor número de helmintofauna presentó fue la especie *I. meridionalis*. La mayoría de la ictioparasitofauna encontrada infecta un amplio espectro de hospederos, con mecanismos de infección muy eficientes y presentando reclutamiento continuo de formas. La especie *Diplostomum (A) compactum*, es la principal especie de metacercaria debido a la mayor presencia en hospederos analizados.

En el trabajo de Moreno-Moreno (1993), se analizaron los aspectos biológicos de la infección causada por la metacercaria *Diplostomum compactum* en 649 peces de las especies *Brycon guatemalensis*, *Aplodinotus grunniens*, *Ictalurus meridionalis*, *Petenia splendida*, *Ciclasoma pearsei* y *Oreochromis niloticus* de la presa hidroeléctrica Manuel Moreno Torres, encontrando que en la época de lluvias se presentaba mayor índice de infección. La localización del *Diplostomum compactum* fue exclusivamente dentro de los ojos (humor vítreo y acuoso) en todos los hospederos examinados. Al analizar los aspectos de la biología de la infección causada por el *Diplostomum compactum* se encontró que la distribución del parásito en todos los hospederos se presentó de manera agregada, es decir que la distribución de la metacercaria en todas las especies estudiadas se debe a una baja especificidad hospedatoria. La zona lótica presentó índices más altos en comparación de la zona léntica.

Díaz-Ruíz (2005) realizó un estudio helmintológico de 6 especies de peces de importancia comercial en el sistema lagunar-estuarino Carretas-Pereyra localizado en el municipio de Pijijiapan, Chiapas, México. Se examinaron 111 hospederos. La revisión parasitológica mostró la presencia de 304 individuos parásitos, predominando los cestodos con 212, seguido de nematodos con 82 y 10 larvas de acantocéfalos. Encontrando 4 especies de helmintos parásitos:

*Contracaenum* sp. Tipo 1, *Contracaenum* sp Tipo 2, *Parvitaenia cochlearii* y cistacantos. Solo 4 de las 6 especies de peces revisadas (*Ariopsis guatemalensis*, *Gobiomorus maculatus*, *Dormitator latifrons* y *Centropomus robalito*), tuvieron al menos una especie de helminto. La presencia de *Contracaenum* sp. Tipo 1 se registró únicamente en *Dormitator latifrons*. Para el caso de *Parvitaenia cochlearii*, su registro fue en *Gobiomorus maculatus* y *Dormitator latifrons* y finalmente, los cistacantos se presentaron en *Dormitator latifrons*. La especie con mayor prevalencia a lo largo del muestreo fue *Contracaenum* sp. Tipo 2, mientras que *Parvitaenia cochlearii* fue la más abundante.

Hernández-Sánchez (2007) analizó los parámetros de infección prevalencia, abundancia, intervalo de intensidad e intensidad media del parásito exótico *Bothriocephalus acheilognathi* en *Profundulus hildebrandi* pez endémico durante el ciclo anual de febrero de 2006 a febrero de 2007, en la cuenca hidrológica de San Cristóbal de las Casas, registrando cargas parasitarias muy elevadas, además que las crías de *P. hildebrandi* ya están parasitadas por *B. acheilognathi* lo que los pone en riesgo de enfermar de Bothriocefalosis. Para toda la muestra la prevalencia fue de 38%, la intensidad media de 6.21, la abundancia de 2.36 y el intervalo de intensidad fue de 1-189. A nivel espacial los parámetros de la infección fueron estadísticamente significativos ( $F < 0.05$ ). En la zona de Peje de Oro es la estación que presentó mayor prevalencia y en La Albarrada se presentó la abundancia, intensidad e intensidad media más altos, mientras en el Puente es la estación con los parámetros de infección más bajos.

Salgado-Maldonado *et al.* (2014) determinaron la parasitofauna de helmintos de los peces del río Lacantún perteneciente a la Reserva de la Biosfera de Montes Azules, en el cual se estudiaron 11 especies de cíclidos, 7 de poecílidos y 4 de carácidos, además de un grupo elevado de *Atherinella alvarezii* (Atherinopsidae) y de *Eugerres mexicanus* (Gerridae) encontrando 67 especies de helmintos en 24 familias, predominando el grupo de los nematodos.



## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Describir la fauna helmintológica parasitaria de peces de importancia alimenticia del río Jataté.

### **4.2. Específicos**

Determinar las especies de peces de importancia alimenticia del río Jataté.

Realizar un listado de las especies de helmintos presentes en peces de importancia alimenticia de la zona de estudio.

Caracterizar las infecciones con base a su prevalencia, intensidad media, intensidad parasitaria y abundancia media de cada especie de parásito en su hospedador.

Determinar el índice de similitud de Jaccard

Estimar el número total teórico de especies mediante curvas acumulación.

### III. ZONA DE ESTUDIO

El río Jataté es un afluente que forma parte de la cuenca del río Lacantún (Figura 8), surge en la Meseta central del estado de Chiapas atravesando los municipios de Oxchuc, Altamirano y Ocosingo. El Río Jataté junto con los ríos Tzendales, Negro, Lacanjá y Santo Domingo, forman la red hídrica tributaria del Río Lacantún (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica [CEIEG], 2017).

El estudio se realizó en sitios del río Jataté aledaños a la cabecera municipal de Ocosingo. En esta zona de recolecta, el río presenta especies de peces apreciadas para el consumo humano, estableciéndose una pesca local cuya principal característica es ser de autoconsumo. La zona de colecta se estableció entre las coordenadas 16°52'08.7"N 92°02'31.4"W y 16°52'48.7"N 92°00'51.3"W (Figura 9).

La vegetación original de la zona comprende bosque de pino y encino, sin embargo, gran parte de la región ha sido modificada en campos de cultivo y pastizales (potrero) para su utilización en la ganadería (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [INEGI], 2010; 2017).

Con lo que respecta al clima, la región presenta el tipo de clima: Cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano, Aw<sub>2</sub> (INEGI, 2010; 2017).

El terreno de la zona de estudio presenta características particulares de un suelo tipo Phaeozem.

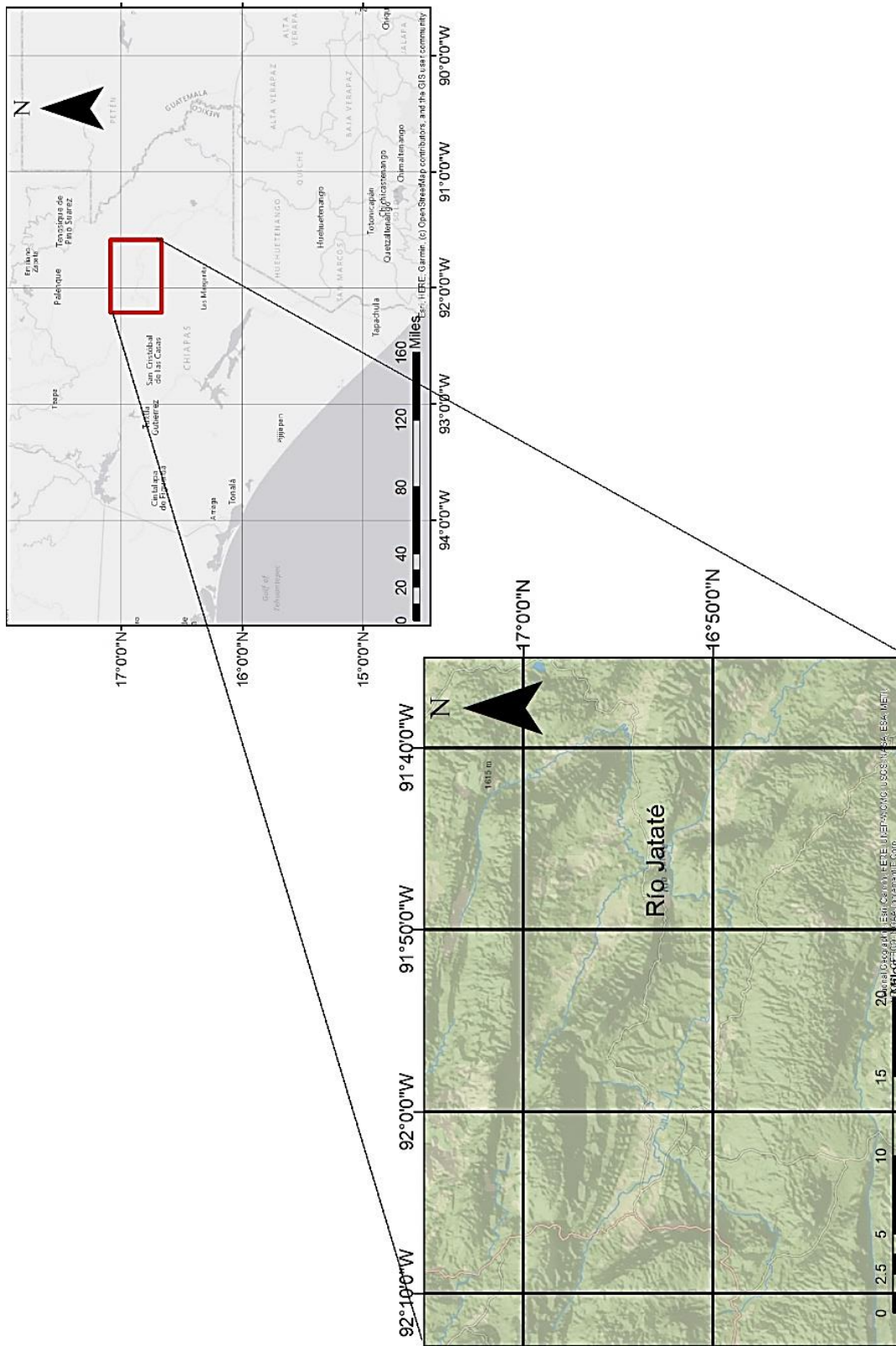


Figura 8. Mapa de ubicación del río Jataté en el estado de Chiapas.

