

00343



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

11

*Helmintos parásitos de algunas especies de Aterínidos  
(Pisces: Atherinidae) de La Mesa Central de México.*

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:  
Maestra en Ciencias (Biología Animal)  
**P R E S E N T A :**  
**GEORGINA LIRA GUERRERO**

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. Luis García Prieto

MÉXICO, D.F.

2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

A Jorge ...

A mi Papá, Ade, Edith, Sebastián, Ana, Pepe, Stephanie, Natalie, Cristina, Gabriel, Omar, bebé,  
Bertha, Raúl, Alejandro y Aarón por todo el cariño, apoyo y memorables momentos compartidos.

A todos mis amigos por su apoyo en las buenas y malas etapas que se han presentado a lo largo del  
tiempo que hemos compartido.

## **Agradecimientos**

Al Dr. Héctor Hernández Macías, Director del Instituto de Biología y al Dr. Fernando Álvarez Noguera, Jefe del Departamento de Zoología del mismo Instituto, por haberme permitido hacer uso de las instalaciones.

Al M. en C. Luis García Prieto, a quien le agradezco la dirección de este trabajo, el haberme interesado en el estudio de los parásitos y a quien le tengo una gran admiración. Gracias.

Al Dr. Gerardo Pérez-Ponce de León, por su disposición y ayuda hacia mi trabajo, el permitir que me integrara a sus proyectos, a partir de los cuales surgió la presente tesis (y la anterior) y a quien le agradezco sus críticas y comentarios al presente trabajo y por quien siento un respeto muy especial por su dedicación en el campo de la investigación.

Al Dr. Rafael Lamothe Argumedo, porque me permitió hacer uso de las instalaciones del Laboratorio de Helmintología y quien me ayudó en la resolución de algunos problemas taxonómicos. Agradezco sus críticas y comentarios al presente trabajo.

Al Dr. Fernando W. Bernal Brooks, por formar parte del comité tutorial, por sus comentarios y ayuda durante la realización del presente trabajo.

A la Dra. Virginia León Regagnón, por ser parte del sínodo, por sus comentarios y críticas y por ser un ejemplo de superación gracias a su tenacidad.

A la Dra. María Esther Martínez Murillo, por ser parte del sínodo y por sus acertados comentarios.

A la M. en C. Leticia Huidobro Campos por la revisión crítica del presente trabajo.

A todos los compañeros que participaron en el trabajo de campo para que este trabajo se pudiera llevar al cabo: Gerardo, Luis, Agustín (Gus), Berenit, Ulises, Angélica, Rosario, Jorge y Sol.

A los compañeros y amigos del laboratorio, gracias a los cuales pasé momentos muy agradables durante mi estancia en él

Al Proyecto 27996 N de CONACyT, gracial al cual se pudo realizar el presente trabajo.

## RESUMEN

Para la realización de este estudio se efectuaron ocho muestreos, de abril de 1997 a mayo de 1998, en seis localidades de la Mesa Central de México, en las que se recolectaron siete especies de peces pertenecientes a la familia Athetiniidae: *Chirostoma attenuatum* y *C. estor* (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén); *C. grandocule* (lago de Pátzcuaro); *C. jordani* (lago de Cuitzeo); *C. humboldtianum* (lago de Zacapu), todas en el estado de Michoacán y en el estado de Puebla, *Poblana letholepis* (lago La Mina) y *P. alchichica squamata* (lago Quechulac); para este último, se efectuó por primera vez el análisis de su helmintofauna.

En los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén los muestreos se realizaron en las épocas de lluvias (mayo-octubre) y secas (noviembre-abril), por lo que el análisis de las helmintofaunas en estos cuerpos de agua se realizaron global y temporalmente.

A partir de estos muestreos se estableció el registro helmintológico para las siete especies de hospederos constituido 15 especies de helmintos, seis de las cuales fueron tremátodos, cinco en etapa larvaria (*Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, *Ochetosoma sp.*, *Posthodiplostomum minimum*, *Pygidiopsis sp.*, *Uvulifer sp.*) y un adulto (*Allocreadium mexicanum*); tres de céstodos, *Bothriocephalus acheilognathi* (plerocercoides y adultos), *Cyclophyllidea gen. sp.* (cisticercoides), *Ligula intestinalis* (plerocercoides); una de acantocéfalo, *Polymorphus brevis* (cistacantos); cuatro de nemátodos, dos larvas (*Contracaecum sp.*, *Eustrongylides sp.*) y dos adultos (*Pseudocapillaria tomentosa*, *Spinitectus osorioi*) y una de hirudíneo en estado adulto (*Myzobdella patzcuarensis*)

Las especies de helmintos más distribuidas entre los peces fueron: *Bothriocephalus acheilognathi* que se encontró parasitando a seis especies de peces: *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. jordani*, *C. humboldtianum* y *Poblana alchichica squamata* así como *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, *Posthodiplostomum minimum* y *Polymorphus brevis* que se colectaron en cinco especies de hospederos cada uno.

*Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro se constituyó como el hospedero con el registro más amplio de parásitos, al presentar diez especies de helmintos (cuatro tremátodos, tres nemátodos y un céstodo, acantocéfalo e hirudíneo, respectivamente), mientras que los peces con el menor número de helmintos correspondieron a *Poblana letholepis* del lago La Mina con una especie de tremátodo y una de nemátodo y *P. alchichica squamata* del lago Quechulac, en el que se colectaron una especie de tremátodo y una de céstodo. El estado de desarrollo que se presentó con mayor frecuencia fue el larvario (60% de las especies del registro) y sobresalieron las metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* que parasitaron cuatro especies de hospederos en tres localidades.

Las especies de helmintos que alcanzaron los valores más altos de prevalencia y abundancia fueron estadios larvarios: metacercarias de *P. minimum* en los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y La Mina; cisticercoides de ciclofilídeos en Cuitzeo; metacercarias de *Pygidiopsis sp.* en Zacapu y metacercarias de *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* en Quechulac. Lo anterior es atribuido a las características físicas y ecológicas de cada localidad, que determinan la abundancia y distribución de los hospederos intermediarios en cada cuerpo de agua y por lo tanto, también la de las especies de helmintos. La presencia de los hospederos definitivos de

estas especies (aves) en un área determinada se debe a que ahí encuentran los recursos y las condiciones en las que pueden sobrevivir; su coexistencia con parásitos facilita la infección, misma que también está bajo la influencia de las condiciones en la localidad.

El registro helmintológico de los aterínidos del lago de Pátzcuaro durante la época de lluvias alcanzó una riqueza de diez especies, en donde el grupo de los tremátodos fue el que aportó el mayor número de especies (cuatro). El 50% de las especies del registro se encontraron en etapa larvaria y el 50% restante utilizan a los peces como hospederos definitivos; en esta temporada *Chirostoma attenuatum* registró seis especies de helmintos, *C. estor* diez y *C. grandocule* cinco. Durante la época de sequía la riqueza descendió considerablemente, habiendo colectado únicamente cuatro especies, dos en estado larval y dos adultos, siendo notorio el decremento del número de especies de tremátodos.

En lo que respecta al lago de Zirahuén, las tres especies del registro estuvieron presentes en ambas temporadas para *C. attenuatum*; mientras que para *C. estor* la riqueza disminuyó durante la época de secas, colectándose sólo dos especies.

La comparación de las infecciones helmintológicas por épocas establece nuevamente a *P. munimum* como la especie más abundante y prevalente en ambas temporadas; asimismo, durante las lluvias es mayor el número de especies de helmintos y los niveles de infección registrados en todas las especies de hospederos, lo cual puede argumentarse porque es en esta época cuando aumentan las poblaciones de los organismos que actúan como primeros hospederos intermediarios de los parásitos, lo que facilita que sus ciclos biológicos se completen.

Los atributos de las comunidades de helmintos de los aterínidos en las distintas localidades (globalmente y por temporadas) se ajustaron al patrón descrito con anterioridad para peces dulceacuícolas, como asociaciones pobres, poco diversas y con una alta dominancia ejercida por una sola especie de parásito; este último rasgo ocasionó una alta similitud cualitativa y cuantitativa sólo entre algunas infracomunidades.

La estructura de las infracomunidades de helmintos en los aterínidos está determinada por la dieta de los peces, ya que para nueve de las quince especies de parásitos ésta fue la vía de infección, por lo tanto, la riqueza tuvo una relación directa con la ingestión de las formas infectivas; sin embargo, en la abundancia el papel principal lo ejerce la penetración activa de las etapas larvarias de cinco especies de tremátodos, factor que se vio favorecido por la reproducción asexual que realizaron estos helmintos en su primer hospedero intermediario.

Los patrones observados en la estructuración de las infracomunidades de helmintos se deben principalmente a los hábitos alimenticios de los peces, que promovieron la riqueza, ya que nueve especies de parásitos entraron por esta vía y al proceso de penetración seguido por las especies más representadas numéricamente, el cual fue determinante para la abundancia que lograron las formas larvarias de cinco taxa de tremátodos; lo anterior guarda estrecha relación con la historia evolutiva de los aterínidos que representan ambientes con similitudes físicas y químicas elevadas, siendo susceptibles a las mismas especies de parásitos; asimismo, el origen común de los cuerpos de agua muestreados, provee condiciones ecológicas similares para el desarrollo de las mismas especies de helmintos.

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1. Estudios helmintológicos de atherinidos en México	2
2.2. Estudios sobre comunidades de helmintos en atherinidos de Mexico	4
3. GENERALIDADES SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS HOSPEDEROS	11
4. OBJETIVOS	13
4.1. General	13
4.2. Particulares	13
5. ÁREA DE ESTUDIO	14
5.1. Caracterización general de las localidades de estudio	14
6. MATERIAL Y MÉTODO	20
6.1. Recolección y revisión de hospederos	20
6.2. Fijación de helmintos	21
6.3. Procesamiento del material helmintológico	21
6.4. Registro helmintológico	21
6.5. Análisis ecológico	22
7. RESULTADOS	25
7.1. Registro helmintológico	25
7.2. Caracterización de los helmintos	30
7.2.1. Trematoda	30
7.2.2. Cestoda	39
7.2.3. Acanthocephala	44
7.2.4. Nematoda	47
7.2.5. Hirudinea	55
7.2.6. Patrones de transmisión	57
7.3. Caracterización de las infecciones	58
7.4. Descripción de las comunidades de helmintos	66
7.4.1. Análisis de infracomunidades	73
7.4.2. Similitud cualitativa intraespecífica	79
7.4.3. Similitud cuantitativa intraespecífica	79
7.4.4. Similitud interespecífica	81
8. DISCUSIÓN	82
8.1. Registro helmintológico	82
8.2. Caracterización de la infección	86
8.3. Análisis de las infracomunidades	90
9. CONCLUSIONES	97
10. LITERATURA CITADA	99
Apéndice 1	108
Apéndice 2	108

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 1. INTRODUCCIÓN

El parasitismo es una forma de vida que se ha originado entre los distintos grupos zoológicos en diferentes épocas; de acuerdo con Rohde (1993), puede ser definido como una estrecha asociación entre dos organismos, uno de los cuales (el parásito) depende del otro (el hospedero) y como resultado de esta relación se producen beneficios para el primero y ocasionalmente daño para el segundo.

Como una muestra de la gran diversidad existente entre los parásitos, está el grupo de los helmintos, organismos vermiformes que pueden ser parásitos del hombre, animales y plantas y aunque en la naturaleza se encuentran infectando a individuos o poblaciones, es muy difícil comprobar el daño que ocasionan ya que pueden estar provocando efectos negativos que son poco evidentes.

En este sentido, los estudios helmintológicos en poblaciones silvestres, particularmente de peces, son importantes por varias razones: en primer lugar, permiten obtener un conocimiento más amplio de la relación entre el parásito y el hospedero, el cual a su vez, sirve como base para la elaboración de medidas de prevención contra problemas provocados por helmintos en peces que son de interés comercial. En segundo lugar, el éxito en el cultivo de distintas poblaciones de peces depende no sólo de su potencial económico y alimentario, sino también de las condiciones sanitarias idóneas para la prevención y el manejo de parásitos y finalmente, el conocimiento obtenido permitirá ser más objetivos sobre los traslados o siembras de los recursos pesqueros (Salgado y Osorio, 1987).

La presencia de parásitos en sus hospederos, la interacción entre ambas especies, la relación de éstas con el ambiente, así como la relación con otras especies de parásitos y de hospederos han sido determinantes para que los estudios helmintológicos puedan ser abordados desde un enfoque ecológico, con lo que se dan las posibilidades de análisis y un entendimiento más profundo del fenómeno (Vidal, 1988)<sup>1</sup>

Los estudios ecológicos sobre helmintos se han efectuado en dos niveles principales: población y comunidad, ésta última definida como una agrupación de poblaciones que se presentan juntas en el espacio y el tiempo (Begon *et al.*, 1988).

Las comunidades de helmintos tienen varios rasgos particulares, entre los que destaca su jerarquización, ya que para la búsqueda de los patrones y procesos que dan lugar a su estructuración, se han clasificado en tres niveles: 1) Infracomunidad, poblaciones de todas las especies de parásitos dentro de un hospedero individual (cada hospedero es una réplica); 2) Componente de comunidad, todas las infracomunidades dentro de una población (o muestra de ésta) de hospederos; 3). Comunidad compuesta, formada por todas las especies de parásitos con todos sus hospederos intermediarios y definitivos, así como sus fases de vida libre dentro de un ecosistema (Holmes y Price, 1986).

---

<sup>1</sup> Vidal, M. V. M. 1988. Caracterización de la infracomunidad de helmintos del tubo digestivo de *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther, 1863) (Pisces: Cichlidae en el Estero de Celestún, Yucatán Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México 100 pp.

De acuerdo con Begon *et al.* (1988), los atributos que definen la estructura de las comunidades son la riqueza, abundancia, diversidad, equidad y dominancia.

Kennedy (1990) al estudiar las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas, señaló que a nivel de infracomunidad y componente de comunidad, se caracterizan por ser pobres, por su baja diversidad y por estar dominadas principalmente por una especie de helminto, la cual es de tipo generalista.

Este autor menciona que la presencia y abundancia de las especies dominantes es consecuencia de eventos de colonización azarosa que afectan a ambos tipos de especies: especialistas y generalistas; sin embargo, la elevada abundancia que puede presentarse es el resultado de condiciones favorables en la transmisión para estas últimas dentro de la localidad; a partir de lo anterior, propone que el principal determinante de las comunidades de helmintos es el ambiente (condiciones del hábitat), ya que los factores ecológicos "promueven" la colonización y por consiguiente, los altos índices de transmisión.

Otros factores que también participan en el establecimiento de la estructura de las comunidades de helmintos son: vagilidad del hospedero, ya que su desplazamiento puede realizarse en áreas extensas y diversos lugares o restringirse a movimientos locales sobre áreas pequeñas; lo primero le permite al hospedero ampliar su exposición a diferentes parásitos en los distintos sitios en los que se distribuye (Kennedy, 1990); además, los peces pueden ser parasitados de acuerdo con dos estrategias de colonización que presentan los helmintos: autogenia (especies que cierran su ciclo de vida en un ambiente acuático) y alogenia (helmintos que utilizan como hospederos definitivos a vertebrados externos a este ambiente para completar su ciclo) (Esch *et al.*, 1990); ambas estrategias son empleadas por los parásitos de peces, los cuales pueden llegar a éstos de forma pasiva a través de la ingestión del alimento o de manera activa, por lo que cualquier hospedero, no importando su capacidad de desplazamiento o sus hábitos alimentarios, está expuesto a helmintos con ciclo de vida indirecto, en los que alguna etapa larvaria infectiva se introduce al pez por penetración, o bien, con ciclo de vida directo, lo que contribuye a aumentar la riqueza específica de la comunidad (Kennedy *et al.*, 1986).

Además, las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas son consideradas aislacionistas, ya que las especies componentes se presentan en bajas abundancias, poseen reducida capacidad de colonización y no tienen interacciones entre sí (Kennedy, 1990).

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Estudios helmintológicos de aterínidos en México**

La helmintología de peces dulceacuícolas y marinos es una línea de investigación que en nuestro país ha tenido una continuidad de cuando menos 60 años; los estudios helmintológicos tienen una aplicación que puede ser inmediata y su desarrollo es de gran importancia en el contexto socioeconómico de México. Pérez-Ponce de León *et al.* (1996), al hacer una revisión sobre los trabajos helmintológicos realizados sobre estos hospederos, señalaron que hasta esa fecha, habían sido estudiadas 31 familias de

De acuerdo con Begon *et al.* (1988), los atributos que definen la estructura de las comunidades son la riqueza, abundancia, diversidad, equidad y dominancia.

Kennedy (1990) al estudiar las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas, señaló que a nivel de infracomunidad y componente de comunidad, se caracterizan por ser pobres, por su baja diversidad y por estar dominadas principalmente por una especie de helminto, la cual es de tipo generalista.

Este autor menciona que la presencia y abundancia de las especies dominantes es consecuencia de eventos de colonización azarosa que afectan a ambos tipos de especies: especialistas y generalistas; sin embargo, la elevada abundancia que puede presentarse es el resultado de condiciones favorables en la transmisión para estas últimas dentro de la localidad; a partir de lo anterior, propone que el principal determinante de las comunidades de helmintos es el ambiente (condiciones del hábitat), ya que los factores ecológicos "promueven" la colonización y por consiguiente, los altos índices de transmisión.

Otros factores que también participan en el establecimiento de la estructura de las comunidades de helmintos son: vagilidad del hospedero, ya que su desplazamiento puede realizarse en áreas extensas y diversos lugares o restringirse a movimientos locales sobre áreas pequeñas; lo primero le permite al hospedero ampliar su exposición a diferentes parásitos en los distintos sitios en los que se distribuye (Kennedy, 1990); además, los peces pueden ser parasitados de acuerdo con dos estrategias de colonización que presentan los helmintos: autogenia (especies que cierran su ciclo de vida en un ambiente acuático) y alogenia (helmintos que utilizan como hospederos definitivos a vertebrados externos a este ambiente para completar su ciclo) (Esch *et al.*, 1990); ambas estrategias son empleadas por los parásitos de peces, los cuales pueden llegar a éstos de forma pasiva a través de la ingestión del alimento o de manera activa, por lo que cualquier hospedero, no importando su capacidad de desplazamiento o sus hábitos alimentarios, está expuesto a helmintos con ciclo de vida indirecto, en los que alguna etapa larvaria infectiva se introduce al pez por penetración, o bien, con ciclo de vida directo, lo que contribuye a aumentar la riqueza específica de la comunidad (Kennedy *et al.*, 1986).

Además, las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas son consideradas aislacionistas, ya que las especies componentes se presentan en bajas abundancias, poseen reducida capacidad de colonización y no tienen interacciones entre sí (Kennedy, 1990).

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Estudios helmintológicos de aterínidos en México**

La helmintología de peces dulceacuícolas y marinos es una línea de investigación que en nuestro país ha tenido una continuidad de cuando menos 60 años; los estudios helmintológicos tienen una aplicación que puede ser inmediata y su desarrollo es de gran importancia en el contexto socioeconómico de México. Pérez-Ponce de León *et al.* (1996), al hacer una revisión sobre los trabajos helmintológicos realizados sobre estos hospederos, señalaron que hasta esa fecha, habían sido estudiadas 31 familias de

peces de aguas continentales (en su mayoría, dulceacuícolas) y dentro de éstas, se ha establecido el registro helmintológico para 131 especies de hospederos. Entre éstos, los aterínidos han sido objeto de numerosos estudios helmintológicos debido a su importancia biológica (endemismos) y comercial; aunque sólo para algunas especies que integran a la familia. Como parásitos de aterínidos de México se han registrado un total de 26 taxa de helmintos, refiriendo la presencia de nueve especies de tremátodos, cuatro de céstodos, una de acantocéfalo, nueve de nemátodos y tres de hirudíneos (Tabla 1). De las 26 especies de helmintos registradas en estos peces, cuatro resultaron ser nuevas: el tremátodo *Allocreadium mexicanum*, los nematodos *Laurotravassoxyuris bravoae* y *Spinitectus osorioi*, además del hirudíneo *Myzobdella patzcuarensis*.