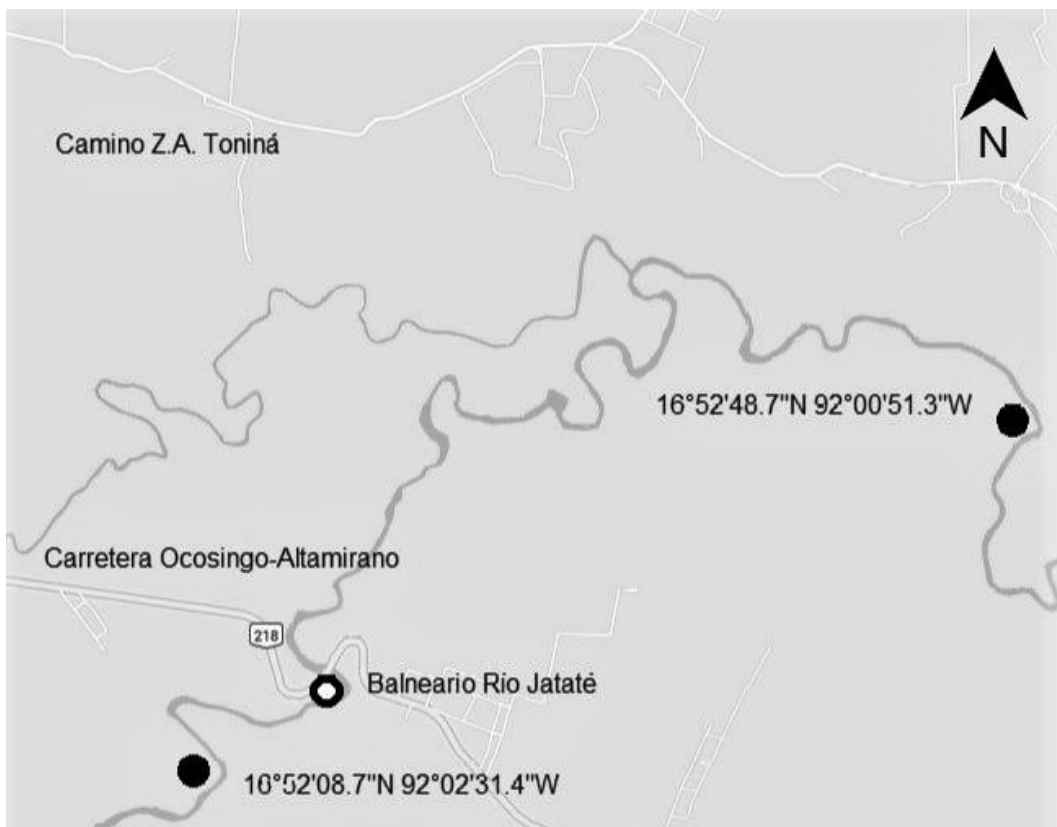


Figura 9. Mapa de la ubicación geográfica de la zona de estudio entre los puntos (Modificado Google Maps, 2017).

## VI. MÉTODO

### 6.1. Recolecta de hospederos y determinación de especies de importancia alimenticia

Las colectas de hospederos se realizaron de forma mensual entre el segundo semestre del año 2017 y el primer semestre del año 2018. La zona de colecta se estableció entre las coordenadas 16°52'08.7"N 92°02'31.4"W y 16°52'48.7"N 92°00'51.3"W.

La lista de especies de peces importantes para el consumo humano, así como el material biológico (peces) se obtuvo directamente de la pesca comercial y con la ayuda de pescadores locales. Mediante sus técnicas artesanales de pesca: sedal y anzuelo, atarraya, trampeo.

Los peces recolectados, posibles hospederos, se mantuvieron en agua de su medio natural (río), para su posterior determinación taxonómica y revisión parasitaria. Fueron trasladados al laboratorio en contenedores especiales.

Se determinó la especie de los peces, con las guías de Miller *et al.*, 2009 y Anzueto-Calvo *et al.*, 2013.

### 6.2. Recolecta de parásitos

A cada uno de los peces recolectados se les hizo un examen parasitario externo e interno. La revisión externa consistió en examinar la superficie corporal, cavidad bucal, cavidad branquial, ojos, aletas, opérculos y orificio genital.

La revisión interna, consistió en la disección de cada ejemplar mediante una incisión en la región ventral del pez, partiendo desde el ano hasta la unión opercular. Se extrajeron todos los órganos internos (esófago, estómago, intestino, vejiga natatoria, hígado, corazón y cerebro) y se mantuvo en solución salina para evitar su desecación. Se realizó una revisión en la cavidad celómica y en los músculos del hospedero.

Todos los parásitos encontrados fueron contados y fijados mediante técnicas específicas para cada grupo. Los viales fueron rotulados con los datos de: hospedero, nombre del helminto, localidad, fecha de colecta, órgano parasitado y colector.

### **6.3. Fijación y preservación**

Para la fijación y conservación de los parásitos, se utilizará las técnicas descritas por Carballo y García (1993) y Salgado-Maldonado (2009b).

- Helmintos
  - Trematodos y metacercarias: los trematodos pueden infectar a los vertebrados en dos estadios como: metacercarias y como adultos. Se fijó en formol al 4% caliente (casi en ebullición) y se conservaron en alcohol al 70% para preservarlo por más tiempo. Las metacercarias se encuentran enquistadas por lo que se llevó a cabo un proceso de desenquistamiento por acción mecánica.
  - Nematodos: los nematodos fueron fijados mediante inmersión en formol salino al 4% caliente. Tratando de obtener una condición recta.

Todos los especímenes se conservaron en alcohol etílico al 70% y se colocaron en viales para su posterior determinación taxonómica.

### **6.4. Determinación taxonómica**

Para la determinación taxonómica de los helmintos parásitos obtenidos se usaron guías y claves taxonómicas de Moravec *et al.*, 2012, Scholz *et al.*, 1995b y Vidal-Martínez *et al.* 2002.

### **6.5. Parámetros de infecciones**

Los parámetros de infección de la relación parasito-hospedero, fueron evaluados por los índices parasitarios propuestos de Margolis *et al.* (1982).

- Prevalencia

Se considera prevalencia al número de hospedadores de una misma especie, infectados por una especie parásita particular, dividido entre el número total de hospedadores examinados.

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$h_y = \frac{x_y}{n_j} = \text{prevalencia de infección}$$

$x_y$  = número de hospedadores infectados de la j-ésima especie por la i-ésima especie de parásito.

$n_j$  = número de hospedadores de la j-ésima especie examinada.

$h_y$  = rango de la especie hospedadora basado en la prevalencia de infección.

- Intensidad media

Es el número total de parásitos de una especie parásita dividido entre el número de hospedadores parasitados.

- Intensidad parasitaria

Es el número de individuos de una particular especie de parásito en un solo hospedador infectado.

- Abundancia media

Es el resultado de dividir el número de parásitos de una especie particular en una especie de pez, entre el total de peces examinados.

## 6.6. Índices ecológicos

Para determinar la similitud entre la parasitofauna de las especies de hospederos analizadas, se empleará el índice de similitud de Jaccard. Con la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Ij: Rango del índice de similitud de Jaccard.

a: Número de especies en la estación A.

b: Número de especies en la estación B.

c: Número de especies presentes en ambas estaciones.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas hasta uno (1) cuando los dos hospederos comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

Para determinar si se tienen representadas la totalidad de especies posibles de helmintos parásitos, se estimará el número total teórico de especies de helmintos mediante el método de curvas acumulativas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).



## VII. RESULTADOS

### 7.1. Peces de importancia alimenticia

De los muestreos realizados se capturaron 73 organismos (Figura 6) pertenecientes a cuatro especies de peces: *Rhamdia laticauda*, *Astyanax aeneus*, *Theraps irregularis* y *Poecilia sphenops*.

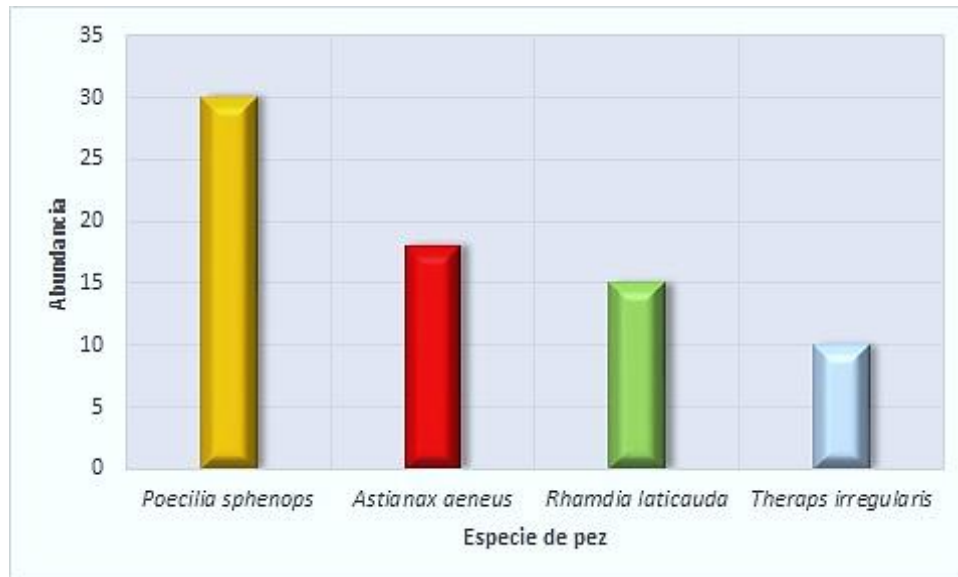


Figura 10. Abundancia de peces capturados.

#### 7.1.1. Características generales de los hospederos

Familia Cichlidae

Presentan un cuerpo moderadamente profundo y comprimido, una narina a cada lado, presentan la línea lateral interrumpida con 10 a 50 escamas. Generalmente de 7 a 25 espinas y 5 a 30 radios en la aleta dorsal, y 3 espinas y entre 4 a 15 radios en la aleta anal (Nelson, 2006).

*Theraps irregularis*

Nombre común: Canchay.

Características generales

Presenta un cuerpo fusiforme, comprimido y alargado, con baja altura de 32.3-36% conforme a la longitud patrón. La cabeza es ligeramente redondeada con la boca en posición subterminal y dirigida hacia abajo, el hocico es carnoso. En las mejillas y opérculos están finamente moteados. La aleta pélvica es larga, y se extiende hasta el ano (Miller *et al.*, 2009) (Figura 11).



Figura 11. *Theraps irregularis*.

Habita en arroyos y ríos con profundidades en promedio de 5 metros, de corrientes leves a veloces y de agua clara generalmente, aunque puede vivir en agua lodosa. El fondo del cuerpo de agua puede ser arenoso, lodoso o rocoso. Su alimentación se basa de algas e invertebrados (Miller *et al.*, 2009).