Por su parte, entre los peces estudiados en esta familia, destacan *Chirostoma estor* y *C. attenuatum* por presentar el registro helmintológico con el mayor número de especies: 14 y 13 respectivamente; siguen con un menor número de especies *C. humboldtianum* con once; *C. jordani* con ocho; *Poblana alchichica* con siete; *Chirostoma grandocule* con seis; *Melaniris balsanus* con cinco; *C. ocolanae* con cuatro y *P. letholepis* con tres, registrándose solamente una especie de helminto para *C. bartoni*, *C. consocium* y *Chirostoma* sp. Sin embargo, es importante aclarar que la mayoría de estos registros han sido obtenidos de los muestreos realizados en distintos tiempos y localidades, principalmente de la Mesa Central.

El tremátodo *Posthodiplostomum minimum* y los céstodos *Bothriocephalus acheilognathi* y *Ligula intestinalis* sobresalen como las especies con mayor distribución entre los hospederos estudiados, al encontrarse en seis, nueve y ocho especies, respectivamente. Asimismo, las especies de helmintos con una distribución más amplia entre peces de los lagos de la Mesa Central son *P. minimum* y *B. acheilognathi*, ambas registradas en Alchichica, Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén, además de Zacapu para la primera y Chapala, Cointzio y La Preciosa para la segunda.

Los trabajos helmintológicos sobre aterínidos son abundantes, teniendo principalmente un enfoque taxonómico y descriptivo de las especies de parásitos; no obstante, a últimas fechas se han realizado estudios que han abordado otros aspectos, como el análisis de los niveles de infección que las helmintiasis alcanzan en sus hospederos (Espinosa, 1993<sup>2</sup>; Salazar 1994<sup>3</sup>; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>; Villeda, 1997<sup>5</sup>;

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993. Composición de la comunidad de helmintos del "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* Meck, 1902 (Pisces) en dos lagos del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 117 pp

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994. Estudio comparativo de las comunidades de helmintos en tres especies de aterínidos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 56 pp

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995. Algunos aspectos ecológicos de las helmintiasis que afectan a las especies de peces endémicas del lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 83 pp.

<sup>5</sup> Villeda, G. L. 1997. Botriocéfalo en peces del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México 69 pp

Guzmán y García, 1999 y Juárez, 1999<sup>6</sup>) o bien, el efecto que éstos ocasionan (Flores, 1998<sup>7</sup>).

## 2.2. Estudios sobre comunidades de helmintos en aterínidos de México

Con respecto a las comunidades de helmintos se han estudiado aterínidos de los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Zacapu lo cual ha permitido establecer que tanto a nivel de infracomunidad como de comunidades componente, pueden considerarse depauperadas, al exhibir valores de riqueza, diversidad y equidad reducidos siendo dominadas por una sola especie de helminto: *P. minimum* en los dos primeros lagos, lo que ha provocado elevados niveles de similitud entre las comunidades de helmintos de peces en estos cuerpos de agua (Salazar, 1994<sup>3</sup>; Espinosa-Huerta *et al.*, 1996; Juárez, 1999<sup>6</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000) y *Pygidiopsis* sp. en Zacapu (Galicia, 2001<sup>8</sup>).

Con base en lo anterior, han surgido propuestas acerca de los procesos que determinan la estructuración de las comunidades de helmintos, entre los que sobresalen: 1) la biología de los parásitos: ciclo de vida (hospederos intermediarios y definitivos que intervienen); tipo de transmisión y estrategias de colonización, así como el grado de especificidad hacia sus hospederos; 2) biología del hospedero: hábitos alimentarios y conductuales (el estar frecuentemente a orillas del lago incrementa la probabilidad de contacto con formas infectivas, como en el caso de las cercarias de *P. minimum*); 3) susceptibilidad diferencial de los hospederos a ser infectados y 4) las características del cuerpo de agua: condiciones del lago que intervienen en la disponibilidad de hospederos intermediarios y definitivos, lo que incide en los niveles de infección o en la prevalencia y abundancia de las especies (Salazar, 1994<sup>3</sup>; Espinosa-Huerta *et al.*, 1996; Juárez, 1999<sup>6</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Galicia, 2001<sup>8</sup>).

De acuerdo con lo antes mencionado, las comunidades de helmintos parásitos de los aterínidos concuerdan con lo establecido por Kennedy *et al.* (1986) para comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas, al ser significativamente más pobres y menos diversas que las registradas en otros hospederos, particularmente aves y mamíferos; de la misma forma, diferentes autores coinciden con Kennedy *et al.* (1986) en cuanto a las causas de esta estructura, es decir, la simplicidad del aparato gastrointestinal, la baja demanda de energía por su condición de poiquiloterms, su reducida vagilidad y las restringidas dietas exhibidas por los peces.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999. Fauna helmintológica del "pescado blanco" *Chirostoma estor* var. *copandaro* del Lago de Zirahuén, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 62 pp.

<sup>7</sup> Flores, N. E. 1998. Estudio Poblacional de tres especies de *Poblana* (Pisces: Atherinopsidae) en tres lagos cráter de Puebla, México. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 101 pp.

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001. Helmintofauna de algunas especies de peces del Lago de Zacapu, Michoacán. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 97 pp.

Tabla 1. Registro helmintológico de las especies de aterínidos estudiadas previamente en México.  
(Los números corresponden con el registro bibliográfico al final de la Tabla).

	<i>Chirostoma attenuatum</i>	<i>Chirostoma bartoni</i>	<i>Chirostoma consocium</i>	<i>Chirostoma estor</i>
<b>TREMATODA</b>				
<i>Allocreadium</i> sp				
<i>Allocreadium mexicanum</i>	27,40,42,43			2,8,27,33,42,43,45
<i>Centrocestus formosanus</i>				
<i>Clinostomum complanatum</i>				
"Diplostomulum" gen sp				31
<i>Diplostomium (Tylodelphys) sp</i>	9,10,11,22,33,47			9,10,21,22,33,43,47
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	9,10,11,27,36,37,40,42,43			8,10,21,25,27,32,33,34,35,36,37,38,42,43,45,46,47
<i>Pygidiopsis</i> sp				
<i>Uvulifer</i> cf sp				
<b>CESTODA</b>				
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	9,11,17,27,42,43			8,10,17,19,27,30,44,45
<i>Cyclophyllidea</i> gen sp	27,40,42			
<i>Ligula intestinalis</i>	1,39,49	49	15,16,49	12,47
<i>Proteocephalidea</i> gen sp	10,27,42			10,27,42
<b>ACANTHOCEPHALA</b>				
<i>Polymorphus brevis</i> *	27,30,40,42,43			8,27,30,33,42,43,45,47
<b>NEMATODA</b>				
<i>Contracaecum</i> sp	42			
<i>Eustrongylides</i> sp	9,11,27,40,42,43			10,42,43
<i>Laurottravassoxyuris bravoae</i>				
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> **	40,42			10,27,30,33,42,43,45
<i>Rabdochona</i> sp				
<i>Spintectus</i> sp				21
<i>Spintectus osorioi</i> ***	9,11,27,40,42,43			2,8,10,27,30,33,42,43,45,47
<i>Spirocamallanus pereirai</i>				
<i>Spiroxys</i> sp	27,42,43			30,45
<b>HIRUDINEA</b>				
<i>Myzobdella</i> sp				
<i>Myzobdella lugubris</i>				
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	43			8,10,23,24,30,33,43,45

Especies registradas como:

\* *Arhythmorhynchus brevis*

\*\* *Capillaria patzcuarensis*

\*\*\* *Spintectus carolini*

Tabla 1 Continuación

(Los números corresponden con el registro bibliográfico al final de la Tabla).

	<i>Chirostoma grandocule</i>	<i>Chirostoma humboldtianum</i>	<i>Chirostoma jordani</i>	<i>Chirostoma ocotlanae</i>	<i>Chirostoma</i> sp
<b>TREMATODA</b>					
<i>Allocreadium</i> sp		5			
<i>Allocreadium mexicanum</i>	27,32,42				
<i>Centrocestus formosanus</i>		5			
<i>Clinostomum complanatum</i>		5,14			
"Diplostomulum" gen sp					
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp.</i>		14	20		
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	10,27,36,37,42,43	5	3,10,20		
<i>Pygidiopsis</i> sp		14			
<i>Uvulifer</i> et. sp		14			
<b>CESTODA</b>					
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	17	6,14	3,4,10,17,18,48	1	
<i>Cyclophyllidea</i> gen sp					
<i>Ligula intestinalis</i>			26		12
<i>Proteocephalidea</i> gen. sp		14		1,39,49	
<b>ACANTHOCEPHALA</b>					
<i>Polymorphus brevis</i> *	43	5,14	3		
<b>NEMATODA</b>					
<i>Contraecaecum</i> sp			3,10	1	
<i>Eustrongylides</i> sp			3		
<i>Lawotravassoxytu is bravoae</i>					
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> **		14			
<i>Rabdochona</i> sp					
<i>Spinitectus</i> sp					
<i>Spinitectus osorioi</i> ***	43				
<i>Spirocamallanus perenai</i>					
<i>Spiroxys</i> sp.			3		
<b>HIRUDINEA</b>					
<i>Myzobdella</i> sp					
<i>Myzobdella lugubris</i>				1	
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	7				

Especies registradas como:

\* *Arhythmorhynchus brevis*\*\* *Capillaria patzcuarensis*\*\*\* *Spinitectus carolin*

Tabla 1. Continuación

(Los números corresponden con el registro bibliográfico al final de la Tabla).

	<i>Melaniris balsanus</i>	<i>Poblana alchichica</i>	<i>Poblana letholepis</i>
<b>TREMATODA</b>			
<i>Allocreadium</i> sp.			
<i>Allocreadium mexicanum</i>			
<i>Centrocestus formosanus</i>			
<i>Clinostomum complanatum</i>			
"Diplostomulum" gen sp			
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp			
<i>Posthodiplostomum minimum</i>		41	
<i>Pygidiopsis</i> sp.			
<i>Uvulifer</i> cf Sp			
<b>CESTODA</b>			
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	17,28	13	13
<i>Cyclophyllidea</i> gen sp			
<i>Ligula intestinalis</i>		13,39	
<i>Proteocephalidea</i> gen. sp			
<b>ACANTHOCEPHALA</b>			
<i>Polymorphus brevis</i> *			
<b>NEMATODA</b>			
<i>Contraecum</i> sp.	28		
<i>Eustrongylides</i> sp		41	
<i>Lauotriavassoxyuris bravoae</i>	28,29		
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> **			
<i>Rabdochona</i> sp.		13	13
<i>Spinitectus</i> sp			
<i>Spinitectus osorioi</i> ***			
<i>Spirocamallanus pereirai</i>	28		
<i>Spiroxys</i> sp		41	
<b>HIRUDINEA</b>			
<i>Myzobdella</i> sp		13	13
<i>Myzobdella lugubris</i>			
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	28		

Especies registradas como:

\* *Arhythmorhynchus brevis*\*\* *Capillaria patzcuarensis*\*\*\* *Spinitectus carolini*

### Autores y localidades de los trabajos que aparecen en la Tabla 1.

- (1) Aguilar, 1985 (lago de Chapala) <sup>9</sup>
- (2) Aguirre *et al.*, 1986 (lago de Pátzcuaro) <sup>10</sup>
- (3) Álvarez y Lamothe, 1994(a) (lago de Cuitzeo) <sup>11</sup>
- (4) Álvarez y Lamothe, 1994(b) (lago de Cuitzeo) <sup>12</sup>
- (5) Arévalo *et al.*, 1994 (lago de Zacapu) <sup>13</sup>
- (6) Astudillo y Soto 1997 (Embalse Cointzio)
- (7) Caballero, 1940 (lago de Pátzcuaro)
- (8) Cabrera *et al.*, 1988 (lago de Pátzcuaro) <sup>14</sup>
- (9) Espinosa, 1993 (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén) <sup>2</sup>
- (10) Espinosa *et al.*, 1992 (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén) <sup>15</sup>
- (11) Espinosa y García, 1993 (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén) <sup>16</sup>
- (12) Flores, 1953 (lago de Pátzcuaro)
- (13) Flores, 1998 (lagos de Alchichica, La Mina y Quechulac) <sup>7</sup>
- (14) Galicia, 2001 (lago de Zacapu) <sup>8</sup>
- (15) García, 1986 (lago de Pátzcuaro) <sup>17</sup>

<sup>9</sup> Aguilar, H. M. G. 1985. Algunas especies parásitas del "pescado blanco" (*Chirostoma ocotlanae*) del Lago de Chapala, Jalisco. Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 67 pp

<sup>10</sup> Aguirre, M. L., V. Vidal M. y G. Salgado M. 1986. Avances en el estudio de *Allocreadium mexicanum* Osorio, Pérez y Salgado, 1986 (Trematoda: Allocreadiidae) en el pescado blanco *Chirostoma estor* del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Puebla, Puebla.

<sup>11</sup> Álvarez, R. T. y R. Lamothe A. 1994(a). Estudio de la helmintofauna y su dinámica poblacional de *Chirostoma jordani* (Pisces: Atherinidae) del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ictiología. Sociedad Ictiológica Mexicana, Morelia, Michoacán.

<sup>12</sup> Álvarez, R. T. y R. Lamothe A. 1994(b). Estudio comparativo de la botriocefalosis en cinco especies de peces del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ictiología. Sociedad Ictiológica Mexicana, Morelia, Michoacán.

<sup>13</sup> Arévalo, G. A., M. T. Álvarez y R. Lamothe A. 1994. Dinámica poblacional de la helmintofauna de *Chirostoma humboldtianum* (Pisces: Atherinidae) de la laguna de Zacapu, Michoacán, México. Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ictiología. Sociedad Ictiológica Mexicana, Morelia, Michoacán.

<sup>14</sup> Cabrera, M. L., L. García D., C. López R., A. Ruiz S. y S. Guillén. 1988. Helmintos de *Chirostoma estor* ("pescado blanco") especie endémica del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Pachuca, Hidalgo.

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993.

<sup>15</sup> Espinosa, H. E., L. García P. e I. García A. 1992. Análisis comparativo de las helmintofaunas de *Chirostoma* spp. en tres lagos del estado de Michoacán. Resúmenes del X Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Cuernavaca, Morelos.

<sup>16</sup> Espinosa, H. E. y L. García P. 1993. Análisis de similitud entre las helmintofaunas de *Chirostoma attenuatum* en dos lagos del estado de Michoacán. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Monterrey, Nuevo León.

<sup>7</sup> Flores, N. E. 1998.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

<sup>17</sup> García, P. L. 1986. Estudio taxonómico de algunos céstodos de vertebrados de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 96 pp.



**Autores y localidades de los trabajos que aparecen en la Tabla I.**

- (16) García *et al.*, 1987 (lago de Chapala)  
 (17) García y Osorio 1991 (lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Presa "El Infiernillo")  
 (18) González, 1992 (Embalse Macua)<sup>18</sup>  
 (19) Guillén, 1985 (lago de Pátzcuaro)<sup>19</sup>  
 (20) Guzmán, 1997 (lago de Cuitzeo)<sup>20</sup>  
 (21) Juárez, 1999 (lago de Zirahuén)<sup>6</sup>  
 (22) Lázaro y Osorio, 1979 (lago de Pátzcuaro)<sup>21</sup>  
 (23) López, 1980 (lago de Pátzcuaro)<sup>22</sup>  
 (24) López, 1985 (lago de Pátzcuaro)<sup>23</sup>  
 (25) López y Hernández, 1992 (lago de Pátzcuaro)<sup>24</sup>  
 (26) Marañón *et al.*, 1987 (Presa "Atlangatepec")<sup>25</sup>  
 (27) Meléndez y Rosas, 1995 (lago de Pátzcuaro)<sup>4</sup>  
 (28) Osorio, 1982 (Presa "El Infiernillo")<sup>26</sup>  
 (29) Osorio, 1983 (Presa "El Infiernillo")  
 (30) Osorio y Salgado, 1985 (lago de Pátzcuaro)<sup>27</sup>  
 (31) Osorio y Pérez-Ponce de León, 1986 (lago de Pátzcuaro)<sup>28</sup>

<sup>18</sup> González, M. A. R. 1992. Algunos parámetros de infección de *Bothriocephalus acheilognathi* en *Chirostoma jordani* del embalse "Macua" en el Estado de México. Resúmenes del X Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Cuernavaca, Morelos

<sup>19</sup> Guillén, H. S. 1985. Helmintos de peces de Pátzcuaro. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae) en *Cyprinus carpio communis* (carpa común), *Chirostoma estor* (pescado blanco) y *Micropterus salmoides* (lobina). Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Saltillo, Coahuila

<sup>20</sup> Guzmán, C. M. C. 1997. Análisis de las principales trematodiasis que afectan a algunas especies de peces del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 57 pp.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

<sup>21</sup> Lázaro, C. E. y D. Osorio S. 1979. Diplostomiasis en peces de agua dulce del estado de Michoacán. Resúmenes del III Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Aguascalientes, Aguascalientes.

<sup>22</sup> López, J. S. 1980. *Myzobdella patzcuarensis* sanguijuela ectoparásita en peces dulceacuícolas (Hirudinea: Piscicolidae). Resúmenes del IV Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Ensenada, Baja California Norte.

<sup>23</sup> López, J. S. 1985. Estudio taxonómico de algunos hirudíneos de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 182 pp.

<sup>24</sup> López, H. M. y J. Hernández L. 1992. Obtención y prueba de un extracto antigénico del trematodo *Posthodiplostomum minimum* obtenido del "pescado blanco" y "charal" del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del III Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Ictiológica Mexicana, Oaxtepec, Morelos.

<sup>25</sup> Marañón, H. S., J. Balderas y E. Robles. 1987. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* y *Igula intestinalis* en el charal "*Chirostoma jordani*" de la presa de Atlangatepec, Tlaxcala. Resúmenes del IX Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Villahermosa, Tabasco.

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995.

<sup>26</sup> Osorio, S. D. 1982. Contribución al estudio parasitológico de las especies de peces nativas e introducidas en la Presa Adolfo López Mateos, "El Infiernillo". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 194 pp.

<sup>27</sup> Osorio, S. D. y G. Salgado. 1985. Helmintos de peces en Pátzcuaro: Problemas de transfaunación. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Saltillo, Coahuila.

<sup>28</sup> Osorio, S. D. y G. Pérez-Ponce de León. 1986. Análisis de la variación estacional y de la relación parásito-hospedero de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en *Chirostoma estor* "el pescado blanco" del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Puebla, Puebla.

### Autores y localidades de los trabajos que aparecen en la Tabla 1.

- (32) Osorio *et al.*, 1986(a) (lago de Pátzcuaro)  
 (33) Osorio *et al.*, 1986(b) (lago de Pátzcuaro)  
 (34) Pérez-Ponce de León, 1985 (lago de Pátzcuaro)<sup>29</sup>  
 (35) Pérez-Ponce de León, 1986 (lago de Pátzcuaro)<sup>30</sup>  
 (36) Pérez-Ponce de León, 1991 (lago de Pátzcuaro)<sup>31</sup>  
 (37) Pérez-Ponce de León, 1992 (lago de Pátzcuaro)<sup>32</sup>  
 (38) Pérez-Ponce de León y Osorio, 1986 (lago de Pátzcuaro)<sup>33</sup>  
 (39) Pérez-Ponce de León *et al.*, 1992 (lagos de Alchichica y Chapala)  
 (40) Pérez-Ponce de León *et al.*, 1994 (lago de Pátzcuaro)  
 (41) Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996 (lago de Alchichica)  
 (42) Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000 (lago de Pátzcuaro)  
 (43) Salazar, 1994 (lago de Pátzcuaro)<sup>3</sup>  
 (44) Salgado *et al.*, 1986 (lago de Pátzcuaro)  
 (45) Salgado y Osorio, 1987 (lago de Pátzcuaro)  
 (46) Vilchis, 1983 (lago de Pátzcuaro)<sup>34</sup>  
 (47) Vilchis, 1985 (lago de Pátzcuaro)<sup>35</sup>  
 (48) Villeda, 1997 (lago de Cuitzco)<sup>5</sup>  
 (49) Winfield, 1982 (lago de Chapala)<sup>36</sup>

<sup>29</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1985. Helminfos de peces en Pátzcuaro: *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en el pescado blanco *Chirostoma estor*. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología Saltillo, Coahuila.

<sup>30</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1986. *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en el "pescado blanco" *Chirostoma estor* del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 111 pp.

<sup>31</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1991. Epizootiología de la postodiplostomiasis en peces endémicos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Mérida, Yucatán.

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992. Sistemática del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la Postodiplostomiasis en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 181 pp.

<sup>33</sup> Pérez-Ponce de León, G. y D. Osorio S. 1986. Estudio histopatológico de la lesión causada por metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en el hígado de *Chirostoma estor*. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Parasitología. Sociedad Mexicana de Parasitología, Puebla, Puebla.

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>34</sup> Vilchis del O, R. 1983. Estudio preliminar de los helmintos endoparásitos del pescado blanco *Chirostoma* sp., del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Jalapa, Veracruz.

<sup>35</sup> Vilchis del O, R. 1985. Contribución al conocimiento de los helmintos endoparásitos del "pescado blanco" *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 52 pp.

<sup>5</sup> Villeda, G. L. 1997.

<sup>36</sup> Winfield, A. I. 1982. Hallazgo de *Ligula intestinalis* (Goeze, 1782) en el género *Chirostoma* (Swainson) (Pisces: Atherinidae) de la laguna de Chapala, Michoacán. Resúmenes del VI Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Mazatlán, Sinaloa.

### 3. GENERALIDADES SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS HOSPEDEROS

La familia Atherinidae comprende a los llamados "pescados blancos" (tallas de 14 a 20 cm, aunque pueden alcanzar hasta 37 cm) y "charales" (tallas menores a 17 cm) (Orbe y Acevedo, 1991) y está formada por numerosos géneros de aguas marinas y epicontinentales. Este grupo se distribuye en casi todo el mundo, en México se encuentran en ríos y lagos de la zona centro, principalmente.

#### ***Chirostoma attenuatum*: "charal prieto"**

**Relaciones tróficas:** *C. attenuatum* es carnívoro zooplancófago, con preferencia por cladóceros; es una especie que sirve como forraje a otros carnívoros como el "pescado blanco" y la "lobina negra"

**Hábitos reproductivos:** el "charal prieto" desova desde febrero hasta junio; el desove se lleva al cabo a las orillas del lago, pone sus huevos a menos de 0.4-0.6 m de profundidad, utilizando algas filamentosas o cualquier sustrato que permita la separación de los óvulos. Esta especie forma unidades reproductoras, constituídas por 5-8 machos y una hembra, por lo común de mayor talla. No hay nidificación, ni actitudes paternas (Rosas, 1976).<sup>37</sup>

#### ***Chirostoma estor*: "pescado blanco"**

**Relaciones tróficas:** el "pescado blanco" es carnívoro, variando su régimen alimenticio de acuerdo con su tamaño. Los individuos de 59-150 mm de longitud se alimentan de organismos del bentos litoral (de diferentes crustáceos y larvas de insectos, gasterópodos, hirudíneos y algas), mientras que los individuos grandes, de 150-308 mm de longitud, cambian sus hábitos alimenticios para consumir organismos del neoton litoral como larvas de insectos y algunas especies de peces, incluyendo otros aterínidos (García de León, 1985)

**Hábitos reproductivos:** García de León, 1985 también menciona que la actividad reproductiva del "pescado blanco" se incrementa de enero a junio. Durante el período reproductivo se ha registrado a una profundidad de 0.8 a 2 m *C. estor* es un ovíparo que desova todo el año, sin que exista nidificación ni instinto paternal; madura al primer año de edad y no se aprecia dimorfismo sexual marcado.

#### ***Chirostoma grandocule*: "charal blanco"**

**Relaciones tróficas:** es un pez zooplancófago no estricto, con preferencia por cladóceros. Esta especie prefiere las aguas templadas sin malezas acuáticas, con profundidades de 6 a 10 m y fondos arenosos o de grava.

**Hábitos reproductivos:** el "charal blanco" desova en los meses de febrero a junio, cuando el agua del lago alcanza una temperatura entre 18 y 22°C; prefiere algas filamentosas como sustrato y una profundidad de 0.8 a 1.2 m; cuando no hay algas utiliza cualquier sustrato que impida la aglutinación de sus huevos (Rosas, 1976).<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Rosas, M. M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en aguas Continentales: 294-365.

***Chirostoma jordani*: "charal"**

**Relaciones tróficas:** es un consumidor secundario de hábitos planctófagos, se alimenta básicamente de copépodos, cladóceros, hemípteros, rotíferos, diatomeas y algas filamentosas (Ceballos *et al.*, 1994)

**Hábitos reproductivos:** el desove se lleva al cabo durante todo el año, siendo más intenso en el verano (junio-julio); la proporción de machos aumenta durante el verano, como consecuencia de la formación de grupos de reproducción (Navarrete y Fernández, 1995).<sup>38</sup>

***Chirostoma humboldtianum*: "pescado blanco"**

**Relaciones tróficas:** se alimenta de organismos zooplactónicos como copépodos y cladóceros, además del perifiton: anfípodos, quironómidos y otros insectos (Moncayo, 1996).<sup>39</sup>

**Hábitos reproductivos:** la biología de este aterínido ha sido poco estudiada.

***Poblana alchichica squamata*: "charal"**

**Relaciones tróficas:** su alimentación es principalmente planctónica, los cladóceros son las presas principales de consumo en todas las tallas; los quironómidos son más importantes para los peces pequeños, aunque son una presa común para toda la población. Las diatomeas son el siguiente alimento en importancia, sobretudo para los peces de menos de 31 mm de longitud; los anfípodos son alimento de los peces de tallas medias; los corixidos y copépodos son más abundantes en peces de tallas grandes.

**Hábitos reproductivos:** la época de desove es amplia: de marzo a septiembre, siendo los meses principales de marzo a mayo. El desove ocurre sobre plantas acuáticas que alcanzan hasta ocho metros de profundidad; no hay cuidado paternal, los alevines y jóvenes permanecen entre las plantas formando cardúmenes cerca de la zona litoral (Flores, 1998).<sup>7</sup>

***Poblana letholepis*: "charal"**

**Relaciones tróficas:** la alimentación de los peces durante las dos temporadas térmicas del lago está constituida principalmente por quironómidos (larvas y pupas), cuyo número ingerido se incrementa conforme la talla de los aterínidos; también forman parte de su dieta pero en menor proporción los copépodos, zigópteros, corixidos, cladóceros, diatomeas y rotíferos.

**Hábitos reproductivos:** la época de desove es de siete meses, aunque hay dos períodos principales, el de marzo a mayo y el de julio a septiembre. El desove se realiza en la zona litoral, sobre la vegetación que alcanza en su distribución hasta diez metros de profundidad. No hay cuidado paternal, los alevines y jóvenes permanecen entre la vegetación (Flores, 1998).<sup>7</sup>

<sup>38</sup> Navarrete, S. N. y E. G. Fernández. 1995. Reproducción de *Chirostoma jordani* en el embalse "Macua", Edo. de México. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología. Morelia, Michoacán, México.

<sup>39</sup> Moncayo, E. R. 1996. Estructura y función de la comunidad de peces de la Laguna de Zacapu Michoacán, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN Baja California Sur, México. 172 pp.

<sup>7</sup> Flores, N. E. 1998

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL

- Ratificar o establecer el registro helmintológico de los aterínidos de seis cuerpos de agua representativos de la Mesa Central de México.

### 4.2. PARTICULARES

- Caracterizar las infecciones de acuerdo con parámetros ecológicos como prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad.

- Analizar la estructura de las infracomunidades de helmintos parásitos de varias especies de aterínidos distribuidos en seis cuerpos de agua de la Mesa Central y describir los procesos que las determinan.

- Establecer la existencia de variación en la estructura de las infracomunidades de los aterínidos de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, en las épocas de sequía y lluvia de cada localidad.

- Determinar el nivel de similitud intra e interespecífica que presentan las infracomunidades de helmintos alojados en los peces de los seis cuerpos de agua.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1. Caracterización general de las localidades de estudio

#### Lago de Cuitzeo

El Lago de Cuitzeo se localiza en el noreste de los estados de Guanajuato y Michoacán (Fig. 1), comprendiendo parte de los municipios de Huandacareo, Chucándiro, Copanándaro de Galeana, Santa Ana Maya, Zinapécuaro y Álvaro Obregón en Michoacán y Acámbaro en Guanajuato, porción periódicamente seca.

Es un lago tropical localizado a 1820 msnm al sur de la Altiplanicie Mexicana; se encuentra entre los 19° 53' 15" y 20° 04' 34" N y 100° 50' 20" y 101° 19' 34" O (Chacón y Alvarado, 1995). La cuenca de Cuitzeo es cerrada y se formó por obstrucciones volcánicas de una corriente ancestral que derramó sus aguas en la cuenca del Río Lerma. La probable integración de este lago a otro de mayores dimensiones abarcaba a otros embalses naturales como Pátzcuaro, Zacapu y Zirahuén (De Buen, 1943); a consecuencia de fenómenos tectónicos y volcánicos, la cuenca de este lago es endorreica. En la actualidad, junto con la laguna de Yuriria, se ha integrado a un sistema de alimentación y regulación del Río Lerma (Cortés *et al.*, 1980).<sup>40</sup>

El lago de Cuitzeo tiene 420 km<sup>2</sup> de área estimada, su longitud máxima es de 51.3 km<sup>2</sup> en dirección oeste-este y de 12.3 km<sup>2</sup> en anchura máxima de norte a sur (Cortés *et al.*, 1980).<sup>40</sup> Cabe señalar que en dirección norte-sur, el lago es cruzado por la carretera número 43, que lo divide en dos vasos (este y oeste), comunicados por un ducto que se encuentra en la parte media de la carretera, lo que permite el paso de agua en dirección este-oeste. En cuanto a su superficie, sería uno de los más importantes del país si no fuera por su poca profundidad que alcanza un máximo de 2.3 m y 0.9 m como promedio (Bernal, 2002).<sup>41</sup>

Las temperaturas máximas en este lago se registran durante el período septiembre-marzo, alcanzando hasta los 30 °C; las temperaturas mínimas se alcanzan en diciembre con 15.2 °C en el fondo.

Es un lago salino, ya que todas las sales sobrepasan los índices normales, predominando los bicarbonatos y cloruros de calcio (Medina, 1993).<sup>42</sup>

El área que ocupa el Lago de Cuitzeo presenta un clima BSihw (wxi')g, que es el menos seco de los esteparios, con régimen de lluvias en verano y una oscilación térmica de que varía entre 5 y 7 °C. El clima estepario es considerado como un clima seco en donde, por lo general, la evaporación excede a la precipitación (Chacón y Alvarado, 1995).

<sup>40</sup> Cortés, R. O. Mendivil C., C. Cuevas y J. L. García. 1980. Algunos aspectos fisicoquímicos y consideraciones sobre la pesca en el Lago de Cuitzeo, Michoacán. Memorias del 2º Simposio Latinoamericano de Acuicultura 3: 1747-1782

<sup>41</sup> Bernal, B. F. W. 2002. La Limnología del Lago de Pátzcuaro: una visión alternativa a conceptos fundamentales. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, U N A M. México. 180 pp.

<sup>42</sup> Medina, N. M. 1993. Ictiofauna de la Subcuenca del Río Angulo. Cuenca del Lerma-Chapala, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 146 pp.

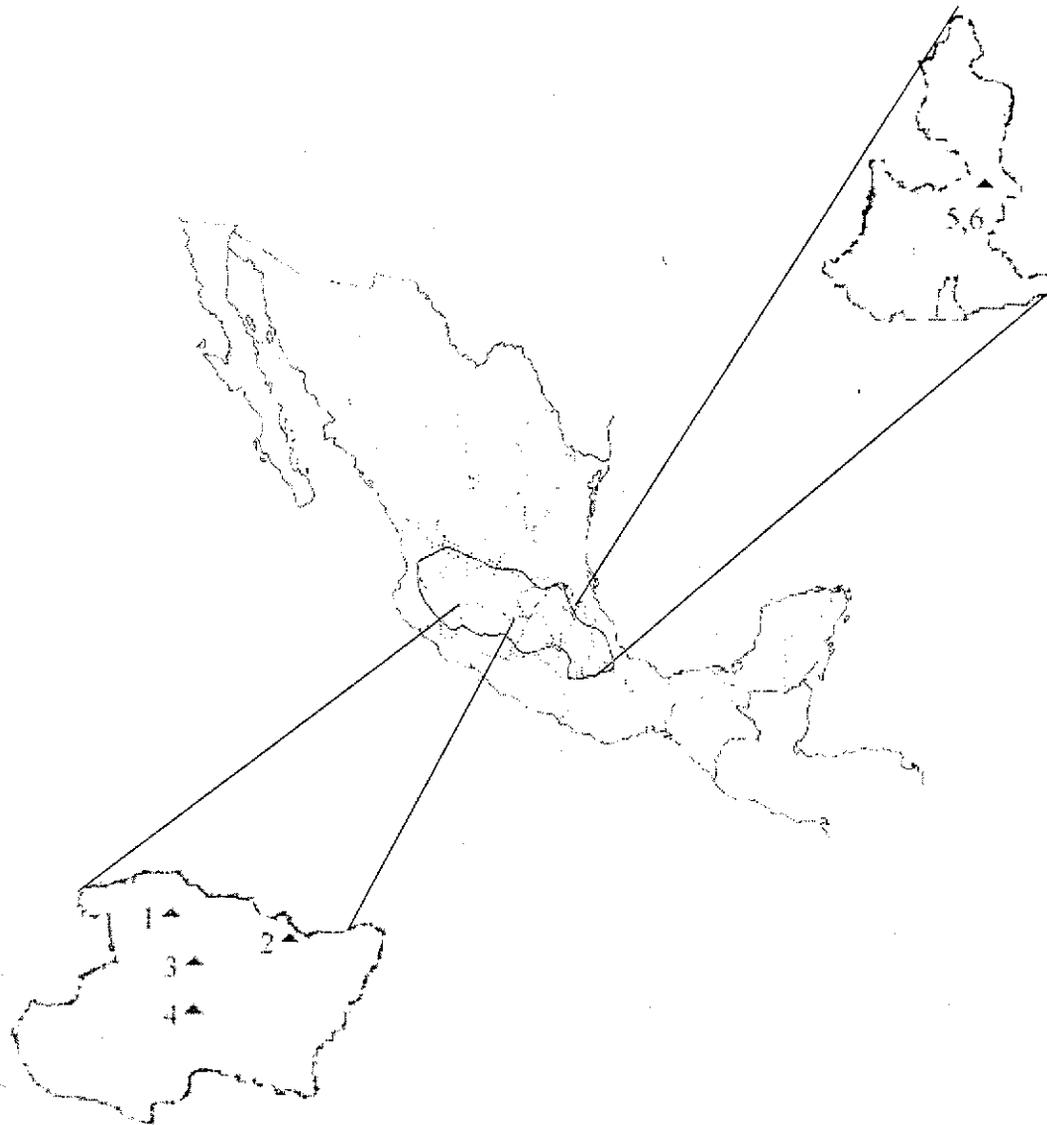


Figura 1. Localización de las áreas de estudio en la Mesa Central. En el estado de Michoacán: 1. Lago de Zacapu; 2. Lago de Cuitzeo; 3. Lago de Pátzcuaro; 4. Lago de Zirahuén. En el estado de Puebla: 5, 6. Lagos de La Mina y Quechulac.

En el fitoplancton del vaso oeste en 1979, se registraron 42 géneros, siendo las algas verdeazules, verdes y diatomeas los grupos dominantes, tanto numéricamente como en riqueza de taxa. Muestreos posteriores revelan una marcada disminución en el número de taxa y una dominancia casi absoluta del género *Oscillatoria*. En lo que se refiere al zooplancton, domina el cladóceros *Moina* sp. (Alvarado *et al.*, 1985).

La vegetación característica del lago es la agrupación denominada “tular”; ésta se encuentra distribuida en toda la zona oriental y el extremo oeste, como una asociación conspicua de gran extensión y talla. Las familias acuáticas y subacuáticas mejor representadas son Lemnaceae, Umbelliferae, Scrophulariaceae, Pontederiaceae y Ranunculaceae (Rojas, 1991).<sup>43</sup>

La gran extensión que ocupa el Lago de Cuitzeo, así como condiciones ambientales diversas, originaron una variedad de hábitats que dió como resultado una composición florística constituida por 40 familias, 70 géneros y 92 especies, número superior al de otros cuerpos lénticos conocidos en nuestro país. Las familias mejor representadas son Graminaceae, Cyperaceae y Compositae (Rojas, 1991).<sup>43</sup>

En el lago, la fauna ictiológica está compuesta por once especies pertenecientes a cinco familias, con representantes nativas (siete) e introducidas (cuatro) (Sánchez, 1997) (Tabla A. Apéndice 2).<sup>44</sup>

### Lago de Pátzcuaro

El Lago de Pátzcuaro se encuentra en la porción centro-norte del estado de Michoacán, a 57 km al noroeste de la Ciudad de Morelia, capital del estado, abarcando parte de los municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Quiroga y Erongaricuaru. Es uno de los cuerpos de agua más importantes de México por ser un centro de endemismo para varias especies de organismos, así como, por su importancia económica, resultado de las actividades pesqueras y turísticas que en él se realizan.

La cuenca del Lago de Pátzcuaro forma parte de la gran provincia fisiográfica denominada eje Neovolcánico-Transversal, que junto con la porción Tarasca, son la porción más joven de este sistema en el estado de Michoacán. Se localiza en los límites de las regiones biogeográficas neártica y neotropical.