Se distribuye en la vertiente del Atlántico en México y Guatemala, abarcando los afluentes del río Usumacinta en Chiapas, y la Alta y Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango y Petén en Guatemala (Miller *et al.*, 2009).

## Familia Heptapteridae

Los miembros de esta familia presentan piel desnuda, tres pares de barbas, dos pares mentonianas y una maxilar. Presentan dos aletas dorsales, la segunda aleta es de base grande y adiposa. La aleta caudal es profundamente bifurcada (Nelson, 2006).

### *Rhamdia laticauda*.

Nombre común: Bobo.

### Características generales

Presentan el cuerpo desnudo y alargado. Se componen 6 barbas, 4 mentonianas y 2 maxilares. Presentan dos aletas dorsales, la primera con una espina 6 radios, la segunda de tipo adiposa con base amplia. Las espinas de las aletas pectorales son aserradas en el borde posterior. Es un organismo bentopelagico, típico de arroyos de montaña o de ríos con moderada a alta velocidad de la corriente. Fondos arenosos o lodosos. Su alimentación se basa en invertebrados (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013) (Figura 12).



Figura 12. *Rhamdia laticauda* (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013).

## Familia Characidae

Los caraciformes, llamados pepescas o sardinitas, y a veces tetras y caracínidos, son un grupo diverso de peces generalmente pequeños, a menudo coloridos, que incluye más de 1 300 especies de amplia distribución en el medio dulceacuícola tropical y subtropical del nuevo Mundo (Miller *et al.*, 2009).

### *Astyanax aeneus*

Nombre común: Sardina, sardinita.

#### Características generales

Presenta una mancha humeral vertical bien definida. Cuerpo fusiforme y comprimido. Cabeza robusta; boca pequeña y oblicua. Dientes pequeños en dos series, la mayoría tricúspides y algunas pentacúspides. De 12 a 15 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Presenta dos aletas dorsales, la primera aleta con 11 radios y la segunda muy pequeña es adiposa. La coloración del cuerpo es plateada con una banda más clara en los costados del cuerpo, va desde la mancha humeral hasta la cola donde es de color negro intenso y en la base del pedúnculo caudal se localiza una mancha oscura muy característica en forma romboidal extendiéndose al extremo de los radios centrales de la cola. Las aletas pélvicas y la anal son anaranjadas y la caudal es amarillenta con los bordes anaranjados. Alcanza tallas de hasta 140 mm de longitud total (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013) (Figura 13).



Figura 13. *Astyanax aeneus*.

Este pez vive en todo tipo de cuerpos de agua de mucha a poca corriente. Los peces de esta especie forman grandes cardúmenes sobre cualquier tipo de sustrato. Son peces omnívoros, ingieren una amplia variedad de alimentos como algas, semillas, hojas, insectos acuáticos y terrestres, y peces pequeños de cualquier especie (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013).

Su distribución geográfica abarca las dos vertientes, la atlántica desde la cuenca del río Papaloapan, México, por lo menos hasta Costa Rica; en el Pacífico, desde el río Armería, México, hacia el sur hasta Colombia (Miller *et al.*, 2009).

#### Familia Poeciliidae

Los guayacones, topotes, espadas, guppies y molis son uno de los grupos de peces dominantes en las aguas dulces y salobres en tierras bajas de América Central y las Indias Occidentales; se distribuyen desde el este de Estados Unidos hasta el noreste de Argentina. Comprenden de 22 géneros la mayoría de ellas pequeñas, que tienen fecundación interna por medio del gonopodio del macho, que es una modificación de los radios anales, y dan a luz a sus crías vivas (Miller *et al.*, 2009)

#### *Poecilia sphenops*

Nombre común: Charal, Bustchito

#### Características generales

Presenta el cuerpo robusto y moderadamente alargado. La longitud cefálica cabe 4 a 4.8 veces en la longitud patrón. Presenta una hilera de dientes externos cónicos y una serie de dientes internos tricúspides. El gonopodio es corto, con una prominencia membranosa transformado en un capuchón en forma de prepucio. Presenta una coloración verde azulado en la parte dorsal, en la ventral más pálida; en la parte lateral del cuerpo presenta varios puntos alineados de color anaranjado o café. En los machos adultos las aletas presentan bordes anaranjados (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013) (Figura 14).

Se encuentra en una gran variedad de ambientes, desde arroyos, ríos y lagunas de poca o moderada corriente, también se puede encontrar en áreas con ligeras concentraciones de sal. Es una especie principalmente detritófaga, aunque suele alimentarse de algas y diatomeas (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013).



Figura 14. *Poecilia sphenops*.

Su distribución abarca tanto la vertiente del atlántico como la del pacífico. En el atlántico se distribuye desde el río Palma Sola hasta la cuenca del río Coatzacoalcos en Veracruz; también en la cuenca del alto río Grijalva en Chiapas. En el pacífico de la cuenca del río Verde en Oaxaca hasta Guatemala (Miller *et al.*, 2009).

## 7.2. Riqueza helmintológica

De los peces examinados en el laboratorio (Figura 15), se recuperaron 86 helmintos parásitos pertenecientes a las siguientes especies: tres especies de trematodos digeneos, *Clinostomum marginatum*, *Genarchella tropica*, *Uvulifer sp.* y una especie de nematodo; *Rhabdochona Kidderi* (Cuadro 1). Además, se obtuvieron dos ejemplares de un trematodo adulto que debido a las condiciones en que se encontraban no fue posible su identificación a nivel de especie. En los casos de *C. marginatum* y *Uvulifer sp.*, se encontraban en el estadio de metacercaria.

La metacercaria de *Uvulifer sp.*, no se logró determinar la abundancia de organismos, debido a que los hospederos prácticamente presentaban este parásito en todo el organismo, por consiguiente, se dificultaba una contabilización correcta. Para estos casos se tomó un gramo de pez para realizar un conteo de parásitos. En *Theraps irregularis* la abundancia por gramo fue de 24 parásitos y en *Astianax aeneus* nueve parásitos por gramo.

Se determinó que la especie de pez con más riqueza de parásitos es *Rhamdia laticauda*, presentándose tres especies de helmintos y con una carga parasitaria de 52 individuos. Por lo contrario, la especie *Poecilia sphenops*, no presentó parasitosis.



Figura 15. Examen helmintológico en laboratorio.

Cuadro 1. Abundancia y especie de parásito encontrado por especie de hospedero analizado.

Hospedero	<i>Rhabdochona kidderi</i>	<i>Clinostomum marginatum</i>	<i>Genarchella tropica</i>	Trematodo No Id	<i>Uvulifer sp</i>
<i>Rhamdia laticauda</i>	7	42	3		
<i>Theraps irregularis</i>	32				4183
<i>Astianax aeuneus</i>				2	242
<i>Poecilia sphenops</i>					

El grupo más abundante lo constituyen los trematodos con cuatro especies que representan el 80% del total de la riqueza parasitaria, seguido del grupo de nematodos con una especie con el 20% (Figura 16).

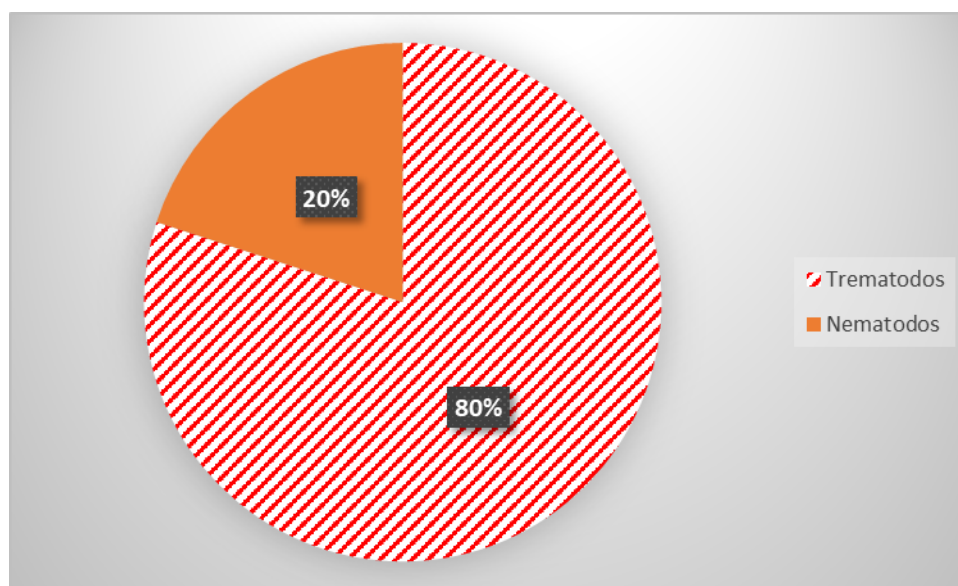


Figura 16. Porcentaje por grupo de helmintos.

Se caracterizó a los helmintos, pudiéndose observar que solamente se presentaron endoparásitos, estos se encontraron en diferentes estructuras anatómicas de los hospederos entre las que destacan el tracto digestivo y músculos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categoría y estructuras afectadas por los parásitos.

Phylum	Clase	Género	Especie	Estructura Afectada	Tipo de Parásito
Platyhelminthes	Trematoda	<i>Clinostomum</i>	<i>Clinostomum marginatum</i>	Músculo, piel, aletas.	Endoparásito
Nematoda	Chromadorea	<i>Rhabdochona</i>	<i>Rhabdochona kidderi</i>	Estómago, intestinos.	Endoparásito
Platyhelminthes	Trematoda	<i>Genarchella</i>	<i>Genarchella tropica</i>	Esófago, estómago.	Endoparásito
Platyhelminthes	Trematoda	<i>Uvulifer</i>	<i>Uvulifer sp</i>	Músculo, tracto digestivo, corazón, aletas, piel.	Endoparásito
Platyhelminthes	Trematoda	No ID	No ID	Estómago	Endoparásito



**Phylum:** Platyhelminthes

**Clase:** Trematoda

**Orden:** Diplostomida

**Familia:** Clinostomidae

**Especie:** *Clinostomum marginatum*

**Descripción:**

Este helminto se encontró en el estadio de metacercaria. Las metacercarias se encontraban dentro de un quiste transparente de forma ovalada. Al desenquistarse el helminto presentaba una coloración amarilla. Los individuos son de forma aplanada dorsoventralmente y largos, presentando una constricción a la altura del acetábulo (Figura 17).