El lago se ubica entre los 19° 32' y 19° 42' N y los 101° 32' y 101° 42' O, a una altitud de 2035 msnm (Bernal, 2002). La longitud máxima es de 19.7 km y la anchura aproximada de 10.9 km (Tamayo y Juárez, 1983) y un área total de 90 km<sup>2</sup>; su profundidad máxima es de 12 m y 4.7 m como promedio, con un volumen de 500 millones de m<sup>3</sup>. Se le considera un lago eutrófico, con continuas oscilaciones de nivel, debido a que la entrada de agua al vaso lacustre deriva de la precipitación pluvial, principalmente (Bernal, 2002).<sup>41</sup>

<sup>43</sup> Rojas, M. J. 1991. Estudio de la Flora y la Vegetación Acuática Vascular del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 78 pp.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997. Helmintofauna de la “chegua” *Alloophorus robustus* (Pisces: Goodeidae) del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 95 pp.

<sup>41</sup> Bernal, B. F. W. 2002.

El clima regional Cb (w2) (w) (e) (i'), corresponde a un templado subhúmedo con estación de lluvia durante el verano y la parte más cálida antes del solsticio de verano. El clima templado subhúmedo típico del Eje Neovolcánico está ampliamente representado en la zona de influencia del lago y se caracteriza por una temperatura entre 12 y 18 °C. La estratificación térmica en el lago es temporal y se reduce al calentamiento de las capas superficiales de agua durante la mañana, mientras que la acción del viento mezcla completamente el lago el resto del día (Bernal, 2002)<sup>41</sup>. Tiene una precipitación anual de 900 a 1400 mm, la mayor parte de la cual ocurre durante el período que va de fines de mayo a octubre y que alterna con una estación seca, de noviembre a principios de mayo (Toledo *et al.*, 1980).

Existe una gran riqueza de plancton, representado principalmente por el fitoplancton, el cual está constituido por diatomeas, dinoflagelados, cianofíceas y pirrofitáceas, encontrándose en mayor proporción que el zooplancton, conformado principalmente por rotíferos, briozoarios, hidrozoarios, crustáceos, insectos, anélidos y moluscos (Chacón *et al.*, 1991).

La pérdida de profundidad del lago ha propiciado la proliferación de vegetación que reduce más el volumen del agua, formando una franja no continua. Alrededor del lago se encuentra un conjunto de comunidades vegetales, que ocupan los terrenos en donde el agua alcanza poca profundidad. En la parte externa del lago se desarrolla una comunidad densa de vegetación conocida como tular. Conforme aumenta la profundidad del agua, esta comunidad se hace menos densa y se sustituye por plantas acuáticas con hojas flotantes como lirio y flores de agua; ya en niveles más profundos se encuentran plantas acuáticas sumergidas como bejuquillo y zacate (Zamudio, 1992).

La vegetación presenta una porción muy reducida de *Abies*, predominan los bosques de *Pinus-Quercus*; existen diferentes tipos de matorrales y pastizales secundarios así como vegetación acuática y subacuática. El número total de especies registradas asciende a 1050, de las cuales 56 corresponden a la vegetación acuática y 994 a la vegetación terrestre (Bernal, 2002).<sup>41</sup>

La ictiofauna del lago se encuentra constituida por 15 especies, cinco de ellas introducidas, pertenecientes a las familias Centrarchidae (una especie), Cichlidae (una especie) y Cyprinidae (tres especies); el resto son especies nativas, familia Atherinidae con cuatro, familia Goodeidae con cinco y la familia Cyprinidae con una (Tabla B. Apéndice 2).

El grupo de los anfibios está representado por el "achoque" *Ambystoma dumerilii* y los anuros *Hyla eximia* y *Rana dunii*; dentro de los reptiles, la tortuga *Kinosternon hirtipes* y las culebras *Thamnophis melanogaster canescens* y *T. eques eques*. En la zona del lago se encuentran 13 especies de aves y ocho de mamíferos (Orbe y Acevedo, 1995).

### Lago de Zacapu

El Lago de Zacapu forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, con la que se encuentra conectada por medio del Río Angulo que se origina a partir de él. Se localiza en el municipio Zacapu, al norte de la población del mismo nombre. Se ubica entre los 19° 49' 26" y 19° 49' 40" N y 101° 46' 45"

y 101° 47' 35" O, a una altura de 1980 msnm. La longitud máxima alcanza 634.5 m de y la anchura 414.4 m.

Las características geológicas de la cubeta lacustre están determinadas por su origen volcánico. Se observan en los estratos lavas heógenas, algunos afloramientos de cenizas volcánicas, formaciones aluviales, tubas y depósitos lacustres de la ciénega. Los suelos presentes en la zona son aluviales y residuales, que por tener características de baja permeabilidad, contienen humedad alta. Los constituyen principalmente limos y arcillas.

El clima del lago es Cb(wi)(w)(e)g, templado subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura media anual de 16.7 °C, con una máxima extrema de 37 °C en abril y mínima de 5 °C bajo cero en enero; la precipitación media anual es de 790.3 mm, con máxima de 181.5 mm en agosto y mínima de 4.7 en febrero. El régimen de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, con una máxima en junio-julio; el 50% del total anual registrado es entre junio y septiembre; la temporada seca dura siete meses.

En el lago, formando parte de la fauna acuática se encuentran almejas *Anodonta* sp.; 14 especies de peces pertenecientes a cinco familias, destacando como las más abundantes *Hybopsis calientis*, *Goodea atripinnis*, *Hubbsina turneri*, *Chirostoma humboldtianum* y *Skiffia* sp. (Moncayo, 1996)<sup>39</sup> (Tabla C. Apéndice 2) y los anfibios *Ambystoma andersoni* y *Rana dunii* (Huacuz, E. D. del C., 2001).

### Lago de Zirahuén

El lago está ubicado en el centro del estado de Michoacán, en el municipio de Salvador Escalante, entre los 19° 22' y 19° 30' N y 101° 30' y 101° 46' O, a una altura de 2075 msnm; capta escurrimientos superficiales en un área de 260 km<sup>2</sup>. El relieve presenta elevaciones marginales y pendientes dirigidas hacia un cauce central, el arroyo de la Palma, que provee la mayor parte del agua que entra en el lago, el cual es de forma circular y tiene una superficie de 9.7 km<sup>2</sup>. La profundidad máxima es de 40 m y la promedio de 22 m (Bernal, 2001).<sup>41</sup>

El clima ha sido clasificado como cb(w<sub>2</sub>)(w)i, que corresponde a un clima templado con régimen de lluvias en verano. La temperatura media anual es de 16.1 °C y la precipitación media anual es de 1234 mm (Bernal, 2001).<sup>41</sup>

Se clasifica como un lago tropical de segundo orden, debido a que su temperatura, tanto la de superficie como la del fondo es siempre superior a los 4 °C (Chacón y Muzquiz, 1991).

De acuerdo con Chacón y Muzquiz (1991), el lago de Zirahuén posee una gran diversidad fitoplanctónica, con un total de 100 especies de algas; la comunidad de zooplancton en el lago se encuentra representada por 24 especies, incluyendo rotíferos (siete), copépodos (seis), ostrácodos (dos), ácaros (una) y una especie de nemátodo. Aunque los rotíferos son más diversos, los copépodos son los

<sup>39</sup> Moncayo, E. R. 1996.

<sup>41</sup> Bernal, B. F. W. 2002

más abundantes.

La comunidad béntica de este lago, por su parte, es probablemente la que posee la menor diversidad en este ecosistema acuático; está constituida por oligoquetos de la familia Tubificidae, algunas especies de larvas de insectos de la familia Chironomidae y varias especies de moluscos del género *Musculium*.

Se han registrado 21 especies de macrófitas, siendo las especies de mayor abundancia y distribución en el lago: *Potamogeton illinoensis*, *Scirpus californius* y *Sagittaria latifolia* (Chacón y Muzquiz, 1991).

Su fauna ictiológica tiene las mismas afinidades zoogeográficas que los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro, aunque registra una baja diversidad faunística en comparación con los otros dos lagos michoacanos; abarca nueve especies, distribuidas en cinco familias, dos de las cuales son nativas, Atherinidae y Goodeidae, siendo la primera la que posee mayor importancia económica al estar representada por el “pescado blanco” de Zirahuén (*Chirostoma estor*) y el “charal prieto” (*C. attenuatum*) (Espinosa, 1993)<sup>2</sup> (Tabla D. Apéndice 2).

El Lago de Zirahuén es considerado como un lago de carácter oligomesotrófico (Bernal, 2002)<sup>41</sup>, aunque se ha observado un acelerado deterioro de su cuenca hidrológica, que de continuar así puede evolucionar a la mesotrofia e incluso a la eutrofia (Arredondo y Aguilar, 1987).

### **Cuenca Oriental de Puebla**

En la Cuenca Oriental, que comprende parte de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz destacan una serie de lagos de origen volcánico conocidos con el nombre de axalapascos o lagos maars que se caracterizan por tener un área superficial que va desde las 16.8 hasta las 92 hectáreas y una profundidad entre los 21 y 108 metros.

La Cuenca Oriental se sitúa en las coordenadas 18° 48' y 19° 43' N y los 97° 09' y 98° 03' O, conforman a esta cuenca dos llanos de origen lacustre, conocidos como San Andrés y San Juan, ubicados al noroeste de la Meseta Poblana. En los llanos San Juan se ubican los lagos: San Luis Atexcac, La Mina (La Preciosa), Quechulac y Alchichica, que en conjunto se distribuyen en la parte este del estado de Puebla, bajo las coordenadas 19° 05' y 19° 24' N y 97° 21' y 97° 34' O, con un promedio de 2300 msnm (Arredondo, 1995). Los lagos estudiados pertenecientes a este llano fueron:

- La Mina (La Preciosa). De forma irregular, parecida a un triángulo con una longitud máxima de 1300 m. Este lago ocupa el segundo lugar entre los lagos en cuanto al área superficial y al volumen. En la porción central del piso lacustre se definen dos subcuencas: la primera presenta dos bordes anchos con pendientes que alcanzan los 45 m, correspondiendo a la mayor profundidad del lago; la segunda

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993

<sup>41</sup> Bernal, B F W 2002.

subcuenca presenta pendientes menos inclinadas y alcanza los 40 m de profundidad.

- Quechulac. De forma elipsoidal, con una longitud máxima de 983 m orientada hacia el sureste-noroeste. Hacia el centro de la cuenca, a 30 m de profundidad se presenta una planicie de forma irregular. Al suroeste de esta plataforma se localiza el área más profunda con 40 m (Arredondo, 1995).

Desde el punto de vista de sus componentes químicos y particularmente de su composición iónica, los axalapascos se separan en dos grupos; por una parte, Alchichica y San Luis Atexcac, que presentan los contenidos más altos de cloro, bicarbonatos, sodio y magnesio; con una salinidad total de 14 y 13.6 g/kg, respectivamente. En contraste, Quechulac es menos salino con 1.24 g/kg, tomando como punto de comparación el agua de mar que tiene 35 g/kg de salinidad.

Con base en los estudios realizados por Ramírez (1983)<sup>45</sup> y Ramírez y Novelo (1984), la flora acuática de los cuatro lagos pertenecientes a los llanos de San Juan está representada por 14 especies, pertenecientes a nueve familias de angiospermas y 13 de géneros, siendo la familia Cyperaceae la mejor representada con las formas de enraizadas emergentes y enraizadas sumergidas. La menor diversidad ha correspondido a los lagos denominados "concentrados" o salinos, de los que destaca Alchichica, donde solamente se han registrado dos especies.

La escasa diversidad de hidrófitas en estos lagos está asociada a la naturaleza extrema de los mismos, caracterizada por altas concentraciones iónicas del agua y por el pobre contenido de nutrientes en los sedimentos, mientras que la distribución de las especies es influida fundamentalmente por fuertes vientos secos y fríos que dominan esa región y las pronunciadas pendientes que rápidamente se sumergen (Ramírez y Novelo, 1984).

La fauna de esta zona se caracteriza por su endemismo (destacando el grupo de los peces y anfibios) y por su baja diversidad. Con excepción de San Luis Atexcac, en los demás lagos hay una especie de aterínido y debido a la baja productividad de estos cuerpos de agua, sólo la trucha arcoiris ha sido introducida a los sistemas de cultivo en el lago Quechulac (Tabla E. Apéndice 2).

Se conoce poco acerca de los anfibios que habitan estos lagos; se cuenta con el antecedente de un estudio realizado por Taylor (1943), quien describió una nueva especie de la familia Ambystomidae: *Ambystoma taylori* (= *A. subsalsum*), indicando la existencia de este organismo en aguas salobres, como es el caso del Lago de Alchichica. Aunque todavía no está totalmente demostrado, al parecer existen en los restantes lagos otras salamandras que no han sido bien estudiadas y que debido a su proceso de aislamiento podrían corresponder con especies nuevas aún no descritas (Arredondo, 1995).

<sup>45</sup> Ramírez, G. P. 1983. Estudio de la distribución y producción de la vegetación acuática en seis lagos cráter de Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. U.N.A.M. México

## 6. MATERIAL Y MÉTODO

### 6.1. Recolección y revisión de hospederos

El material ictiológico se obtuvo a partir de ocho muestreos puntuales, de abril de 1997 a mayo de 1998, en seis localidades de la Mesa Central de México (Cuadro 1), en las que se recolectaron siete especies de peces pertenecientes a la familia Atherinidae: *Chirostoma attenuatum* y *C. estor* (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén); *C. grandocule* (lago de Pátzcuaro); *C. jordani* (lago de Cuitzeo); *C. humboldtianum* (lago de Zacapu), localidades que corresponden al estado de Michoacán y en el estado de Puebla, *Poblana letholepis* (lago La Mina) y *P. alchichica squamata* (lago Quechulac); para este último pez se efectuó por primera vez el análisis de su helmintofauna.

En los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén los muestreos se realizaron en las épocas de lluvias, que abarca los meses de mayo a octubre y en la de secas, a la que corresponden los meses de noviembre a abril, por lo que los resultados del registro helmintológico y el análisis ecológico se llevaron al cabo de manera global y por temporadas para estos dos cuerpos de agua.

Cuadro 1. Registro de las fechas de colecta de los hospederos.

Localidad	Hospedero	Fechas de colecta
Pátzcuaro, Michoacán	<i>Chirostoma attenuatum</i>	agosto, septiembre y octubre de 1997; febrero de 1998
	<i>C. estor</i>	octubre de 1997; febrero de 1998
	<i>C. grandocule</i>	agosto y octubre de 1997; febrero de 1998
Zirahuén, Michoacán	<i>C. attenuatum</i>	agosto de 1997; febrero de 1998
	<i>C. estor</i>	agosto de 1997; febrero de 1998
Cuitzeo, Michoacán	<i>C. jordani</i>	abril y mayo de 1997; febrero de 1998
Zacapu, Michoacán	<i>C. humboldtianum</i>	abril de 1997; mayo de 1998
La Mina, Puebla	<i>Poblana letholepis</i>	mayo de 1998
Quechulac, Puebla	<i>P. alchichica squamata</i>	mayo de 1998

Los hospederos se obtuvieron a partir de la captura comercial, la cual se realiza empleando principalmente dos artes de pesca, red agallera y chinchorro (Apéndice 1).

El tamaño de muestra de cada hospedero en su localidad, se estableció mediante el método del área mínima, graficando el número de especies de helmintos contra el número de hospederos; se consideró significativo el muestreo cuando al duplicar el número de hospederos estudiados, el número de especies encontradas adicionalmente no excedió el 20% del registro previo; para los Lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, este método se aplicó en cada una de las épocas de colecta.

Los peces se revisaron inmediatamente después de su captura; se les examinó la superficie del cuerpo, las aletas, así como, la boca, el ano y la cavidad opercular. La disección de cada organismo se realizó mediante una abertura ventral desde el orificio anal hasta la altura de los opérculos, por donde se

extrajeron los órganos para su revisión (aparato digestivo, riñones, gónadas); los ojos se retiraron de sus cavidades y el cerebro se obtuvo mediante la craneotomía del pez, los órganos se colocaron en cajas de Petri con solución salina al 0.65%. Finalmente, se cortó una porción de la musculatura de la pared del cuerpo, colocándose también en solución salina.

Las branquias se examinaron separando los opérculos y cortando por sus extremos cada uno de los arcos branquiales, los cuales fueron colocados en cajas de Petri con solución salina al 0.65% y se revisaron las lamelas con agujas de disección y pinceles finos, bajo el microscopio estereoscópico.

Los ojos, aparato digestivo, riñones y gónadas se examinaron por desgarramiento con agujas de disección bajo el microscopio estereoscópico, en el que también se revisó la cavidad del cuerpo, mientras que el cerebro, hígado y musculatura se aplanaron entre dos vidrios, observándose bajo el citado microscopio. Los helmintos obtenidos fueron contados, recolectados y registrados en las hojas de campo, donde fue anotado el hábitat en el que se hallaron.

## **6.2. Fijación de helmintos**

Los helmintos se fijaron de acuerdo con el grupo al que pertenecen, los platelmintos e hirudíneos se colocaron en agua caliente o líquido de Berland, con la finalidad de matarlos y lograr que se relajaran; posteriormente los tremátodos y céstodos se colocaron entre porta y cubreobjetos o entre dos vidrios (sanguijuelas) y por capilaridad se les agregó líquido de Bouin, permaneciendo de esta manera entre 10 y 15 horas.

Los acantocéfalos se mantuvieron en agua destilada a 4 °C durante 12 hrs para que evertieran la proboscis; Por último, los nemátodos se fijaron con líquido de Berland, después del relajamiento y fijación todos los helmintos se colocaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

## **6.3. Procesamiento del material helmintológico**

Para resaltar las características de interés taxonómico de los platelmintos, acantocéfalos e hirudíneos se elaboraron preparaciones permanentes, en las que se aplicaron diferentes técnicas de tinción como paracarmín de Mayer, tricrómica de Gomori y hematoxilina de Delafield; el material fue montado con bálsamo de Canadá. Los nemátodos se aclararon con lactofenol y una vez determinados, se les preservó en líquido conservador.

En los casos necesarios se obtuvieron los caracteres morfométricos midiendo a los helmintos con un ocular micrométrico adaptado a un microscopio óptico, las medidas están dadas en mm. En la identificación taxonómica se utilizó la siguiente literatura: Yamaguti (1971) para tremátodos; Schmidt (1986) y Khalil *et al*, (1994) para céstodos; Amin (1985) para acantocéfalos; Anderson *et al.*, (1974-1983) para los nemátodos y Sawyer (1986) para hirudíneos.

## **6.4. Registro helmintológico**

Una vez realizada la determinación taxonómica de las especies de helmintos, se procedió a establecer el registro helmintológico de las distintas especies de ateriñidos, el cual incluye la posición

taxonómica de cada especie de helminto, el hábitat ocupado en el hospedero y la época de colecta sólo para las especies de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén.

Por otro lado, se incluyeron también las características diagnósticas de cada especie de helminto, en donde está contenido el estadio de desarrollo en que se colectaron, la distribución actualizada en México que se obtuvo bibliográficamente y de la base de datos de la Colección Nacional de Helmintos (CNHE), tanto en hospederos como en localidades y su ciclo de vida.

### 6.5. Análisis ecológico

El manejo de los datos desde el punto de vista ecológico se dividió en dos rubros: a) caracterización de las infecciones y b) análisis de las infracomunidades.

#### a) Caracterización de las infecciones

Para cada infección se efectuó una caracterización, que permite conocer el nivel en que cada especie de helminto se encontró en la muestra de los hospederos; para ello se emplearon parámetros ecológicos tales como prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, de acuerdo con Bush *et al.* (1997):

**Prevalencia.-** Porcentaje de hospederos parasitados en la muestra por una especie particular de helminto.

**Abundancia promedio.-** Número promedio de helmintos de una especie por hospedero revisado.

**Intensidad promedio.-** Número promedio de individuos de una especie de parásito por hospedero infectado en la muestra.