La ventosa oral es pequeña y ventralmente subterminal, situada en una proyección cónica, siguiendo presenta un esófago corto que se bifurca y forman los ciegos intestinales los cuales son muy prominentes y recorren hasta la parte posterior del parásito. Los ciegos intestinales incrementan su tamaño conforme avanza hacia la región posterior

El acetábulo es grande, se presenta en posición preecuatorial y se cierra de forma triangular.

Testículos irregulares colocado uno debajo de otro, presentan un poro genital mediano entre el acetábulo y el testículo anterior. Ovario intertesticular e intracecal, el útero forma rizos entre los testículos. En la región posterior se encuentra el poro excretor (Vidal-Martínez *et al.*, 2002).

**Hábitat:** Músculo, piel, base de aletas, aletas, opérculos.

**Hospedero:** *Rhamdia laticauda*

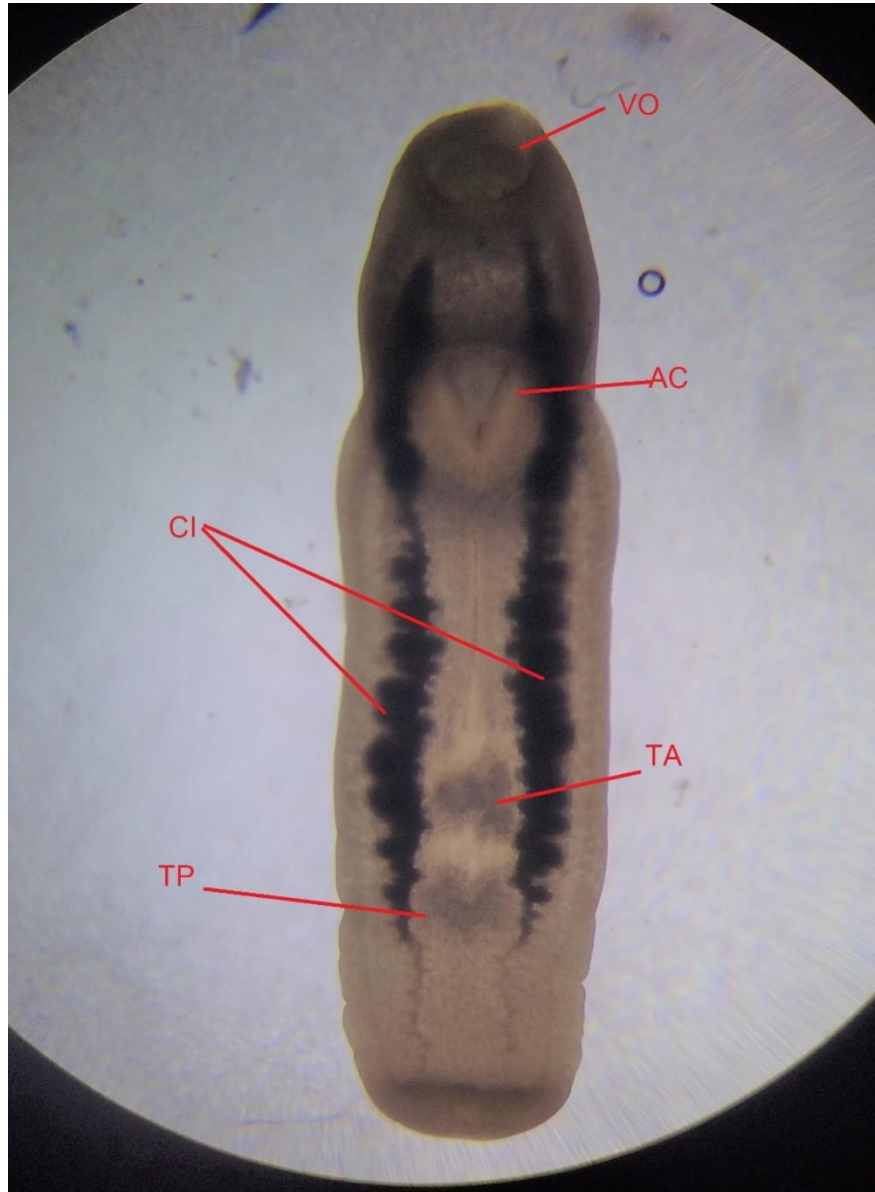


Figura 17. Metacercaria de *Clinostomum marginatum* donde VO: Ventosa oral, AC: acetábulo, CI: Ciegos intestinales, TA: Testículo anterior y TP: Testículo posterior.

**Phylum:** Nematoda

**Clase:** Chromadorea

**Orden:** Rhabditida

**Familia:** Rhabdoconidae

**Especie:** *Rhabdochona kidderi*

**Descripción:**

Nemátodo de mediano tamaño y alargado, presenta una cutícula lisa. Las hembras son de mayor tamaño a comparación de los machos. Abertura oral oval, rodeada de cuatro papilas cefálicas y dos anfidios laterales, prostoma en forma de embudo y sin dientes basales (Vidal-Martínez *et al.*, 2002). El poro excretor se encuentra a mitad del esófago. La cloaca se sitúa en el extremo de la región posterior.

En los machos la región posterior terminal de forma curvada, la espícula izquierda más larga que la derecha y bifurcada en la parte distal. Presenta 6-7 pares de papilas precloacales y 5 pares poscloacales (Figura 18).

Las hembras presentan la vulva con posición postecuatorial, algunos ejemplares presentaron gravidez, se observaba la presencia de huevos pequeños de forma oval. La región posterior terminal en forma cónica (Figura 19).

**Hábitat:** Tracto digestivo, intestinos, mesenterio.

**Hospedero:** *Rhamdia Laticauda*, *Theraps irregularis*.

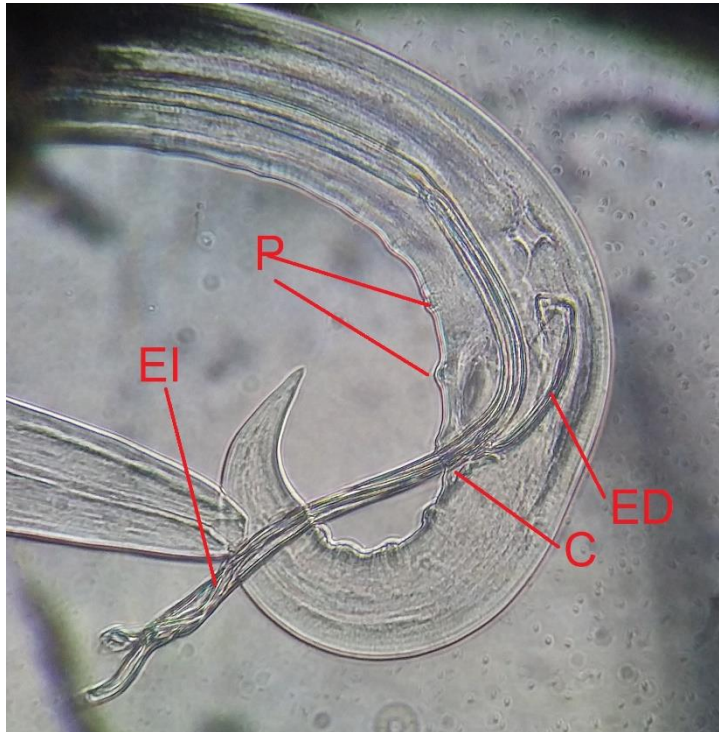


Figura 18. Región posterior de *Rhabdochona kidderi* macho donde indica P: Papilas, EI: espícula izquierda, ED: espícula derecha y C: cloaca.



Figura 19. Región posterior de *Rhabdochona kidderi* hembra donde se indica C: cloaca y H: huevos.

**Phylum:** Platyhelminthes

**Clase:** Trematoda

**Orden:** Plagiorchiida

**Familia:** Derogenidae

**Especie:** *Genarchella tropica*

**Descripción:**

Helmintho de pequeño tamaño, de forma ovalada y alargada. Superficie corporal lisa con elevaciones parecidas a papilas alrededor de la región anterior. Ventosa oral pequeña en posición subterminal, presenta un lóbulo pre oral elongado. Carece de esófago, la faringe se bifurca formando los ciegos gástricos que se extienden a lo largo del cuerpo hasta el extremo posterior. El cuerpo se ensancha a la altura del acetábulo el cual se encuentra de forma postecuatorial. El acetábulo de forma circular considerablemente más grande que la ventosa oral con apertura ovalada (Scholz et al., 1995b) (Figura 20).

Las glándulas vitelinas en forma de dos masas compactas simétricas se posicionan en la región posterior.

Los huevos son de forma ovalada y de tamaño medio.

**Hábitat:** Esófago, estómago.

**Hospedero:** *Rhamdia laticauda*.

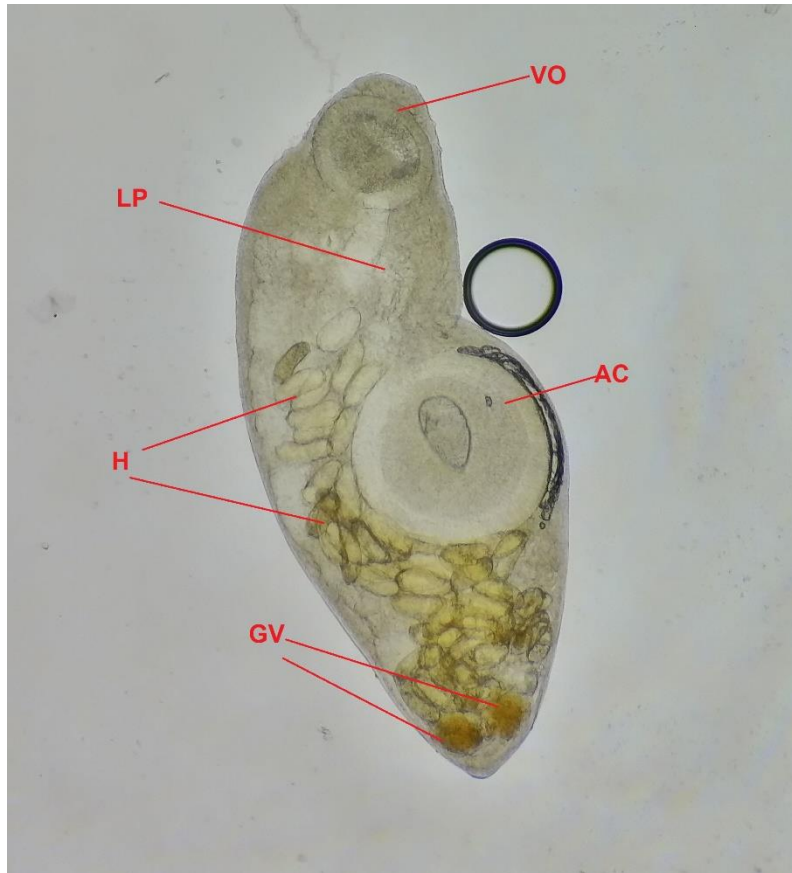


Figura 20. Especimen de *Genarchella tropica* donde se indica VO: ventosa oral, LP: Lobulo preoral, AC: acetábulo, H: huevos y GV: glandulas vitelinas.