**Intervalo de intensidad.-** Número mínimo y máximo de helmintos de una especie, encontrados en el total de hospederos parasitados.

#### b) Análisis de las infracomunidades

Para determinar la representatividad de los muestreos con respecto a la riqueza de especies de las infracomunidades se realizaron curvas acumulativas de especies; en los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén las curvas se elaboraron también por temporadas.

La descripción de la comunidad de helmintos se llevó al cabo a nivel de infracomunidad, la cual se define como el conjunto de poblaciones encontradas en un hospedero individual. Se analizaron los siguientes atributos:

**Riqueza promedio.-** Número promedio de especies presentes en la comunidad.

**Abundancia promedio.-** Promedio del número de individuos de todas las especies presentes en las infracomunidades

**Diversidad promedio.-** Se analizó por medio de dos índices:

□ **Brillouin**, que se considera un índice heterogéneo, para comunidades completamente censadas, midiendo la homogeneidad de las mismas y siendo sensible a la presencia de especies raras y moderadamente sensible al tamaño de la muestra (Krebs, 1989)

Se calculó de la siguiente manera:

$$HB = 1/N \log_2 N! / ni!$$

donde:

$ni$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos de la muestra

Esta medida aumenta proporcionalmente a la diversidad y sus valores pueden variar entre cero y cinco.

▫ **Shannon-Wiener**, que mide la homogeneidad de la comunidad y es sensible a la presencia de especies raras y moderadamente sensible al tamaño y homogeneidad de la muestra.

Se calculó mediante la fórmula:

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

donde:

$pi$  = proporción de individuos encontrados en la especie  $i$

**Equidad.**- Refleja la proporción en que están representados los individuos de las diferentes especies de helmintos en la muestra:

$$EHB = HB / HB_{\text{máx.}}$$

donde:

$HB$  = Índice de Brillouin

$HB_{\text{máx.}}$  = Índice de Brillouin máximo

$$E = H' / H_{\text{máx}}$$

donde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$H'_{\text{máx.}}$  = Índice de Shannon-Wiener máximo

**Dominancia.**- Proporciona la medida en que domina una especie desde el punto de vista numérico; se obtuvo con el índice de Berger-Parker ( $pi$ ):

$$B-P = Nm_{\text{máx.}} / N$$

donde:

$Nm_{\text{máx.}}$  = número de helmintos máximo que corresponde a una especie

$N$  = número total de helmintos

**Similitud.**- Grado de semejanza entre las infracomunidades de helmintos comparadas. El análisis cualitativo se realizó mediante el Índice de Sorensen:

$$S = 2j / 2j (a + b)$$

donde:

$j$  = número de especies compartidas por las dos muestras

$a$  = número de especies presentes en la primera muestra pero ausentes en la segunda

$b$  = número de especies presentes en la segunda muestra pero ausentes en la primera

Por su parte, la similitud cuantitativa se calculó mediante el porcentaje de similitud (Magurran, 1988) y se obtuvo al sumar los valores de  $p_i$  (abundancias proporcionales) más bajos de las especies de helmintos compartidas por cada par de infracomunidades comparadas.

Ambos índices oscilan entre 0 y 1; mientras más cercano a uno es el valor obtenido, mayor es la semejanza de los pares comparados.

Todos los índices fueron calculados mediante el programa experimental BIODIV de Baev y Penev, 1991 y fueron realizados *intra e interespecíficamente*.

Para obtener la similitud cualitativa y cuantitativa entre las diferentes especies de aterínidos de las seis localidades, se eligieron al azar diez infracomunidades de cada una de las muestras. El valor de similitud obtenido representa el promedio de los valores exhibidos por el conjunto de hospederos pertenecientes a una muestra contra los procedentes de otra (Holmes, 1990).

Estos atributos sirvieron, además, para la comparación contra estudios similares efectuados en peces pertenecientes a cuerpos de agua de la Mesa Central, principalmente de la familia Atherinidae.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Registro helmintológico

A continuación se presenta el registro helmintológico resultante de este estudio, incluyéndose la especie de hospedero en la que fueron registrados los parásitos, el hábitat que ocuparon, la localidad de estudio y la temporada de colecta, esto último sólo para los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén.

#### Lagos del Estado de Michoacán

##### a) Patrón General

El registro helmintológico obtenido para las cinco especies de aterínidos revisadas en cuatro lagos de la región, asciende a 15 especies de helmintos, de las cuales, seis son tremátodos, tres céstodos, un acantocéfalo, cuatro nemátodos y un hirudíneo; el pez que alojó la mayor cantidad de especies es *Chirostoma estor* del lago de Pátzcuaro con 10, seguido por *C. jordani* del lago de Cuitzeo con nueve y *C. humboldtianum* en Zacapu con siete (Tabla 2).

El estado de desarrollo que se presentó con mayor frecuencia fue el larvario (60% de las especies del registro), entre los que sobresalen las metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* que parasitaron a la mayoría de los hospederos en todas las localidades; estas especies son de carácter alogénico, cerrando su ciclo de vida fuera del ambiente acuático, en aves o mamíferos.

El 40% de las especies se colectaron como adultos, con excepción de los plerocercoides de *Bothriocephalus acheilognathi*, los cuales, sin embargo, alcanzan la madurez en los peces; los adultos, al cerrar su ciclo de vida en el agua, se consideran especies autogénicas (Esch y Fernández, 1993)

Las especies de helmintos más distribuidas entre los peces son *B. acheilognathi* y *P. brevis*, que se encontraron parasitando a cinco especies: *C. attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. jordani* y *C. humboldtianum*, asimismo, *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* y *P. minimum* se colectaron en cuatro especies de hospederos cada una.

En lo que se refiere a la distribución de los helmintos en los lagos, las especies que alcanzaron mayor dispersión fueron *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* y *B. acheilognathi*, que se registraron en los cuatro cuerpos de agua estudiados; adicionalmente, *P. brevis* y *P. minimum* se colectaron únicamente en tres, ya que la primera no se registró en Zirahuén y la segunda en Zacapu.

Como resultado, el lago de Pátzcuaro es la localidad que se erige con la mayor riqueza, ya que se registraron 10 especies de helmintos, siguiéndole en importancia Cuitzeo con nueve, Zacapu con siete y Zirahuén con tres.



Los hábitats más explotados por los parásitos fueron el intestino, mesenterio e hígado, en donde se encontraron ocho, seis y cinco especies, respectivamente, de las 15 que conforman el registro. De éstas, dos ocuparon el mayor número de hábitats: *P. minimum* y los cisticercoides de Cyclophyllidea, que se alojaron en la cavidad corporal, hígado, intestino y mesenterio; además, las metacercarias se colectaron también en cerebro y músculo.

#### **b) Por hospedero**

En el lago de Pátzcuaro, *Chirostoma estor* se constituyó como el hospedero con la mayor riqueza entre los aterínidos de este cuerpo de agua, al registrar diez especies de helmintos (cuatro tremátodos, tres nemátodos, un céstodo, un acantocéfalo y un hirudíneo), siendo el 60% de éstas alogénicas y el 40% autogénicas.

En esta localidad, la riqueza de *C. attenuatum* es de seis especies de parásitos, donde sobresalen los nemátodos con dos, mientras que los tremátodos, céstodos, acantocéfalos e hirudíneos registraron una en cada caso. Para este hospedero, el 60% de las especies cierran su ciclo en ambientes no acuáticos y el 40% lo concluye en éstos. Por su parte, *C. grandocule* registró una especie en cada caso para los tremátodos, céstodos, acantocéfalos, nemátodos e hirudíneos, conformando el registro cinco especies, de las cuales 40% son alogénicas y 60% autogénicas.

En el lago de Zirahuén, la riqueza es igual en ambos hospederos. De las tres especies registradas, dos pertenecen a los tremátodos (alogénicas) y una a los céstodos: *B. acheilognathi*

La riqueza de *C. jordani* en el lago de Cuitzeo es de nueve especies: tres de tremátodos, tres de céstodos, dos de nemátodos y una de acantocéfalo, de las cuales sólo *B. acheilognathi* cierra su ciclo en hospederos acuáticos.

Finalmente, *C. humboldtianum* en el lago de Zacapu se encuentra parasitado por siete especies de helmintos: cuatro de tremátodos, un céstodo, un acantocéfalo y un nemátodo. Para este hospedero, el 57.14% de las especies que conforman el registro son alogénicas y el 42.86% cierran su ciclo de vida en estos peces.

#### **Lagos de Pátzcuaro y Zirahuén**

##### **c) Por épocas**

El registro helmintológico de los aterínidos del lago de Pátzcuaro durante la época de lluvia, alcanzó una riqueza de diez especies, de las cuales cuatro son aportadas por el grupo de los tremátodos, tres por los nematodos, una por los céstodos, una por los acantocéfalos y una por los hirudíneos; el 50% de dichas especies se encontraron en etapa larvaria y el 50% restante utilizan a los peces como hospederos definitivos. En esta temporada *C. attenuatum* registró seis especies de helmintos, *C. estor* diez y *C. grandocule* cinco.

Tabla 2. Registro helmintológico de cinco especies de aterínidos del estado de Michoacán.

HELMINTO	L. DE PÁTZCUARO‡	L. DE ZIRAHUÉN ‡	L. DE CUITZEO	L. DE ZACAPU
TREMATODA				
<i>Allocreadium mexicanum</i>	◦ <i>C. estor</i> <sup>6</sup>			<i>C. humboldtianum</i> <sup>6</sup>
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp.</i>	◦ <i>C. estor</i> <sup>3,9</sup>	◦ * <i>C. attenuatum</i> <sup>3,9</sup> ◦ <i>C. estor</i> <sup>9</sup>	<i>C. jordani</i> <sup>3,9</sup>	<i>C. humboldtianum</i> <sup>2,7</sup>
<i>Ochetosoma sp.</i>			<i>C. jordani</i> <sup>5</sup>	
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	◦ * <i>C. attenuatum</i> <sup>3,5,7,8</sup> ◦ * <i>C. estor</i> <sup>5,8</sup> ◦ * <i>C. grandocule</i> <sup>5,7,8</sup>	◦ * <i>C. attenuatum</i> <sup>5,6,7,8</sup> ◦ * <i>C. estor</i> <sup>4,5,7,8</sup>	<i>C. jordani</i> <sup>5,6</sup>	
<i>Pygidiopsis sp.</i>				<i>C. humboldtianum</i> <sup>2</sup>
<i>Uvulifer sp.</i>	◦ <i>C. estor</i> <sup>10,11</sup>			<i>C. humboldtianum</i> <sup>10,11</sup>
CESTODA				
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	◦ <i>C. attenuatum</i> <sup>6</sup> ◦ <i>C. estor</i> <sup>6</sup> ◦ <i>C. grandocule</i> <sup>6</sup>	◦ * <i>C. attenuatum</i> <sup>6</sup> ◦ * <i>C. estor</i> <sup>6</sup>	<i>C. jordani</i> <sup>6</sup>	<i>C. humboldtianum</i> <sup>6</sup>
Cyclophyllidea gen. sp.			<i>C. jordani</i> <sup>4,5,6,7</sup>	
<i>Ligula intestinalis</i>			<i>C. jordani</i> <sup>4</sup>	
ACANTHOCEPHALA				
<i>Polymorphus brevis</i>	◦ <i>C. attenuatum</i> <sup>6,7</sup> ◦ * <i>C. estor</i> <sup>4,5,7</sup> ◦ <i>C. grandocule</i> <sup>7</sup>		<i>C. jordani</i> <sup>4,5</sup>	<i>C. humboldtianum</i> <sup>6,7</sup>
NEMATODA				
<i>Contraecaecum sp.</i>			<i>C. jordani</i> <sup>4,5,7</sup>	
<i>Eustrongylides sp.</i>	◦ <i>C. attenuatum</i> <sup>4</sup> ◦ <i>C. estor</i> <sup>7</sup>		<i>C. jordani</i> <sup>4,6,8</sup>	
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>	◦ <i>C. estor</i> <sup>6</sup>			<i>C. humboldtianum</i> <sup>6</sup>
<i>Spintectus osorioi</i>	◦ * <i>C. attenuatum</i> <sup>6</sup> ◦ <i>C. estor</i> <sup>6</sup> ◦ <i>C. grandocule</i> <sup>6</sup>			
HIRUDINEA				
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	◦ <i>C. attenuatum</i> <sup>2</sup> ◦ * <i>C. estor</i> <sup>1,2,10</sup> ◦ <i>C. grandocule</i> <sup>1</sup>			

1 Boca; 2 Branquias; 3 Cerebro; 4 Cavity corporal; 5 Hígado; 6 Intestino; 7 Mesenterio; 8 Músculo; 9 Ojos; 10 Superficie del cuerpo; 11 Aletas

‡ incluye muestreos en épocas de lluvias y sequía; ◦ especie presente en lluvias; \* especie presente en sequía

Durante la época de sequía, la riqueza descendió considerablemente, habiendo colectado únicamente cuatro especies, dos en estadio larval y dos adultos, siendo notoria la ausencia de los céstodos en el registro y el decremento del número de especies de tremátodos. En este sentido, para *C. attenuatum* la riqueza descendió en un 60% ya que sólo se colectaron dos especies de parásitos, aspecto que también ocurrió en las especies de hospederos restantes, porque hubo un decremento para este parámetro del 70% en *C. estor* y del 80% en *C. grandocule*.

En lo que respecta al lago de Zirahuén, las tres especies del registro estuvieron presentes en ambas temporadas para *C. attenuatum*. Sin embargo, para *C. estor* la riqueza disminuyó en un 33.3% durante la época de secas, ya que en ésta no se colectó a *Diplostomum (Tylodelphys)* sp.

La comparación por épocas de los registros helmintológicos globales de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, arrojó que las únicas especies que comparten los peces en ambas temporadas en los dos cuerpos de agua son los tremátodos *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum* y el céstodo *B. acheilognathi*. No obstante, la presencia de las especies de helmintos por época fue diferencial: *P. minimum* se registró en las temporadas de lluvia y sequía en las tres especies de hospederos de Pátzcuaro y en las dos de Zirahuén, mientras que *B. acheilognathi* en Pátzcuaro sólo se colectó durante la época de lluvias en las tres especies de peces y en Zirahuén estuvo presente en ambas temporadas tanto para *C. attenuatum* como para *C. estor*.

Finalmente, *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., fue colectado en la época de lluvias en *C. estor* de los dos lagos y en Zirahuén, este helminto se presentó también en sequía, pero en un hospedero diferente: *C. attenuatum*.

#### d) Lagos del Estado de Puebla

El registro helmintológico obtenido para las especies *Poblana letholepis* (lago La Mina) y *P. alchichica squamata* (lago Quechulac), está constituido por cuatro especies de helmintos: dos de tremátodos, otra de céstodo y una de nemátodo; sin embargo, ambas especies de peces estuvieron parasitadas de distinta manera, ya que no comparten especies de helmintos; por lo tanto, la presencia de *Diplostomum (Tylodelphys)* sp. y *B. acheilognathi* sólo fue registrada en *P. alchichica squamata* del lago Quechulac y la de *P. minimum* y *Eustrongylides* sp. en *P. letholepis* del lago La Mina (Tabla 3).

En cuanto al estado de desarrollo, el 75% de las especies del registro son larvas (*Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum* y *Eustrongylides* sp.) y el 25% restante (que representa *Bothriocephalus acheilognathi*) se colectó como adultos y plerocercoides, alcanzando estos últimos la madurez en los peces.

Los hábitats más explotados por los parásitos fueron el cerebro y mesenterio, en donde se colectaron las metacercarias de *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum* y las larvas de *Eustrongylides* sp., mientras que el intestino estuvo parasitado por el céstodo *B. acheilognathi*.

Tabla 3. Registro helmintológico de dos especies de aterínidos del Estado de Puebla.

HELMINTO	L. LA MINA	L. QUECHULAC
TREMATODA		
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp		<i>Poblana alchichica squamata</i> <sup>3,7</sup>
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	<i>Poblana letholepis</i> <sup>3,7</sup>	
CESTODA		
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>		<i>Poblana alchichica squamata</i> <sup>6</sup>
NEMATODA		
<i>Eustrongylides</i> sp.	<i>Poblana letholepis</i> <sup>7</sup>	

3. Cerebro; 6. Intestino; 7. Mesenterio

## 7.2. Caracterización de los Helmintos

A continuación se presenta la descripción morfológica de los helmintos que parasitaron a los aterínidos. Se incluyeron el estado de desarrollo, breves comentarios taxonómicos, distribución en México y el ciclo de vida. Las medidas que se presentan se expresan en milímetros y las determinaciones no siempre corresponden con el nivel específico debido a que no se contó con ejemplares adultos o a que el estado de preservación de los organismos fue inadecuado

### 7.2.1

Phylum: Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Clase: Trematoda Rudolphi, 1808

*Allocreadium mexicanum* Osorio, Pérez y Salgado, 1986

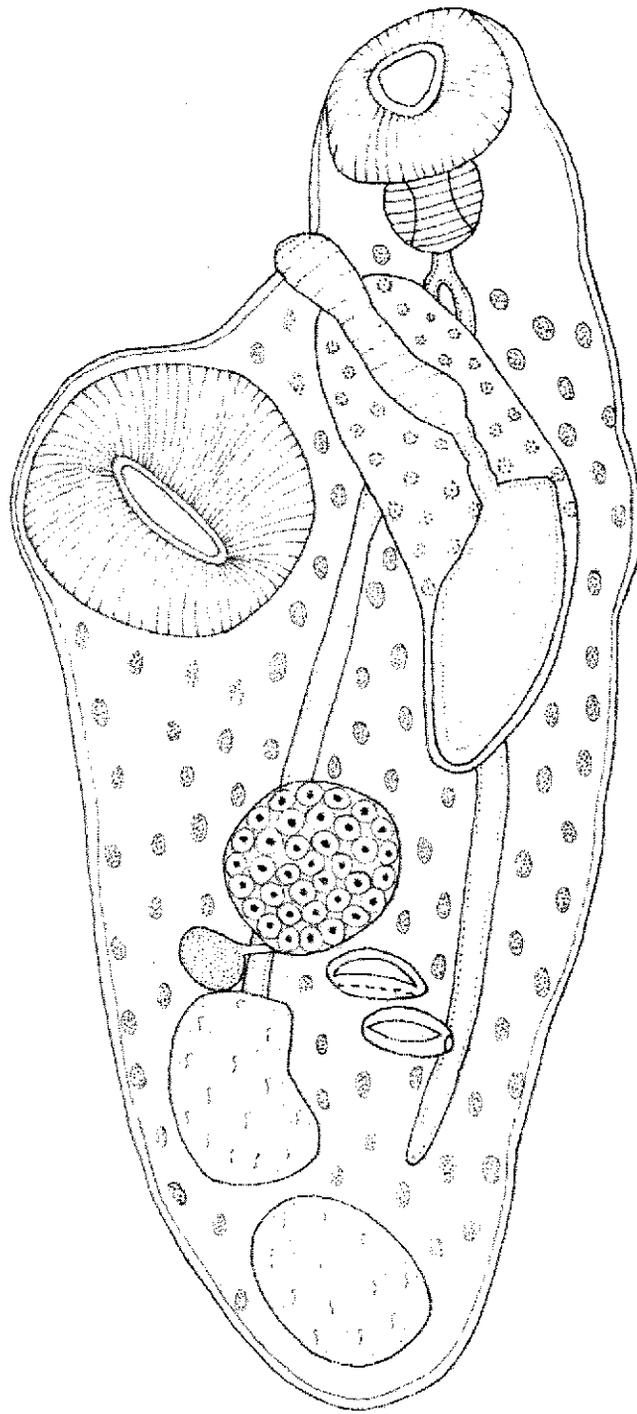
(adultos)

Fig. 2

**Caracterización.** La caracterización que se presenta a continuación se basa en nueve ejemplares (uno del lago de Pátzcuaro y ocho del lago de Zacapu); el cuerpo carece de espinas y es alargado, la longitud oscila entre 0.904 y 1.37 por 0.315 a 0.671 de anchura máxima, registrada en la zona acetabular. La ventosa oral está bien desarrollada y se sitúa subterminalmente, mide 0.080-0.14 de largo por 0.101-0.136 de ancho. El acetábulo es preecuatorial, de forma esférica u ovoidal y mide 0.129-0.217 de largo por 0.129-0.199 de ancho. La relación entre ventosas es de 1:1.61 de largo por 1:1.3 de ancho.