**Phylum:** Platyhelminthes

**Clase:** Trematoda

**Orden:** Diplostomida

**Familia:** Diplostomidae

**Especie:** *Uvulifer* sp

**Descripción:**

Helminto de pequeño tamaño, se encontró en estadio de metacercaria. El quiste es hialino de color negro de pared gruesa, por esto recibe el nombre de “black spot” (Figura 21).

Cuerpo alargado dividido en dos partes por una constricción. El segmento anterior más grande que el posterior, presenta los órganos de fijación, la región posterior es de forma lanceolada (Figura 22).

Esófago relativamente largo, presenta ciegos intestinales largos y delgados, extendidos cerca del extremo posterior del cuerpo (Vidal-Martínez *et al.*, 2002).

**Hábitat:** Musculo, piel, aletas, branquias, opérculos, ojos.

**Hospedero:** *Astianax aeneus*, *Theraps irregularis*.

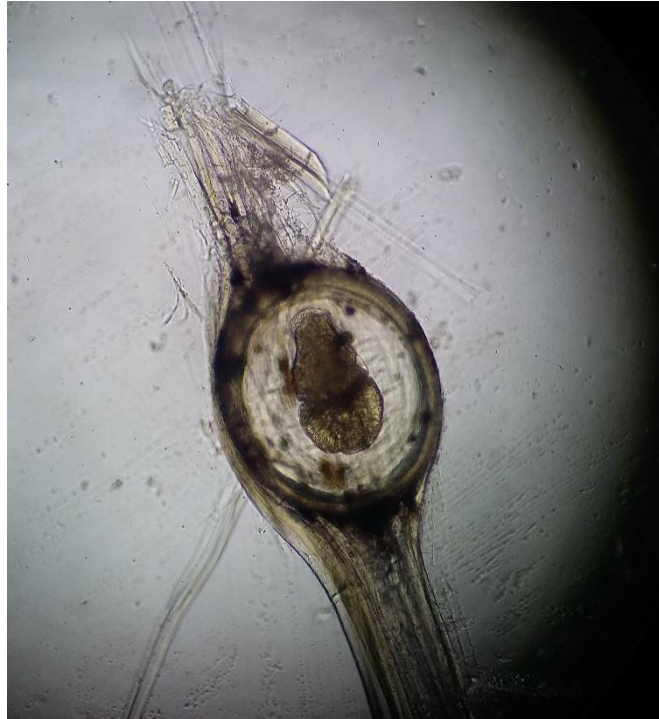


Figura 21. Quiste de *Uvulifer* sp.

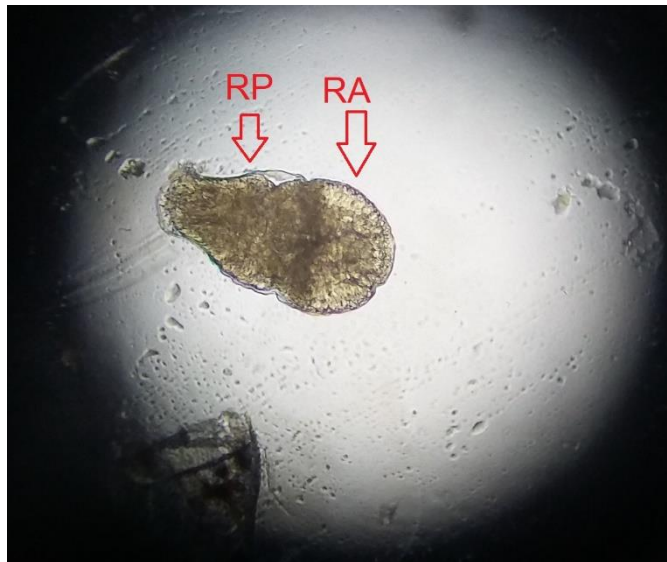


Figura 22. Metacercaria de *Uvulifer* sp, RA: región anterior y RP: región posterior.



### 7.3. Parámetros epidemiológicos en muestra total

La caracterización de las infecciones se realizó tomando en cuenta los criterios propuestos por Margolis *et al.* (1982). Se encontró que la mayor abundancia de helmintos está representada por *Uvulifer* sp. con 4 425 individuos seguido de *Clinostomum marginatum* con 42 individuos, El parásito presente en más individuos fue *Uvulifer* sp. con 14 hospederos contabilizados (Cuadro 3).

Tomando el total de la muestra analizada, los parásitos que infectaron al mayor número de peces fueron: *Uvulifer* sp. presentó la mayor prevalencia con 19.18% seguido de *Clinostomum marginatum* con 16.44% (Cuadro 3).

Los parásitos más dominantes conforme su intensidad media fueron *Uvulifer* sp. con 316.07 parásitos por hospedero y *Rhabdochona kidderi* con 4.33 parásitos por hospedero (Cuadro 3).

Cuadro 3. Caracterización de las infecciones causadas por helmintos parásitos de peces en el Río Jataté.

PARÁSITO	PREVALENCIA %	ABUNDANCIA	No.HOSPEDEROS	ABUNDANCIA MEDIA	INTEN. MED.
<i>Rhabdochona kidderi</i>	12.33	39	9	0.53	4.33
<i>Clinostomum marginatum</i>	16.44	42	12	0.58	3.50
<i>Genarchella tropica</i>	4.11	3	3	0.04	1.00
<i>Uvulifer</i> sp.	19.18	4425	14	60.62	316.07
<i>Trematodo No Id</i>	2.74	2	2	0.03	1.00

#### 7.3.1. Parámetros epidemiológicos por especie de hospedero.

La especie *Rhamdia laticauda*, presentó una mayor riqueza de helmintos parásitos con tres especies: *Clinostomum marginatum*, *Rhabdochona kidderi* y *Genarchella tropica*. El helminto *C. marginatum* fue el más dominante de acuerdo a los parámetros epidemiológicos, con una abundancia de 42 individuos, presentando una prevalencia del 80% en esta población de peces, con una intensidad media de 3.5 parásitos por hospedero y con una abundancia media de 2.8 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Caracterización de las infecciones causadas por helmintos en la especie *Rhamdia laticuada*.

Helminto parásito	Abundancia	No. Peces muestreados	Hospederos	Prevalencia %	Inten. Media	Abundancia media
<i>Clinostomum marginatum</i>	42	15	12	80	3.5	2.8
<i>Genarchella tropica</i>	3	15	3	20	1	0.2
<i>Rhabdochona kidderi</i>	7	15	3	20	2.33	0.47

Se observó que la abundancia no está relacionada con la masa de los hospederos al presentar un valor muy bajo de  $R^2$  (Figura 23).

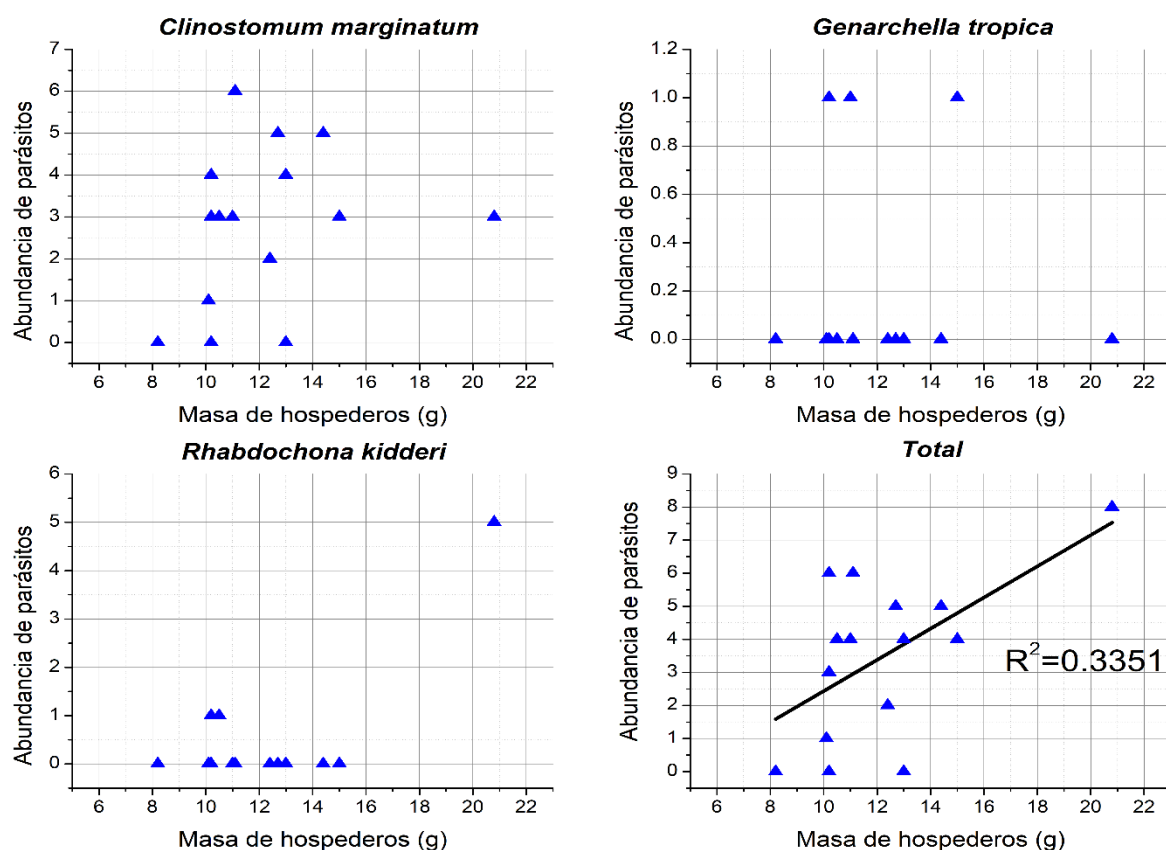


Figura 23. Relacion entre abundancia de parásitos y biomasa en *Rhamdia laticuada*.

Al comparar la talla del hospedero y la abundancia de parásitos en *Rhamdia laticuada*, se obtuvo un valor en  $R^2$  de 0.4226, por lo que no existe relación entre estos parámetros (Figura 24).

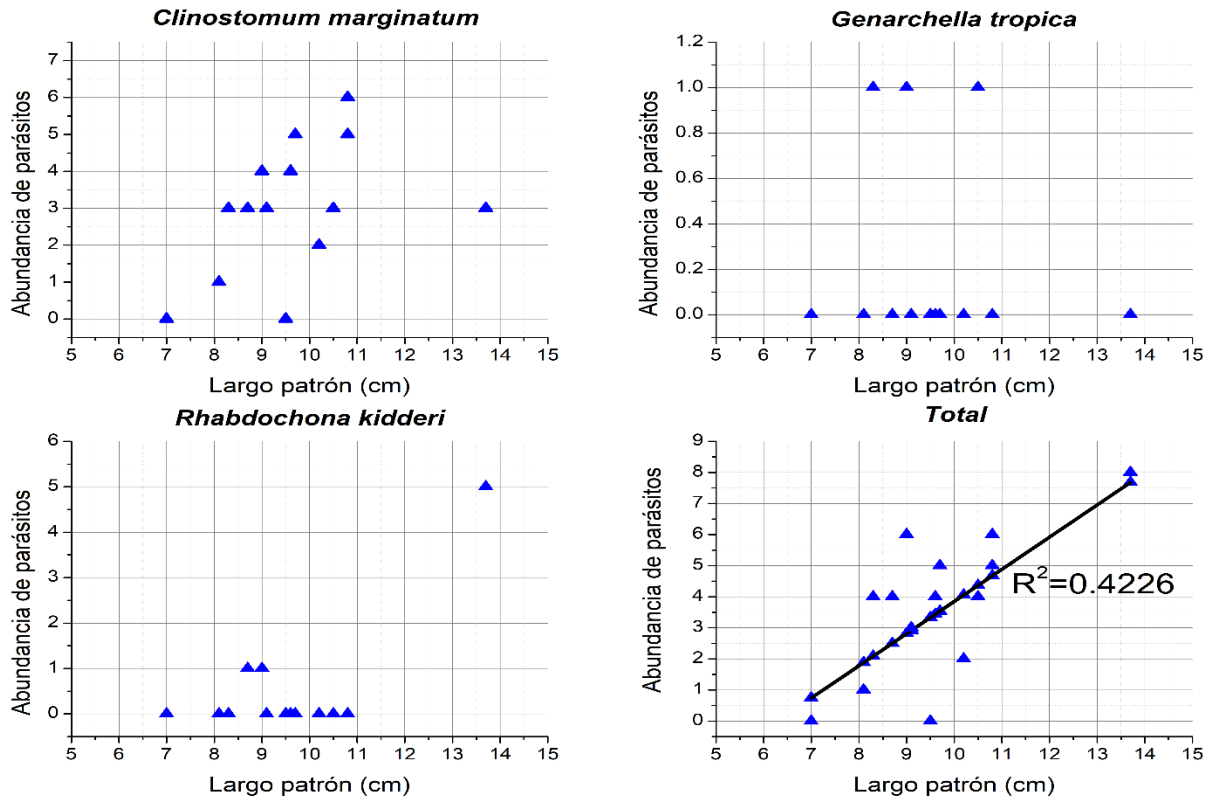


Figura 24. Relación entre abundancia de parásitos y talla en *Rhamdia laticauda*

La especie *Theraps irregularis* presentó dos especies de helmintos parásitos *Uvulifer* sp y *Rhabdochona kidderi*, con una prevalencia de 100% y 60% respectivamente. *Uvulifer* sp presentó una intensidad media de 418.3 parásitos por hospedero y *R. kidderi* presentó una intensidad media de 5.33 parásitos por hospedero y una abundancia media de 3.2 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetros epidemiológicos en la especie *Theraps irregularis*.

Helminto parásito	Abundancia	No. Peces muestreados	Hospederos	Prevalencia %	Intensidad media	Abundancia media
<i>Rhabdochona kidderi</i>	32	10	6	60	5.33	3.2
<i>Uvulifer</i> sp	4183	10	10	100	418.3	418.3

Al comparar la abundancia de *Rhabdochona kidderi* con la biomasa de *Theraps irregularis* se obtuvo un valor de  $R^2$  de 0.8623, por lo que se puede confirmar que existe relación entre estos, al presentar mayor masa aumenta el número de parásitos (Figura 25). Sin embargo, no existe una relación directa entre el largo patrón y la abundancia parasitaria (Figura 26).

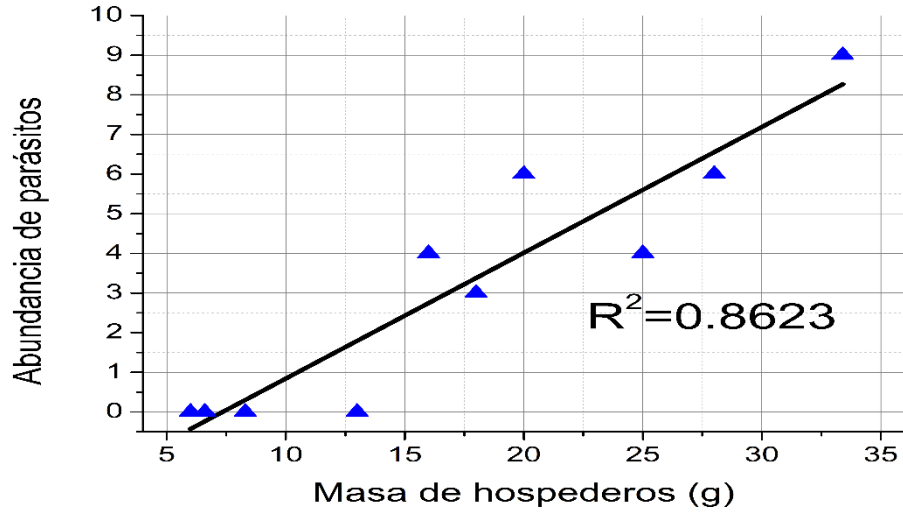


Figura 25. Relación entre la abundancia de *Rhabdochona kidderi* y la biomasa en *Theraps irregularis*.

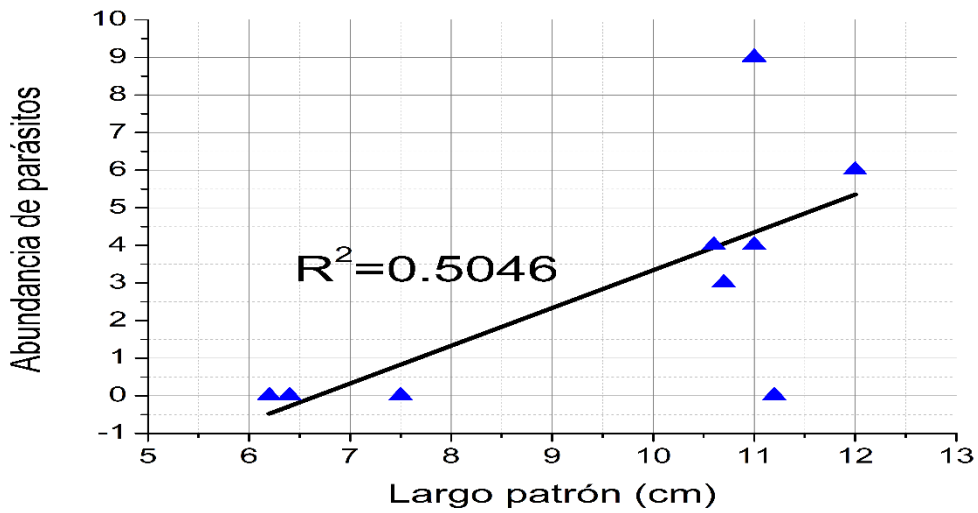


Figura 26. Relación entre la abundancia de *Rhabdochona kidderi* y el largo patrón en *Theraps irregularis*.

Para la especie *Astianax aeneus*, solo se presentaron dos especies de helmintos parásitos: *Uvulifer* sp. y un trematodo que no se logró su determinación específica, con una prevalencia de 22.22% y 11.11% respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros epidemiológicos en *Astianax aeneus*.

Helminto parásito	Abundancia	No. Peces muestreados	Hospederos	Prevalencia %	Intensidad media	Abundancia media
<i>Uvulifer</i> sp	9	18	4	22.22	60.53	13.45
Trematodo no ID	2	18	2	11.11	1	0.111

#### 7.4. Índices ecológicos

La similitud existente entre los helmintos de las tres especies de hospedadores comparadas, indicó de acuerdo al Índice de Similitud de Jaccard los siguientes resultados (Figura 27).

	<i>R. laticauda</i>		
<i>Rhamdia laticauda</i>	*	<i>T. irregularis</i>	
<i>Theraps irregularis</i>	0.25	*	<i>A. aeneus</i>
<i>Astianax aeneus</i>	0	0.50	*

Figura 27. Índice de similitud de Jaccard para la comparación entre las especies de hospederos.

Las especies de helmintos en los hospederos analizados se comportaron de la siguiente manera:

Nula similitud: *Rhamdia laticauda* con *Astianax aeneus* con 0.

Similitud baja: *R. laticauda* con *Theraps irregularis* con .25.

Similitud media: *T. irregularis* con *A. aeneus* con .50.

En la gráfica de acumulación de especies de helmintos, se aprecia la presencia de tres especies de helmintos el cual representa el 60% de la riqueza obtenida, entre los primeros diez individuos examinados (Figura 28). Se observa una estabilización de la curva al no presentarse más especies de helmintos.