El aparato digestivo comprende la boca que abre en medio de la ventosa oral, una faringe muscular conspicua la cual mide 0.035-0.07 de largo por 0.042-0.091 de ancho. Se continúa con un esófago corto y la bifurcación cecal (dorsal a la bolsa del cirro), inicia a 0.217-0.245 del extremo anterior; los ciegos son largos y delgados, se extienden hasta el borde posterior del primer testículo o lo sobrepasan ligeramente.

Los testículos son distales, se disponen en tandem y presentan bordes enteros; el testículo anterior mide 0.133-0.171 de largo por 0.115-0.175 de ancho, mientras que el posterior tiene 0.108-0.178 de longitud por 0.112-0.161 de anchura. De cada uno parte un espermoducto, que se dirigen anteriormente para fusionarse en la región acetabular y desembocar directamente a la bolsa del cirro, que mide 0.231-0.378 de largo por 0.094-0.14 de ancho, contiene un cirro largo y a la vesícula seminal que es conspicua y voluminosa, además de una gran cantidad de células prostáticas. El poro genital se sitúa sobre la línea media ventral del cuerpo a 0.157-0.290 del extremo anterior. El ovario está localizado entre el acetábulo y el primer testículo, desplazado



0.5 mm

Figura 2. *Allocreadium mexicanum* (adulto).

lateralmente con respecto a la línea media del cuerpo, sus bordes son enteros y su forma variable, mide 0.077-0.150 de longitud por 0.094-0.143 de anchura. El útero se localiza entre el testículo anterior y el acetábulo, solo presenta una asa ascendente y desemboca directamente en el poro genital. Los huevos son lisos, operculados, de forma elíptica y poco numerosos: de dos a 19, con dimensiones de 0.056-0.094 de largo por 0.035-0.077 de ancho. La vitelógenas son foliculares y se extienden desde la zona de la faringe hasta la región distal del cuerpo, pero sin unirse en los extremos.

**Comentarios taxonómicos.** Estos digéneos se incluyeron en el género *Allocreadium* de acuerdo con la caracterización de Yamaguti (1971), por presentar ventosas y faringe desarrolladas, ciegos largos, acetábulo en la mitad anterior del cuerpo, testículos en tandem, bolsa del cirro bien desarrollada y conteniendo a la vesícula seminal, poro genital a nivel de la bifurcación intestinal.

La determinación a nivel de especie se llevó al cabo al realizar la comparación con el material depositado en la Colección Nacional de Helmintos (Holotipo: 239-4 y Paratipos: 239-6 a 239-8), observándose que coinciden las características citadas en la descripción original (Osorio *et al.*, 1986b), como son la posición distal de los testículos, la extensión del útero, el reducido número de huevos (6-18), la región en que terminan los ciegos y la distribución de las vitelógenas en el cuerpo, que no se unen posteriormente. Cabe mencionar que debido a la gran cantidad de vitelógenas presentes en estos tremátodos no se pudo observar el receptáculo seminal; además, con excepción de los huevos, las medidas de nuestros ejemplares fueron menores a las de los organismos con que se compararon, lo que muestra la variabilidad existente en la especie.

**Registros previos.** *Allocreadium mexicanum* ha sido recolectada de los peces *Chirostoma estor*, *C. attenuatum* y *C. grandocule*, provenientes en todos los casos del lago de Pátzcuaro, Michoacán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000). El material registrado como *Allocreadium* sp. en *Chirostoma humboldtianum* del lago de Zacapu y referido por Pérez-Ponce de León *et al.* (1996), probablemente pertenezca a la misma especie; con este trabajo se amplía la distribución de la especie de helminto a esta zona y hospedero.

**Ciclo de vida.** Estos tremátodos en estado adulto se alojan en el intestino de peces dulceacuícolas; los huevos son llevados al exterior junto con las heces del pez, en el agua utilizan como hospederos intermediarios a anfípodos, en donde el parásito se desarrolla hasta alcanzar la etapa infectiva de metacercaria y se enquistas. Cuando los peces las consumen, se reinicia el ciclo (Meléndez y Rosas, 1995)<sup>4</sup>

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4296 – 4297.

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995

*Diplostomum (Tylodelphys)* sp.

(metacercarias)

Fig. 3

**Caracterización.** Las metacercarias recolectadas se caracterizan por la forma ovalada del cuerpo, el cual está formado por dos regiones, una anterior foliácea y una posterior, más pequeña y de forma cónica.

La ventosa oral es terminal, de bordes tenues; a cada lado de ésta se localizan dos pequeñas pseudoventosas. El acetábulo es pequeño, redondo y posterior a éste, sobre la línea media del cuerpo, se encuentra el órgano tribocítico en el espacio intercecal.

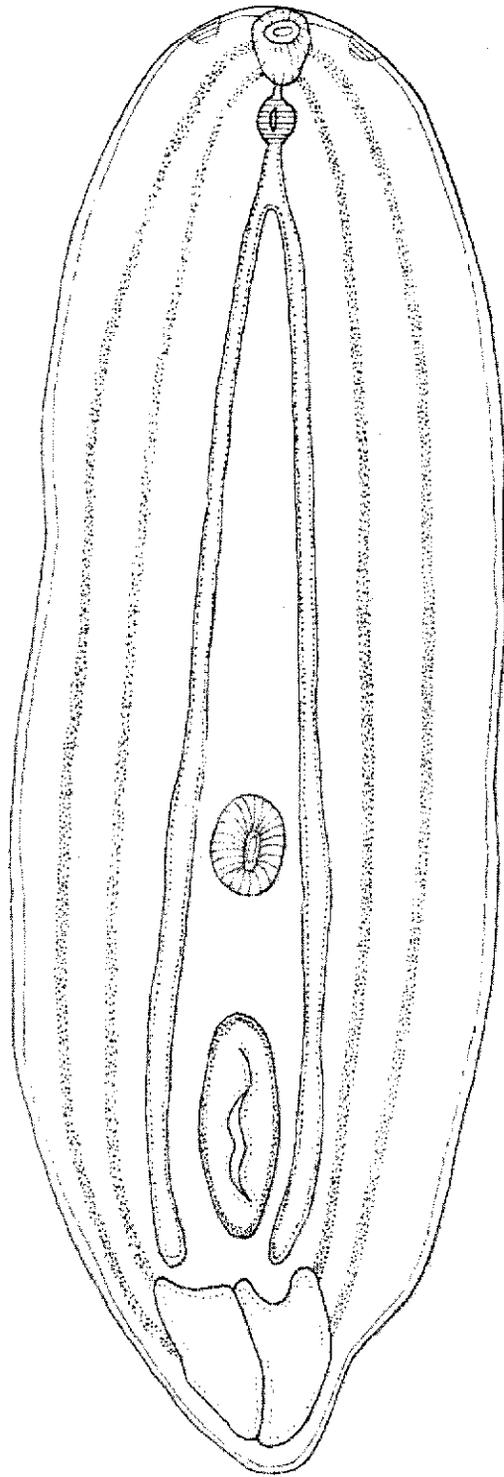
El aparato digestivo está constituido por la boca, una corta prefaringe que se continua con una faringe muscular comunicada con el esófago, del cual se origina un par de ciegos

Del aparato excretor es posible observar en el extremo posterior del cuerpo dos ramas cortas en forma de "V". En el tercio posterior del cuerpo se observan numerosos corpúsculos calcáreos que se distribuyen a todo lo largo del mismo, formando cuatro cordones que se originan en la parte anterior (a nivel de la faringe).

**Comentarios taxonómicos.** El no disponer de ejemplares adultos del parásito, los cuales cierran su ciclo de vida en aves de la familia Podicipedidae (Osorio *et al.*, 1986b), nos impidió la identificación a nivel de especie; sin embargo, Dubois (1968) mencionó que las metacercarias del género *Diplostomum* se caracterizan por ser del tipo *Diplostomulum*, es decir, presentan un segmento posterior reducido a una prominencia cónica y dos pseudoventosas en el segmento anterior, a los lados de la ventosa oral, los miembros pertenecientes al género presentan una vesícula excretora que está formada por un sistema tubular con corpúsculos calcáreos incluidos en los extremos de las últimas ramificaciones del sistema; el órgano tribocítico es circular o elíptico, con una hendidura longitudinal longitudinal media.

Su asignación al subgénero *Tylodelphys* Diesing, 1850 es debida a que presentan el cuerpo lingüiforme, dos regiones poco marcadas y acetábulo, características que los diferencian de los otros cinco subgéneros del género *Diplostomum* (Dubois, 1968). Estas características coinciden con las observadas en las metacercarias, por lo que se han asignado al género y subgénero antes mencionados

Para el subgénero *Tylodelphys*, Dubois (1968) enlistó a 12 especies, las cuales tienen una distribución cosmopolita, de éstas, cuatro son americanas; sin embargo, Yamaguti en 1971 consideró a *Tylodelphys* como un género independiente de *Diplostomum*, reconociendo a una especie más: *T. mashonensis* Beverly-Burton, 1963. Posterior a este trabajo, se han descrito otras



0.3 mm

Figura 3. *Diplostomum (Tylodelphys)* sp. (metacercaria)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

tres especies para este subgénero: *D. (T.) lucknowensis* Pandey, 1973; *D. (T.) chandrapali* Jain y Gupta, 1970 y *D. (T.) aegypticus* El Naffar, 1980 (Sánchez, 1997)<sup>44</sup>

**Registros previos.** La única especie que se ha registrado para México perteneciente al subgénero *Tylodelphys* es *Diplostomum (Tylodelphys) americana*, recolectada del “zambullidor” *Podilymbus podiceps* en la ciénaga de Lerma (León-Régagnon, 1992); posteriormente, Guzmán y García (1999) recolectaron en la garza *Casmerodius albus* a un ejemplar adulto de este parásito el cual no había completado su desarrollo, por lo que estos autores consideraron que se trataba de una infección accidental, sin asignarlo a una especie en particular.

*Diplostomum (Tylodelphys)* sp. tiene amplia distribución, ya que se ha recolectado en las siguientes especies de peces, los que se distribuyen en distintas localidades de los estados de Michoacán y Tabasco: *Chirostoma estor*, *C. attenuatum*, *Cichlasoma istlanum*, *Ictalurus meridionalis* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996); *Goodea atripinnis*, *C. jordani* (Guzmán, 1997)<sup>20</sup>; *Allophorus robustus* (Sánchez, 1997)<sup>44</sup>; *C. estor* (Juárez, 1999)<sup>6</sup>; *C. humboldtianum* (Galicia, 2001)<sup>8</sup>, estas larvas han sido recolectadas también en las culebras acuáticas *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* de la ciénaga de Lerma, estado de México y del lago de Pátzcuaro (Jiménez, 1999)<sup>46</sup>.

**Ciclo de vida.** No se conoce totalmente el ciclo de vida de este tremátodo, aunque el patrón general para este género es el siguiente: los miracidios penetran en el primer hospedero intermediario, un caracol de la familia Planorbidae y por reproducción asexual se transforman en cercarias (Hoffman, 1960), las cuales salen del caracol y penetran en el segundo hospedero intermediario, que puede ser un pez, anfibio o reptil, en donde se transforman en metacercarias del tipo *Diplostomulum*.

El estado adulto del parásito se desarrolla en el intestino del hospedero definitivo (un ave), cuando ésta ingiere al segundo hospedero intermediario. La reproducción de los parásitos se lleva al cabo en este sitio; posteriormente, los huevos salen al agua junto con las heces, liberando miracidios que penetran por la pared del cuerpo de los caracoles, restableciéndose de esta manera el ciclo de vida.

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4298 – 4300.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.

<sup>20</sup> Guzmán, C. M. C. 1997.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999. Fauna helmintológica de culebras de hábitos acuáticos del género *Thamnophis* (Colubridae: Naticinae) en la Mesa Central de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 86 pp.

*Ochetosoma* sp.  
(metacercarias)

Fig. 4

**Caracterización.** Basada en siete ejemplares; se encontraron en quistes de forma esférica, color blanco y pared gruesa. Una vez desenquistadas, las metacercarias poseen el cuerpo alargado y ovoide con los extremos redondeados. Presentan una longitud variable entre 0.322-0.497 y una anchura de 0.101-0.178.

La ventosa oral es esférica y musculosa, con dimensiones de 0.073-0.101 de largo por 0.059-0.091 de ancho. El acetábulo es ecuatorial o ligeramente postecuatorial, musculoso y esférico con 0.052-0.084 de largo por 0.031-0.038 de ancho; la ventosa oral y el acetábulo tienen tamaño similar, siendo la primera estructura ligeramente mayor.

En medio de la ventosa oral abre la boca, a continuación hay una faringe pequeña con 0.028-0.035 de longitud, el esófago y posteriormente los ciegos intestinales cortos (0.073-0.077) y gruesos (0.031-0.038), que se extienden hasta el borde anterior del acetábulo; Aún no se observa la presencia de esbozos genitales.

**Comentarios Taxonómicos.** La identificación de estos organismos a nivel de género se logró básicamente por la presencia de ciegos muy cortos y por la proporción entre las ventosas, comparándose también con registros previos de Peresbarbosa (1992)<sup>47</sup>. Los miembros de este género tienen una distribución cosmopolita y parasitan anfibios y serpientes de hábitats acuáticos principalmente. La especie *Ochetosoma brevicaecum* Caballero, 1941 previamente ha sido registrada en México por Pérez-Ponce de León *et al.* (2001), lo cual sugiere la posibilidad de que nuestros ejemplares pertenezcan a la misma especie por la relación entre localidades registradas y hospederos definitivos que coexisten con *C. jordani* (Obs. personales).

**Registros previos.** Metacercarias de este género se han recolectado de los peces *Neoophorus diazi* y *Goodea atripinnis* en ambos casos del lago de Pátzcuaro, Michoacán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996). También en esta localidad pero provenientes de *Rana dunni* (García *et al.*, 1993; Pulido, 1994) y *Ambystoma dumerilii* (García *et al.*, 1993). Además, Jiménez (1999)<sup>46</sup> recolectó a *O. brevicaecum* como metacercarias y adulto en las culebras *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* de la ciénega de Lerma, Estado de México y en los lagos de Pátzcuaro y Zacapu, Michoacán y Chapala, Jalisco

<sup>47</sup> Peresbarbosa, R. E. 1992 Estructura de la comunidad de helmintos en tres especies de godeidos (Pisces: Goodeidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias U. N. A. M. México. 95 pp.

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999.

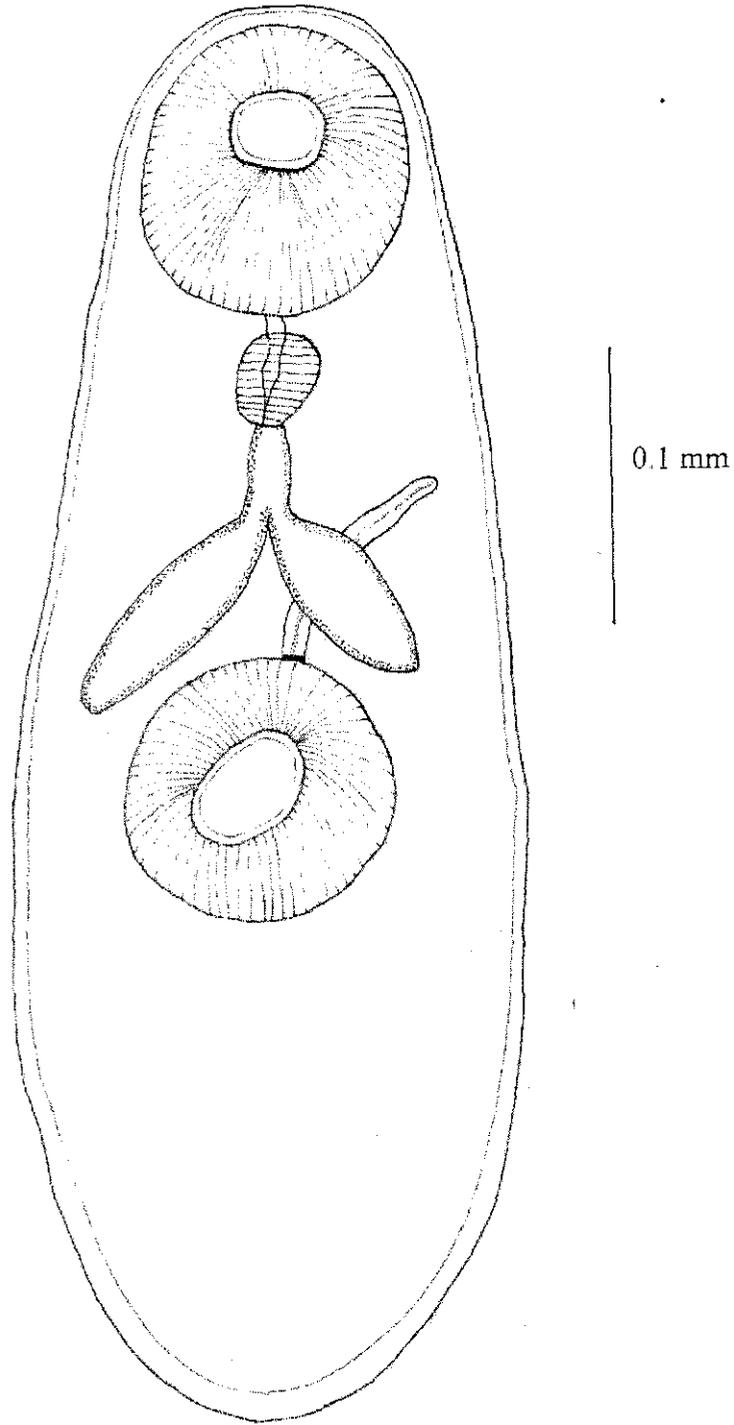


Figura 4. *Ochetosoma* sp. (metacercaria).

**Ciclo de vida.** Los huevos del parásito salen con las heces del hospedero y son ingeridos por caracoles desarrollándose en éstos hasta la etapa de cercarias, las cuales son liberadas y penetran la piel de renacuajos y ranas, enquistándose en la vejiga urinaria y pared intestinal y cuando estos hospederos intermediarios son ingeridos por anfibios y reptiles el parásito alcanza la madurez, reiniciando el ciclo (Peresbarbosa, 1992).<sup>47</sup>

Por lo anterior, se puede considerar como una infección accidental ya que *Chirostoma jordani* al infectarse con cercarias, éstas se enquistan (metacercarias), permaneciendo así hasta que el hospedero muere o sea presa de un reptil, en el cual completa su desarrollo.

Ejemplares depositados en la CNHE con el número de catálogo: 4301

*Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936

(metacercarias)

Fig. 5

**Caracterización.** La metacercaria está contenida por un quiste amplio, por lo que puede realizar movimientos de alargamiento y contracción dentro de éste. La pared del quiste se compone de dos capas, una interna formada por el parásito y otra externa formada por el hospedero.

Las metacercarias se caracterizan por presentar una constricción que nace de la superficie dorsal del cuerpo y lo separa en dos regiones bien definidas, una anterior y otra posterior, la primera es más grande, alargada y con forma de “cuchara”, desprovista de pseudoventosas. La región posterior varía de forma, de cónica a casi esferoidal y contiene los esbozos genitales y la bolsa copulatriz invaginada.

La ventosa oral es pequeña y de forma esférica. Hacia el final de la región anterior, sobre la superficie ventral, se forma una cavidad en la que se encuentra el acetábulo y el órgano tribocítico.

El aparato digestivo está constituido por la boca, que se abre en medio de la ventosa oral, una faringe pequeña y alargada que se continúa con el esófago, a partir del cual el intestino se divide en dos ciegos; éstos corren paralelos a lo largo del cuerpo, rodean al órgano tribocítico y terminan en la región posterior, a los lados de la bolsa copulatriz.

El aparato reproductor, no bien desarrollado, queda comprendido en la parte posterior del cuerpo y está representado por dos testículos, uno anterior y otro posterior; el ovario se sitúa entre ambos testículos. El poro genital abre en la parte terminal de la región posterior.

**Comentarios Taxonómicos.** El género *Posthodiplostomum* fue establecido por Dubois en

<sup>47</sup> Peresbarbosa, R. E. 1992.

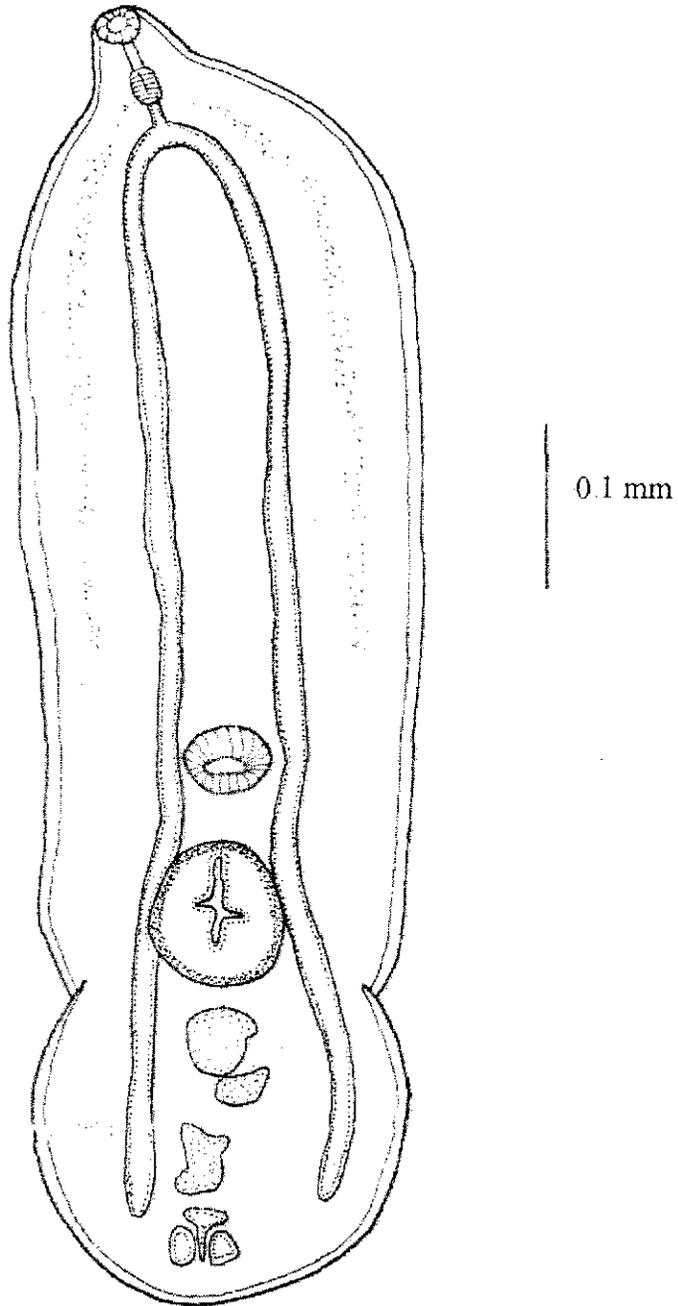


Figura 5. *Posthodiplostomum minimum* (metacercaria).

1936 para agrupar a los diplostomátidos parásitos de ardeidos, caracterizados por presentar una bolsa copulatriz invaginable y evaginable, con un prepucio que rodea al cono genital, así como por carecer de pseudoventosas en el segmento anterior.

Las metacercarias se caracterizan por presentar el cuerpo conformado por dos regiones y por la ausencia de pseudoventosas, características que de acuerdo con Hoffman (1960), corresponden al tipo Neascus de metacercarias de estrigeidos, las cuales pertenecen al menos a cinco géneros: *Crassiphiala*, *Neodiplostomum*, *Ornithodiplostomum*, *Posthodiplostomum* y *Uvulifer*.

La recolección y estudio de gran diversidad de hospederos (peces, anfibios, reptiles y aves) en el lago de Pátzcuaro, permitió a Pérez-Ponce de León (1992)<sup>32</sup> obtener un número considerable de metacercarias y adultos de un estrigeido del género *Posthodiplostomum*. Con base en este material, dicho autor estableció que la única especie que se distribuye en México es *P. minimum*, demostrando que la variación en formas y tamaños de estos parásitos es inducida por el hospedero y que todos pertenecen a la misma especie. A partir de lo anterior, la identificación de nuestras metacercarias se efectuó de acuerdo con este autor, asignándolas a la especie *P. minimum*.

**Registros previos.** El estado adulto de *P. minimum* en México se ha encontrado parasitando aves ictiófagas pertenecientes a las especies *Nycticorax nycticorax*, *Egretta thula* y *Casmerodius albus* (Pérez-Ponce de León, 1992)<sup>32</sup>. Las metacercarias tienen amplia distribución, ya que se han registrado en las siguientes especies de peces: *Cathorops seemani*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Notropis sallei*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Illyodon whitei*, *Algansea lacustris*, *Allophorus robustus*, *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. jordani*, *C. humboldtianum*, *Poblana alchichica*, *Goodea atripinnis*, *Neophorus diazi*, *Micropterus salmoides*, *Oreochromis aureus*, *Cichlasoma friedrichstahli*, *C. octofasciatum*, *C. urophthalmus*, *C. synspilum*, *C. pearsei*, *C. helleri*, *C. fenestratum*, *C. meeki*, *C. nigrofasciatum*, *Petenia splendida*, *Gobiomorus dormitor* e *Hybopsis boncardi*, así como en distintas localidades en los estados de Colima, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Guzmán, 1997<sup>20</sup>; Salgado *et al.*, 1997; Juárez, 1999<sup>6</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000 )

**Ciclo de vida.** Los adultos de *P. minimum* son parásitos intestinales de aves ictiófagas. En éstas, los parásitos alcanzan la madurez sexual, produciendo huevos que salen junto con las heces y

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992.

<sup>20</sup> Guzmán, C. M. C. 1997.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

caen al agua, donde ocurre la eclosión del miracidio, el cual penetra a un caracol, generalmente de la familia Physidae, que actúa como primer hospedero intermediario, en cuya glándula digestiva se desarrollan las fases asexuales del parásito, que incluyen dos generaciones de esporocistos; este proceso culmina con la liberación de gran cantidad de cercarias, que emergen del caracol a través de la pared del cuerpo, comúnmente por la cavidad del manto. Las cercarias no pueden sobrevivir más de 24 hrs, debiendo penetrar en el segundo hospedero intermediario (pez), en el que invaden diferentes tejidos y preferencialmente se enquistan en el hígado, transformándose en metacercarias. El ciclo de vida se cierra cuando los peces son ingeridos por aves ictiófagas (Pérez-Ponce de León, 1992).<sup>32</sup>

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4302 – 4304.

*Pygidiopsis* sp.  
(metacercarias)

Fig. 6

**Caracterización.** Basada en cinco ejemplares; las metacercarias se caracterizan por presentar el cuerpo cubierto de espinas. Son piriformes y ligeramente cóncavas, miden 0.360-0.525 de largo por 0.087-0.210 de anchura máxima (en la mitad posterior del cuerpo).

La ventosa oral con 0.03-0.045 de largo y 0.021-0.035 de ancho, abre subterminalmente; el acetábulo es intercecal, postecuatorial, de forma esférica u ovalada y presenta dimensiones de 0.031-0.052 de largo por 0.035-0.045 de ancho.

La ventosa oral rodea a la boca, la cual se comunica a una prefaringe larga (0.052-0.070), la que a su vez lo hace con la faringe muscular que mide 0.021-0.042 de largo por 0.021-0.031 de ancho. Esta estructura se une al esófago, el cual alcanza 0.063-0.073 de longitud. Los ciegos inician aproximadamente en la región media del cuerpo, a una distancia de 0.206-0.220 del extremo anterior, miden 0.192-0.220 de largo y recorren al organismo para terminar en la región posterior, a la altura del primordio del ovario o frente a las masas testiculares.

Se observa ya la presencia de estructuras reproductoras a pesar de no estar aun totalmente desarrolladas. La masa ovárica presenta 0.028-0.035 de largo por 0.052-0.056 de ancho y se ubica anterior a las masas testiculares, las cuales son simétricas, ovaladas y se localizan en el extremo posterior del cuerpo, con tamaños de 0.021-0.042 de longitud por 0.031-0.059 de anchura.

**Comentarios taxonómicos.** La asignación del presente material al género *Pygidiopsis* creado por Loss en 1907, fue con base en la coincidencia de características diagnósticas

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992

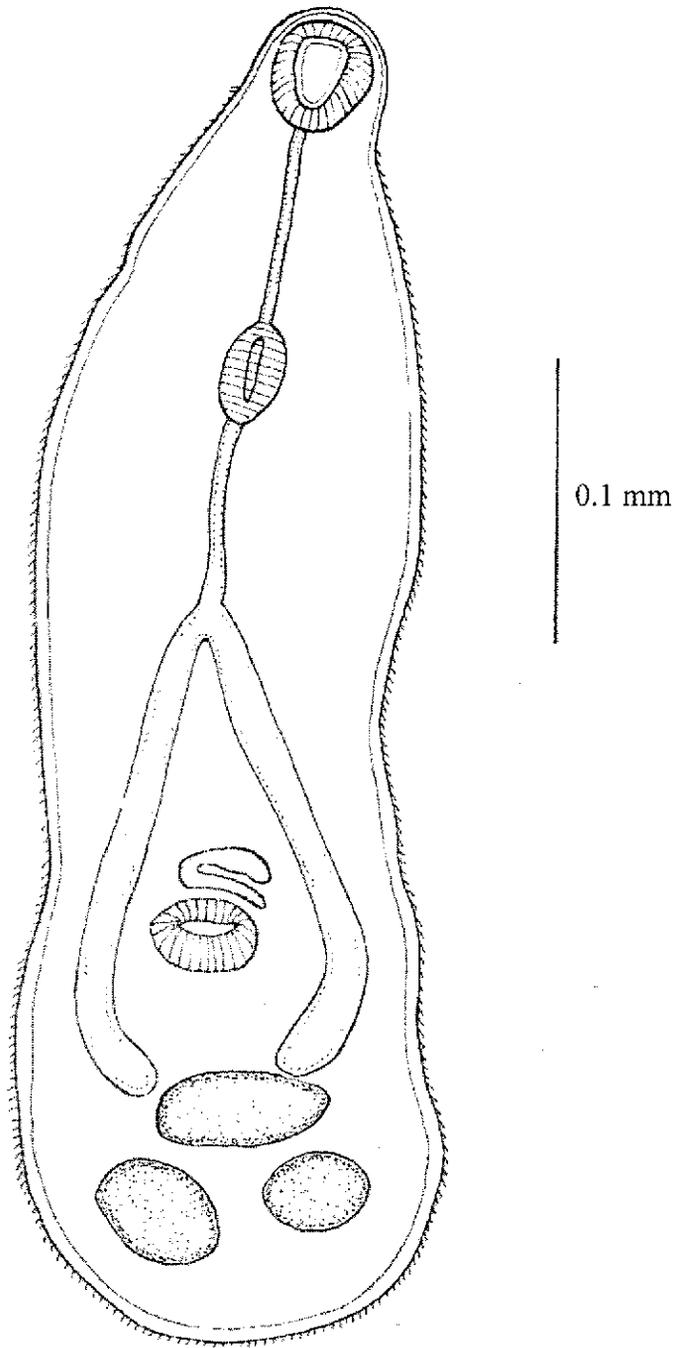


Figura 6. *Pygidiopsis* sp. (metacercaria)

como cuerpo aplanado, espinoso, piriforme y con una concavidad ventral, ventosa oral subterminal, ciegos terminando cerca o enfrente de los testículos y éstos situados simétricamente en el extremo posterior del cuerpo (Yamaguti, 1971).

Cabe mencionar que en algunas de nuestras metacercarias los ciegos terminan al nivel del ovario, lo que se puede atribuir al proceso de fijación, ya que los demás rasgos se mantienen. La identificación a nivel específico no pudo realizarse, ya que por estar los ejemplares en estado larvario hay estructuras que todavía no se han desarrollado, que son de importancia taxonómica, como es el caso de la vesícula seminal, el complejo prostático, forma y posición del útero y posición de las vitelógenas, por mencionar algunas.

Las especies del género *Pygidiopsis* son parásitas del intestino de aves, quienes actúan como hospederos definitivos pero experimentalmente se han registrado en perros, gatos y ratas como hospederos accidentales

**Registros previos.** El primer registro en México corresponde a *Pygidiopsis pindoramensis*, recolectado en los peces *Poecilia catemacensis* y *Xiphophorus helleri* de la laguna de Catemaco, Veracruz (Scholz, 2001). Metacercarias de ese género se registraron también para el lago de Zacapu en Michoacán, pero provenientes de un hospedero distinto, *Chirostoma humboldtianum* (Galicia, 2001).<sup>8</sup>

**Ciclo de vida.** Los huevos salen con las heces de las aves y son ingeridos por gasterópodos en donde se desarrollan hasta la etapa de cercarias, las cuales al llegar a los peces se transforman a metacercarias y se enquistan; cuando las aves se alimentan de peces infectados, los parásitos maduran a adultos y se alojan en el intestino de éstas, reiniciando de esta manera el ciclo (Galicia, 2001).<sup>8</sup>

Ejemplares depositados en la CNHE con el número de catálogo: 4305.

*Uvulifer* cf. sp.

(metacercarias)

Las metacercarias se encontraron enquistadas superficialmente en la piel y aletas de los hospederos *Chirostoma estor* (lago de Pátzcuaro) y *C. humboldtianum* (lago de Zacapu). Los quistes son de color negro, pequeños, muy resistentes y difíciles de remover mecánicamente; por lo que al obtener los ejemplares se colectaron en mal estado. Debido a lo anterior, no se pudieron identificar a un nivel específico debido a que no se observaron sus características. Además, las

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

metacercarias tipo *Neascus* tienen pocos rasgos morfológicos distintivos que se puedan usar para su determinación, por lo que la identificación precisa se realiza con el adulto.

Hay al menos dos géneros de estrigeidos asociados a los “puntos negros” de peces dulceacuícolas de Norteamérica: *Uvulifer* y *Crassiphiala*, el primer género se caracteriza porque el órgano de fijación es pequeño, la parte anterior del cuerpo no es en forma de copa y hay una ventosa ventral; en el otro género el órgano de fijación es largo ya que ocupa la mayor parte de la región anterior del cuerpo y no tiene ventosa ventral.

Se propone que las metacercarias pertenecen a *Uvulifer* porque hasta el momento ha sido el único género registrado para México en *Micropterus salmoides* proveniente de la Presa Vicente Guerrero en Tamaulipas (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) y de *C. humboldtianum* del lago de Zacapu, Michoacán (Galicia, 2001).<sup>8</sup>

El género presenta una reducida especificidad hospedatoria ya que se ha registrado en cinco familias de peces: Centrarchidae, Cyprinidae, Esocidae, Percidae y Atherinidae.

Los peces se infectan con las cercarias cuando éstas penetran a los peces, uno a cuatro días tarda el parásito en alcanzar los músculos y el pez muestra evidencias características de una reacción de defensa como son las acumulaciones celulares, aparentemente macrófagos. La cercaria comienza su enquistamiento al alcanzar su localización definitiva entre el músculo y el quiste aparece de dos a cuatro días después.

### 7.2.2

Clase: Cestoda (Rudolphi, 1808) Carus, 1885

*Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934

(plerocercoides y adultos)

Fig. 7a y 7b

**Caracterización.** Basada en diez ejemplares adultos de los lagos de Pátzcuaro (4), Zirahuén (3) y Quechulac (3); esta especie de cestodo se caracteriza porque su escólex presenta forma de corazón, con el disco apical poco desarrollado; dorsal y ventralmente se sitúan los botrios, los cuales son cortos y muy profundos, con pequeñas aberturas. Carecen de cuello ya que los primeros proglótidos, que son más delgados que el escólex, se localizan inmediatamente después de esta estructura. En vivo, el escólex presenta diversas formas, desde la prismática característica del género, hasta la de corazón, que es común de la especie; después de la fijación puede mostrar una variación morfológica muy marcada, pero generalmente exhibe una forma triangular con los vértices redondeados.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

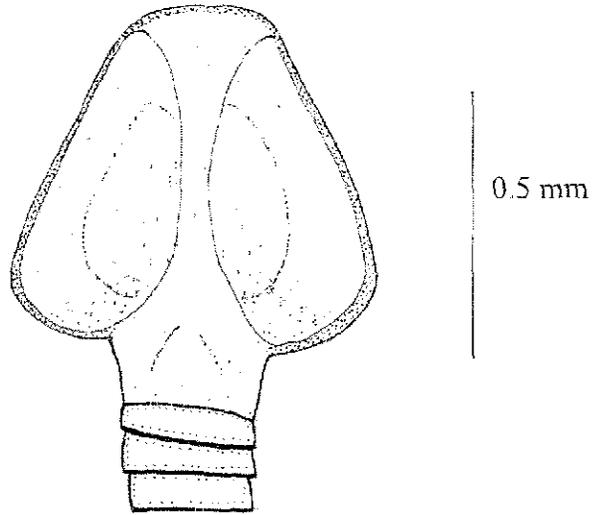


Fig. 7a

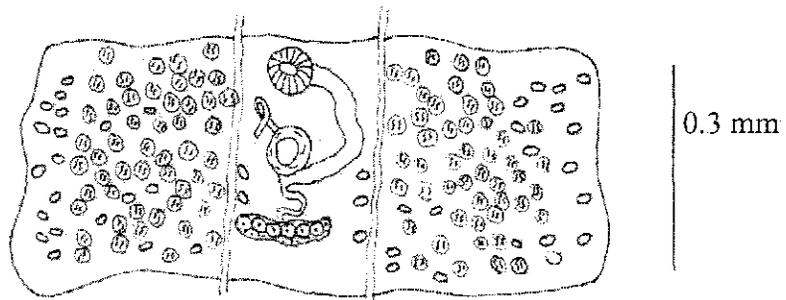


Fig. 7b

Figura 7a. *Bothriocephalus acheilognathi* (escólex); 7b. Proglótido maduro

El estróbilo está constituido por diversos números de segmentos, dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentren; la segmentación es completa y bien marcada a todo lo largo del cuerpo. Los proglótidos inmaduros miden 0.063-0.178 de largo por 0.129-0.413 de ancho; mientras que los proglótidos maduros presentan una longitud de 0.137-0.411 por 0.378-1.397 de ancho.