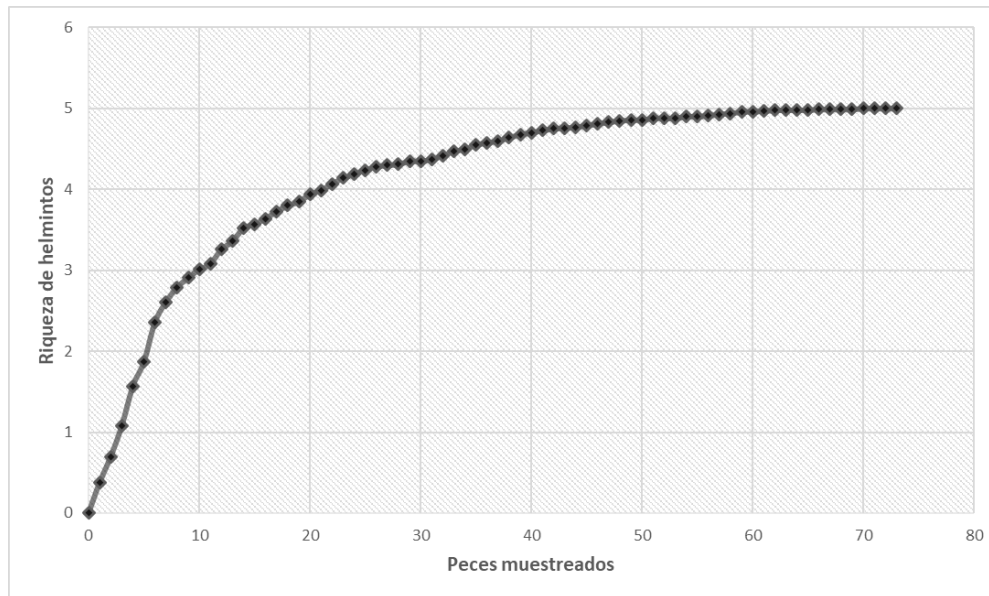


Figura 28. Curva de acumulación de especies de helmintos observado en hospederos del río Jataté.

## VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio, es el primer trabajo sobre helmintos realizado en el río Jataté, uno de los principales ríos de la zona. El registro helmintológico obtenido en el estudio realizado es muy bajo a comparación de otras zonas del estado de Chiapas. Esto puede deberse a las condiciones la zona de estudio, ya que el río no presenta un gran cauce y el número de especies de peces es muy bajo.

La presencia de una mayor cantidad de trematodos tanto de especies como de individuos, determinada en este estudio, confirma lo establecido por Salgado-Maldonado *et al.* (2013), quienes estipularon que de la fauna helmintológica en Chiapas, el grupo de los trematodos en especial metacercarias, predominan sobre los otros grupos de helmintos.

La especie de hospedero que presentó mayor riqueza de helmintos parásitos fue *Rhamdia laticauda*, con tres especies de helmintos, debido a que es un pez de hábitos bentónicos, por lo que su alimentación se basa de organismos que viven en la superficie, primordialmente caracoles y larvas de insectos, el cual tiende a presentar una mayor parasitosis (Rodríguez-González y Vidal-Martínez, 2008).

Las especies de helmintos encontradas en el estudio, ya habían sido registradas en el estado de Chiapas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2010). En el caso *Clinostomum marginatum*, Salgado-Maldonado *et al.* (2010), lo reportan en Chiapas en varias especies de peces entre ellos, *Astianax aeneus*, *Poecilia mexicana*, *Profundulus punctatus* y *Rhamdia laticauda*. En el caso de este estudio se puede puntualizar que es el primer registro de la especie de helminto en *R. laticauda* en la zona, dado que los reportes proporcionados son para el río Chicomuselo al sur de la sierra madre de Chiapas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2010) y en el estado de Oaxaca, en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Barrios-Gutiérrez *et al.*, 2018).

La presencia de quistes de *Clinostomum marginatum* en peces, ocasiona dermatitis eosinofílica moderada, degeneración muscular y deformidad del globo ocular (García *et al.*, 1993 y Costa-Eiras *et al.*, 1999). En humanos no se tiene

reportes de afectaciones, sin embargo, en Corea del Sur se ha dado casos de laringitis por la especie cercana *C. complanatum* (Park *et al.*, 2009).

Anteriormente en México se registraba a *Clinostomum marginatum* bajo el nombre de *Clinostomum complanatum*, Sereno-Uribe *et al.* (2013); mediante el uso de ADN mitocondrial y ribosomal, determinaron que *C. complanatum* no se distribuye en México. Por lo que es común encontrarlo en otros estudios bajo el nombre de *C. complanatum*.

En el estudio realizado, se reportó la presencia de *Genarchella tropica* en *Rhamdia laticauda*, Salgado-Maldonado *et al.* (2010), reportan a este helminto como parásito de *R. laticauda* en el río Chicomosuelo. Al igual Salgado-Maldonado *et al.* (2014), reportan en el río Lacantún a *G. tropica* utilizando como hospedero a *Rhamdia guatemalensis*, siendo este reporte el más cercano a la zona de estudio. En estudios realizados en cenotes de la península de Yucatán, se reporta la presencia de *Genarchella tropica* en peces de la especie *R. guatemalensis* (Scholz *et al.*, 1995a, 1995b).

Se presentó el nematodo *Rhabdochona kidderi* en las especies *Theraps irregularis* y *R. laticauda*, En el Estado, se reporta este parasitando en una gran variedad de especies de peces entre ellos: *Petenia splendida*, *Theraps lentiginosus*, *Thorichthys helleri*, *Vieja hartwegi*, *Vieja intermedia*, *Vieja pearsei* y *Rhamdia laticauda* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2010). Moravec *et al.* (2012) reportan por primera vez la presencia de *R. kidderi* en peces del río Lacantun: *Amphilophus nourissati* y *Theraps irregularis*, actuando como hospederos definitivos, mientras *Eugerres mexicanus*, *Cathorops aguadulce*, *Potamarius nelsoni*, *Ictalurus furcatus* y *Strongylura hubbsi* sirviendo como hospederos paraténicos, además, ello representó nuevos registros de hospedadores para este parásito.

*Astianax aeneus* y *Theraps irregularis* presentaron la metacercaria *Uvulifer* sp, no se logró la determinación específica. Salgado-Maldonado *et al.* (2010), reportan la presencia de *Uvulifer* sp, en *Astianax aeneus*; sin embargo, no lo reporta en *Theraps irregularis* y en este estudio tuvo una prevalencia del 100%. También



se reporta en otros peces con distribución en Chiapas: *Brycon guatemalensis*, *Thorichthys helleri*, *Rhamdia laticauda*, *Poecilia mexicana* y *Xiphophorus helleri*.

Se reporta que la metacercaria de *Uvulifer ambloplitis* está implicada en la mortalidad de organismos juveniles de *Lepomis macrochirus* en Carolina del Norte, EU. Se encontró que la presencia de *U. ambloplitis* ocasionaba un déficit de lípidos y un mayor consumo de oxígeno en peces con una intensidad parasitaria mayor a 50 parásitos por organismo. Este déficit de lípidos ocasionaba que los peces empezaran el invierno agotados y aumentara la mortalidad, sin embargo, cuando no ocurría un cambio de temperatura en el agua, los peces continuaban alimentándose y se recuperaban de la falta de lípidos (Lemly y Esch, 1984), en comparación con los datos obtenidos en el estudio, la intensidad media obtenida en *T. irregularis* y *A. aeneus* fue de 418.3 y 60.53 respectivamente, los cuales son promedios altos y esto podría representar un problema en el ciclo de vida de estas especies de hospedadores; sin embargo, se tendría que realizar análisis en el medio en el que se desarrollan los hospederos.

Las metacercarias asociadas a “black spot” o “black grub” tiene un efecto negativo en el mercado de peces de aguadulce y marinos (Bullard y Overstreet, 2008). Tomando en cuenta que el grupo dominante es el de los trematodos, Bullard y Overstreet (2008) mencionan que la presencia de trematodos digeneos pueden modificar el comportamiento tanto de hospederos intermedios y definitivos silvestres.

## IX. CONCLUSIONES

Se determinaron cuatro especies de peces de importancia alimenticia de la región: *Theraps irregularis*, *Astianax aeneus*, *Rhamdia laticauda* y *Poecilia sphenops*.

Se identificaron tres especies de trematodos digeneos: *Clinostomum marginatum*, *Genarchella tropica* y *Uvulifer* sp. y otro trematodo adulto que no se logró su identificación específica.

*Clinostomum marginatum* y *Uvulifer* sp, se encontraron en estadio de metacercaria, enquistados en tejidos de sus hospedadores.

Los nematodos solo están representados por la especie *Rhabdochona kidderi*.

Todas las especies de helmintos que se presentaron en los peces son endoparásitos.

Todos los parásitos identificados representan los primeros registros en la zona de estudio.

La presencia de *Clinostomum marginatum* en *Rhamdia laticauda*, representa el primer registro de este parásito en este pez en la región.

La presencia de *Uvulifer* sp en *Theraps irregularis*, representa el primer registro del parásito en esta especie de hospedero.

La metacercaria de *Uvulifer* sp, fue el parásito más abundante, presentándose en dos especies de hospederos *Theraps irregularis* y *Astianax aeneus*.

La especie de pez *Rhamdia laticauda*, fue la que presentó más especies de parásitos al presentar tres especies: *Clinostomum marginatum*, *Rhabdochona kidderi* y *Genarchella tropica*.

*Theraps irregularis* fue la especie de pez con mayor abundancia de parásitos. Presentando dos especies de helmintos, *Rhabdochona kidderi* y *Uvulifer* sp, con una abundancia media 418.3 y 3.2 respectivamente.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Realizar muestreos más exhaustivos para acrecentar el número de hospederos analizados.

Es indispensable aumentar la cobertura espacial de los muestreos, si se realizan en más zonas del río es probable la obtención de nuevas especies de hospederos y de individuos parásitos.

El análisis de parámetros fisicoquímicos ayudaría a complementar la información sobre la sanidad del río, utilizándose esa información para posteriores proyectos de aprovechamiento del afluente.

## VIII. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Aguilar-Aguilar, R. y Salgado-Maldonado, G. 2006. Diversidad de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en dos cuencas hidrológicas de México: los helmintos y la hipótesis del México betadiverso. *Interciencia*. 31: 484-490.
- Anzueto-Calvo, M., Velázquez-Velázquez, E., Gómez-González, A., María-Quiñones, R. y Joyce-Olson, B. 2013. Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. UNICACH. México. 139 pp.
- Barrios-Gutiérrez, J., Martínez-Ramírez, E., Gómez-Ugalde, R., García-Varela, M. y Pinacho-Pinacho, C. 2018. Helmintos parásitos de los peces dulceacuícolas de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Región Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: 29-38.
- Brusca, C. R. y Brusca, J. C. 2005. Invertebrados. 2ª ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. España.
- Bullard, S. y Overstreet, S. 2008. Digeneans as enemies of fishes. En: Eiras, J., Segner, H., Wahli, T. y Kapoor, B. (Editores). Fish diseases. Vol. 2. Science Publishers. USA. Pp. 817-976.
- Carballo, V. y García, L. 1993. Manual de Técnicas en parasitología de peces. UJAT. México.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica. 2017. Información Geográfica de Chiapas. <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx>. Consultado el 24 de septiembre de 2017.
- Cordero del Campillo, M., Rojo, V. F., Martínez, F. A., Sánchez, A. M., Hernández, R. S., Navarrete, I., Diez, B. P., Quiroz, R. H. y Carvalho, V. M. 1999. Parasitología veterinaria. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid, España. 935 pp.

- Costa-Eiras, J., Gaspar Goulart-Dias, M., Cezar-Pavanelli, G. y Haruko-Machado, M. Histological studies on the effects of *Clinostomum marginatum* (Digenea, Clinostomidae) in its second intermediate host *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae) of the upper Paraná River, Brazil. 1999. *Acta Scientiarum*. 21: 237-241.
- Cruz-Reyes, A. 2003. Aspectos generales de los céstodos. En: Tay-Zavala, J. (Ed.). Microbiología y parasitología médicas. 3ª ed. Editores Méndez. México. Pp. 534-537.
- Dawes, B. 1968. The Trematoda: With special reference to British and other European forms. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom.
- Díaz-Ruiz, R. 2005. Helmintos parásitos en peces de importancia comercial del sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 66 pp.
- Gállego, B. J. 2006. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- García, L., Osorio-Sarabia, D. y Constantino, F. 1993. Prevalencia de los parásitos y las alteraciones histológicas que producen a las tilapias de la laguna de Amela, Tecomán, Colima. *Veterinaria México*. 24: 199-205.
- Grupo de Alto Nivel de Expertos (HLPE). 2014. La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma, 2014.
- Hernández-Sánchez, J. 2007. Parámetros de infección de *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) en el pez endémico de Chiapas, *Profundulus hildebrandi* Miller, 1950. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010: Ocosingo, Chiapas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Mapa digital Climatología. México. <http://www.beta.inegi.org.mx>. Consultado el 24 de septiembre de 2017
- Jiménez, F., Galaviz, L. y Segovia, F. 1985. Parásitos y enfermedades de la lobina. Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. México.
- Jiménez, F., Galaviz, L., Segovia, F., Garza, H. y Wesche, P. 1986. Parásitos y enfermedades del bagre: *Ictalurus spp.* UANL. Nuevo León, México. Pp. 63-76.
- Jiménez, F. 1992. Parásitos y enfermedades de la trucha. UANL. México.
- Lemly, A. y Esch, G. 1984. Effects of the Trematode *Uvulifer ambloplitis* on juvenile *Bluegill* Sunfish, *Lepomis Macrochirus*: Ecological Implications. *The Journal Parasitology*. 70: 475-492.
- Lira-Guerrero, G., García-Prieto, L. y Pérez-Ponce de León, G. 2008. Helmintos parásitos de atherinópsidos de agua dulce (Osteichthyes: Atheriniformes) del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 325-331.
- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. y Schad G. A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*. 68: 131-133.
- Miller, R. R., Minckley, W.L. y Norris, S. 2009. Peces dulceacuícolas de México. CONABIO, México. 559 pp.
- Monks, S. y Pulido-Flores, G. 2007. Colección de Helmintos. En: Castillo-Cerón, J.M. y Márquez-Luna, J. (Eds.). Colecciones del centro de Investigaciones Biológicas. UAEH. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 23-28

- Moravec, F., Salgado-Maldonado, G., González-Solís, D. y Caspeta-Mandujano, Juan M. 2012. Host-parasite relationships of *Rhabdochona Kidderi* Pearse 1936 (Nematoda: Rhabdochonidae) in fishes of the Lacantún River in the Lacandon rain forest of Chiapas State, southern Mexico, with a key to Mexican species of *Rhabdochona* Raillet, 1916. *Systematic Parasitology*. 82: 1-12.
- Moreno-Moreno, R. 1993. Análisis de infección por la metacercaria de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Trematoda: Diplostomidae) en los peces de la presa Manuel Moreno Torres (Chicoasén), Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 100 pp.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the World*. 4a. ed. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 539 pp.
- Ocaña-Nañez, M. 1992. Fauna helmintológica de los peces de hábitos bentónicos en la presa Manuel Moreno Torres (Chicoasén), Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 118 pp.
- Padilla, A. F. y Cuesta, L. A. 2003. *Zoología aplicada*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. España. Pp. 26-28.
- Park, C., Kim, J., Joo, H. y Kim, J. 2009. A human case of *Clinostomum complanatum* Infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*. 47: 401-404.
- Pérez-Alvarado, L., Álvarez, M., Mojica, A., Dix, M. y Dix, M. 2005. La ictiofauna del Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic y la cuenca del lago Izabal: composición, distribución y ecología. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
- Pérez-Ponce de León, G., y García-Prieto, L. 2001. Diversidad de Helminthos parásitos de vertebrados silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. *Biodiversitas* 37:7-11

- Quiroz, H. 1990. Parasitología. Limusa. México. 827 pp.
- Rodríguez-González, A y Vidal-Martínez, V. 2008. Las comunidades de helmintos del lenguado (*Symphurus plagiusa*) en la costa de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79:159-173.
- Rosas-Valdez, R. y Pérez-Ponce de León, G. 2008. Composición taxonómica de los helmintos parásitos de ictalúridos y heptatéridos (Osteichthyes: Siluriformes) de México con una hipótesis de homología biogeográfica primaria. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 79: 473-499.
- Ruppert, E. y Barnes, R. D. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6ª ed. Mc Graw Hill Interamericana. México. 1064 pp.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E., Pineda-López, R., Caspeta-Mandujano, J., Aguilar-Castellanos, E. y N. Mercado-Silva. 2004a. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, east central Mexico. *Comparative Parasitology*. 71(2): 190-202.
- Salgado-Maldonado, G., Mercado-Silva, N., Cabañas-Carranza, G., Caspeta-Mandujano, J., Aguilar-Aguilar, R. y L. I. Iñiguez-Davalos. 2004b. Helminth parasites of freshwater fishes of the Ayuquila river, Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, west central Mexico. *Comparative parasitology*. 71(1): 67-72.
- Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R., Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E. y C. Mendoza-Palmero. 2005. Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, México. *Parasitology Research*. 96: 69-89.
- Salgado-Maldonado, G. 2009a. Atlas de helmintos de peces de agua dulce de México (Las especies más comunes de helmintos). Universidad Nacional Autónoma de México. México.



- Salgado-Maldonado, G. 2009b. Manual de prácticas de Parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J., Moravec, F., Soto-Galera, E., Rodiles-Hernández, R., Cabañas-Carranza, G. y Montoya-Mendoza, J. 2010. Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*. 108:31-59.
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J., Moravec, F., Soto-Galera, E., Cabañas-Carranza, G. y Rodiles-Hernández, R. 2013. Helmintos parásitos de peces de agua dulce. En: Cruz-Angón, A., Daniela-Melgarejo, E., Camacho-Rico, F. y Nájera-Cordero, K. (Coordinadores). La biodiversidad en Chiapas: Estudio de estado. Vol. 2. CONABIO, Gobierno del estado de Chiapas. México. Pp. 173-180.
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta, J., Ramírez, C., Lozano, L., García, M. y Mendoza, E. 2014. Helmintos parásitos de los peces del Rio Lacantún en la Reserva de la Biósfera Montes Azules, Chiapas. UANL. México. 147 p.
- Salgado-Maldonado, G., y Rubio-Godoy, M. 2014. Helmintos parásitos de peces de agua dulce introducidos. En: R. Mendoza y P. Koleff (Coordinadores). Especies acuáticas invasoras en México. CONABIO. México. Pp. 269-285.
- Sanmartín, M. L., Quintero, P., Iglesias, R., Santamaria, M. T., Leiro, J. y Ubeira, F. M. 1994. Nematodos parásitos en peces de las costas gallegas. Diaz de Santos S.A. Madrid, España. Pp 1-4.
- Scholz, T., Vargas-Vázquez, J., Moravec, F., Vivas-Rodríguez, C. y Mendoza-Franco, E. 1995a. Cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula, Mexico as a habitat of adult trematodes of fish. *Folia parasitológica*. 42:37-47.
- Scholz, T., Vargas-Vázquez, J. y Salgado-Maldonado, G. 1995b. Revision of *Genarchella* species (digenea: Derogenidae) parasitizing freshwater fishes in Mexico and Central America. *Journal of Natural History*. 29: 1403-1417.

- Sereno-Urbe, A., Pinacho-Pinacho, C., García-Varela, M. y Pérez-Ponce de León, G. 2013. Using mitochondrial and ribosomal DNA sequences to test the taxonomic validity of *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 in fish eating birds and freshwater fishes in Mexico, with the description of a new species. *Parasitology Research*. 112: 2855-2870.
- Storer, I. T., Usinger, L. R., Stebbins, C. R. y Nybakken, W. J. 2010. Zoología General. 6ª ed. Omega. España. 954 pp.
- Velázquez-Velázquez, E., Rivera-Velázquez, G., Pérez-Farrera, M. y Chávez-Cortazar, A. 2014. Introducción de especies exóticas: implicaciones para la biodiversidad. En: Miceli-Méndez, C. y F. Reyes-Escutia (Coordinadores). Biodiversidad y Sustentabilidad: Investigaciones sobre la biodiversidad para el desarrollo social. Vol. 2. UNICACH. Chiapas, México. Pp 113-136.G
- Vidal-Martínez, Víctor M., Aguirre-Macedo, María L., Scholz, T., González-Solís, D. y Mendoza-Franco, Édgar F. 2002. Atlas de helmintos parásitos de cíclidos de México. IPN. Distrito Federal. México.