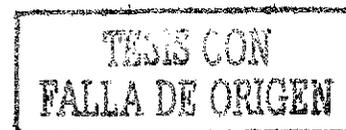
El aparato reproductor masculino está formado por 61-101 testículos que se localizan en las regiones laterales del proglótido. La bolsa del cirro es piriforme y se ubica en la línea media del segmento.

El aparato reproductor femenino está constituido por un ovario que se dispone en el margen posterior del proglótido y es de bordes lobulados. Las glándulas vitelógenas, más pequeñas que los testículos, se localizan cortical y externamente respecto a estas estructuras. El conducto uterino abre ventralmente en la línea media del cuerpo, a la bolsa del cirro. Los huevos son operculados y de forma ovalada.

**Comentarios taxonómicos.** El género *Bothriocephalus* fue creado por Rudolphi en 1808 para incluir a numerosas especies de parásitos de peces marinos y dulceacuícolas (Schmidt, 1986)

En lo que se refiere a *B. acheilognathi*, este helminto fue descrito por Yamaguti en 1934, basándose en un ejemplar completo, parásito de *Acheilognathus rhombea*, en Japón (Yamaguti, 1934). A partir de entonces, se han descrito numerosas especies que posteriormente han sido sinonimizadas debido en gran parte al desconocimiento que existía sobre la variabilidad morfométrica de sus rasgos taxonómicos; de esta forma, se han descrito especies como: *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti, 1934; *B. phoxini* Molnár, 1968; *B. gowkongensis* Yeh, 1955; *Schyzocotyle fluviatilis* y *B. aegiptiacus* Rysávy y Moravec, 1975 y *B. kivuensis* Baer y Fain, 1958, que en la actualidad son considerados como sinónimos de *B. acheilognathi* con base en estudios sobre variaciones en la morfología del escólex, que es el principal rasgo diferencial de esta especie (Scholz, 1997).

Hasta 1996, *B. acheilognathi* era la única especie del género registrada en peces de agua dulce de México (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996). Sin embargo, Scholz *et al.* (1996) hicieron el registro de una nueva especie, *B. pearsei*, proveniente del intestino de los peces *Cichlasoma urophthalmus* y *Rhamdia guatemalensis* de los cenotes Zaci y Xmucuy, respectivamente, del estado de Yucatán. Esta especie se diferencia de *B. acheilognathi* porque en la primera, el escólex es claviforme, con el ancho máximo en la parte media, mientras que en la otra especie esta estructura se caracteriza por su forma acorazonada; asimismo, difieren por el número de testículos (26-51), mientras que en *B. acheilognathi* va de 40-101. *B. pearsei* se caracteriza además por su distribución limitada a los cenotes del Estado de Yucatán.



**Registros previos.** La distribución geográfica de esta especie se encontraba restringida al sureste de Asia; sin embargo, la transferencia de peces, sobre todo ciprínidos, a varios países del mundo, ha determinado que su intervalo de distribución actualmente sea muy amplio. En México, el primer registro sobre la presencia de este céstodo se debe a López (1981), quien redescubrió a la especie basándose en ejemplares recolectados de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus* procedentes del centro piscícola de Tezontepec, en el estado de Hidalgo.

Debido a la reducida especificidad hospedatoria que presenta este helminto, en nuestro país se ha registrado como parásito de varias especies de peces: *Ctenopharyngodon idellus*, *Cyprinus carpio communis*, *C. c. rubrofuscus*, *C. c. specularis*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Notropis sallei*, *Carassius auratus*, *C. carassius*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Megalobrama amblycephala*, *Mylopharyngodon piceus*, *Algansea rubescens*, *A. lacustris*, *Goodea atripinnis*, *Chirostoma jordani*, *C. ocotlanae*, *C. humboldtianum*, *C. attenuatum*, *C. grandocule*, *Allophorus robustus*, *Oreochromis niloticus*, *Micropterus salmoides*, *Neophorus diazi*, *Melaniris balsanus*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Xenotoca variata*, *Zoogoneticus quitzoensis*, *Oreochromis aureus* y en distintas localidades de la República Mexicana, en los estados de Campeche, Coahuila, México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Yucatán y en el Distrito Federal (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Sánchez 1997<sup>44</sup>; Villeda, 1997<sup>5</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Galicia, 2001<sup>8</sup>). Asimismo, se ha registrado en el achoque *Ambystoma dumerilii* (García *et al.*, 1993) y en la culebra *Thamnophis melanogaster* (Jiménez, 1999)<sup>46</sup>, ambos hospederos provenientes del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

**Ciclo de vida.** De acuerdo con Conejo (1990)<sup>48</sup>, la infección de los peces como hospederos definitivos de *B. acheilognathi* tiene lugar cuando los huevos del céstodo salen con la materia fecal y cuando se encuentran en el agua liberan al coracidio, que es la larva libre nadadora, la cual es ingerida por algún hospedero intermediario que frecuentemente es un copépodo, el cual a su vez es presa de un pez, ya en este hospedero el céstodo pasa por las etapas de procercoide y plerocercario, alcanzando así el estado adulto

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4306 – 4309

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997

<sup>5</sup> Villeda, G. L. 1997.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999.

<sup>48</sup> Conejo, G. M. E. 1990. Ciclo de vida del céstodo *Bothriocephalus acheilognathi* en condiciones experimentales. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, U.N.A.M. México. 59 pp.

Orden: Cyclophyllidea Van Beneden, 1900

(cisticercoides)

Fig. 8

**Caracterización.** Basada en seis ejemplares; el quiste del cisticercoide es de forma esférica, grande, tiene una coloración amarillenta con pequeños puntos negros; la larva libre de esta estructura presenta gran movilidad y coloración blanquecina.

El cuerpo es aplanado y de pared gruesa; el escólex presenta apariencia bulbosa y contiene cuatro ventosas, dos dorsolaterales y dos ventrales, los cuales miden 0.063-0.101 de largo por 0.066-0.084 de ancho.

En la región apical del escólex se localiza el rostelo, el cual está armado de una corona doble con 28-30 ganchos robustos, cuya longitud varía entre 0.052 y 0.136. A la altura de las ventosas se distingue la bolsa del rostelo con forma triangular. Posterior al escólex está el cuello, de forma cilíndrica y alargada; ambas estructuras forman un complejo que es evaginable.

**Comentarios taxonómicos.** Los miembros del Orden Cyclophyllidea se caracterizan por poseer un escólex con cuatro ventosas, el cual puede o no presentar un rostelo y éste ser armado o inerme y como adultos, estróbilo con segmentación diferenciada; hermafroditas; poro genital lateral, generalmente; vitelógena compacta, posterior al ovario; útero variable, puede no ser permanente (Khalil *et al.*, 1994).

Sin embargo, los ejemplares se recolectaron en estadio de metacéstodo, por lo que no fue posible hacer la identificación a un nivel inferior al de orden, pero se incluyeron en éste por coincidir con características distintivas señaladas para el mismo por Khalil *et al.* (1994) en lo que respecta al escólex y rostelo.

Debido a que la morfometría de los ganchos se mantiene constante a partir de este estadio, el contar con un registro previo en la zona nos ayudaría a realizar una identificación a un nivel taxonómico inferior a partir de la correlación entre estas estructuras; sin embargo, no se ha encontrado aún al adulto.

Los miembros adultos de este orden son parásitos de vertebrados terrestres o semiacuáticos como reptiles, aves y mamíferos, raramente se encuentran en anfibios.

**Registros previos.** Los registros previos para cisticercoides de este orden provienen del estado de Michoacán en los hospederos *Chirostoma attenuatum* del lago de Pátzcuaro (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Ponce de León *et al.*, 2000) y *Allophorus robustus* del lago de Cuitzeo (Sánchez, 1997).<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.

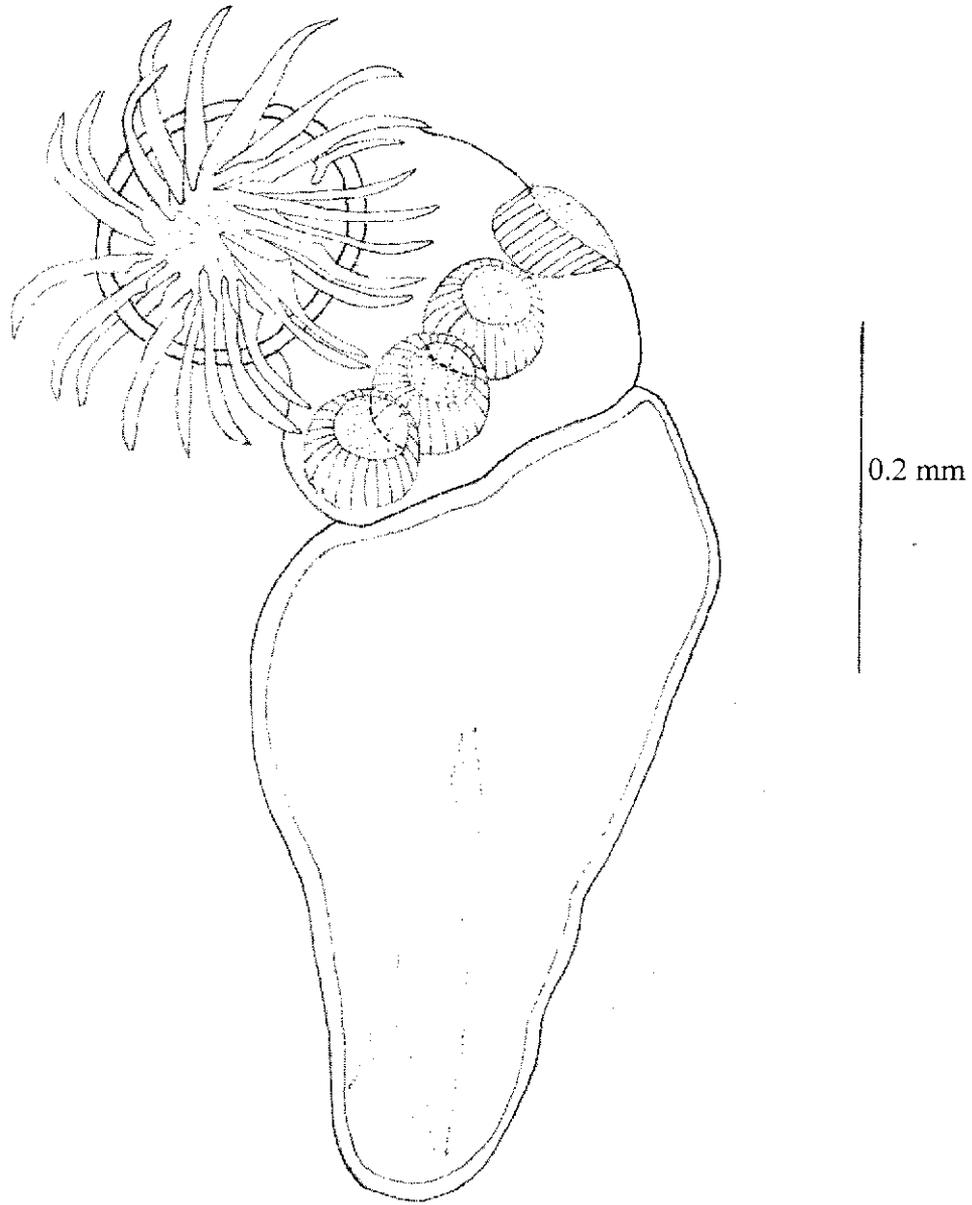


Figura 8. Cyclophyllidea gen. sp. (cisticercoide)

**Ciclo de vida.** Los céstodos pertenecientes a este orden utilizan a un copépodo como primer hospedero intermediario, estos artrópodos son consumidos por el segundo hospedero intermediario (peces), en donde el parásito alcanza la etapa infectiva de cisticercoide. Cuando reptiles, aves y mamíferos se alimentan de peces, los céstodos alcanzan la madurez sexual, con lo que se completa el ciclo de vida (Sánchez, 1997).<sup>44</sup>

Ejemplares depositados en la CNHE con el número de catálogo: 4310.

*Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758) Bloch, 1782

(plerocercoide)

Fig. 9

**Caracterización.** El único ejemplar recolectado procede del lago de Cuitzeo; el plerocercoide es de color blanco y aplanado dorsoventralmente, tiene una longitud de 26.48 y una anchura de 0.85. El extremo anterior es redondeado, tiene un escólex triangular y pequeño; los botrios están diferenciados por un surco dorsoventral; no presenta cuello, el estróbilo sólo presenta segmentación más o menos marcada en la región anterior y tiene un surco medio tanto en la superficie dorsal como ventral. No se observan primordios de las estructuras reproductoras.

**Comentarios taxonómicos.** El céstodo fue asignado al género *Ligula* debido a que muestra rasgos morfológicos tales como escólex triangular y pequeño, carecen de cuello, sin segmentación posterior y con evidentes surcos ventral y dorsal (Hoffman, 1967; Schmidt, 1986); estas dos últimas características lo distinguen del género *Schistocephalus*, ya que en éste la segmentación está en todo el estróbilo y carece de surcos.

La determinación a nivel específico fue a partir de que *Ligula* es un género monotípico: *L. intestinalis*, el adulto es parásito de aves piscívoras (Schmidt, 1986). Los plerocercoides de esta especie se señalan como frecuentes en los peces de los lagos y ríos mexicanos, principalmente de la cuenca del Río Lerma-Santiago (Lamothe-Argumedo y Cruz-Reyes, 1972), lo que es ratificado por Pérez-Ponce de León *et al.* (1992), quienes hacen el primer registro de la forma adulta en aves del lago de Pátzcuaro, zona perteneciente a esta cuenca.

Las aves constituyen la principal fuente de dispersión del parásito, lo cual explica el hecho de que su localización en nuestro país comprenda básicamente la cuenca del Río Lerma, ya que las aves mantienen la infección en los distintos cuerpos de agua, pero la limitan a los períodos de migración, es por esto que los ligúlidos han adoptado estrategias de latencia para que se lleve al cabo su dispersión, es decir, los plerocercoides en los peces tienen una longevidad que asegura

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997

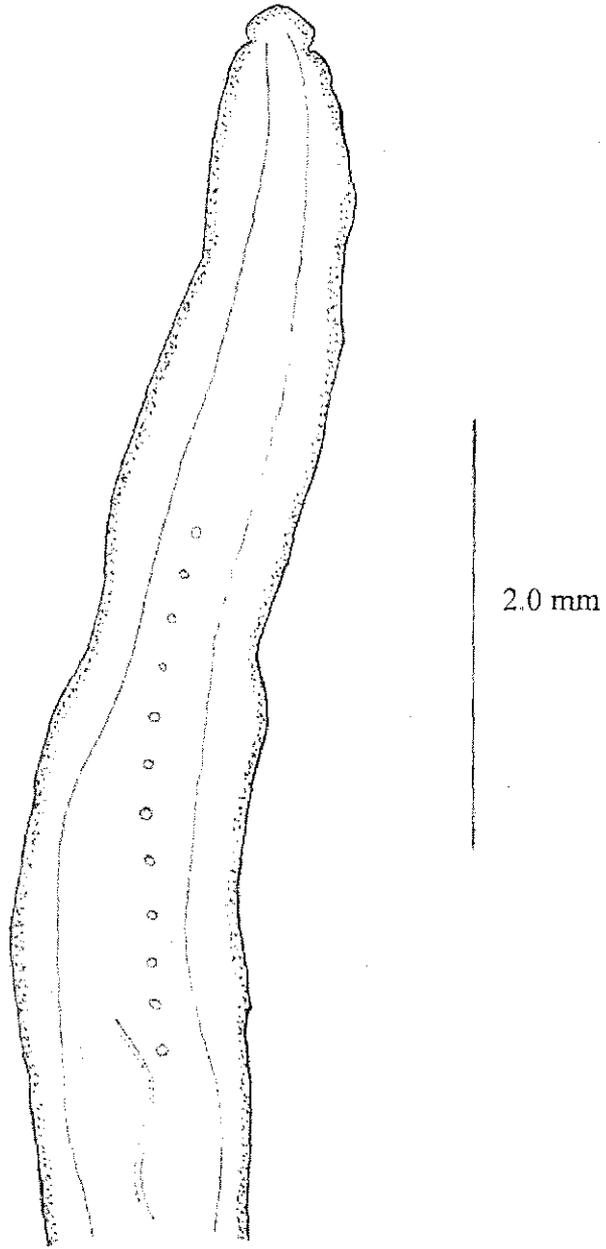


Figura 9. *Ligula intestinalis* (región anterior del plerocercoides).

su persistencia en una localidad hasta por tres años o más (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1992)

En México, los plerocercoides de *L. intestinalis* parasitan a las familias de peces Atherinidae y Goodeidae (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996), en donde en la mayoría de los casos se ha registrado un helminto por pez; esto puede explicarse por el hecho de que los plerocercoides son de gran tamaño, en comparación con la longitud de la mayoría de los peces; sin embargo, una sola larva puede ocasionar diversos efectos en éstos, como acción exfoliativa característica de los céstodos y desplazamiento de las vísceras del pez, lo que causa grandes trastornos funcionales, reflejándose en la disminución en la producción de gametos y la muerte del hospedero.

**Registros previos.** Los plerocercoides de *L. intestinalis* se han registrado en los siguientes peces y cuerpos de agua: *Girardinichthys multiradiatus* (Ciénaga de Lerma y San Pedro Tlaltizapán); *Chirostoma attenuatum*, *C. ocotlanae*, *C. bartoni*, *C. consocium* (lago de Chapala); *Chirostoma* sp., *C. estor*, *Goodea atripinnis* (lago de Pátzcuaro); *Poblana alchichica* (lago Alchichica); *Xenotoca variata* (Presa Santo Domingo); *C. jordani* (Atlangatepec) (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Flores, 1998<sup>7</sup>) y la forma adulta en las aves *Podilymbus podiceps* del lago de Pátzcuaro (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1992).

**Ciclo de vida.** Inicia cuando los huevos salen con las heces de las aves y son depositados en el agua, en donde se desarrollan hasta que surge el coracidio, el cual infecta la cavidad del cuerpo del primer hospedero intermediario (copépodo), transformándose en éste en procercoide; cuando los peces (segundos hospederos intermediarios) ingieren al artrópodo, en su cavidad del cuerpo el parásito alcanza el estadio de plerocercóide, pudiendo permanecer así por un amplio período, hasta que esta forma infectiva es ingerida por un ave (hospedero definitivo), alcanzando la madurez en el intestino y reiniciando de esta manera el ciclo (Dubinina, 1964).

Ejemplar depositado en la CNHE con el número de catálogo: 4311.

### 7.2.3

Phylum: Acanthocephala Rudolphi, 1801

Orden: Palaeacanthocephala Meyer, 1931

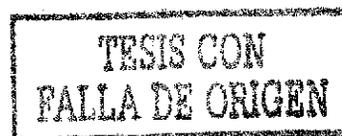
*Polymorphus brevis* (Van Cleave, 1916) Travassos, 1926

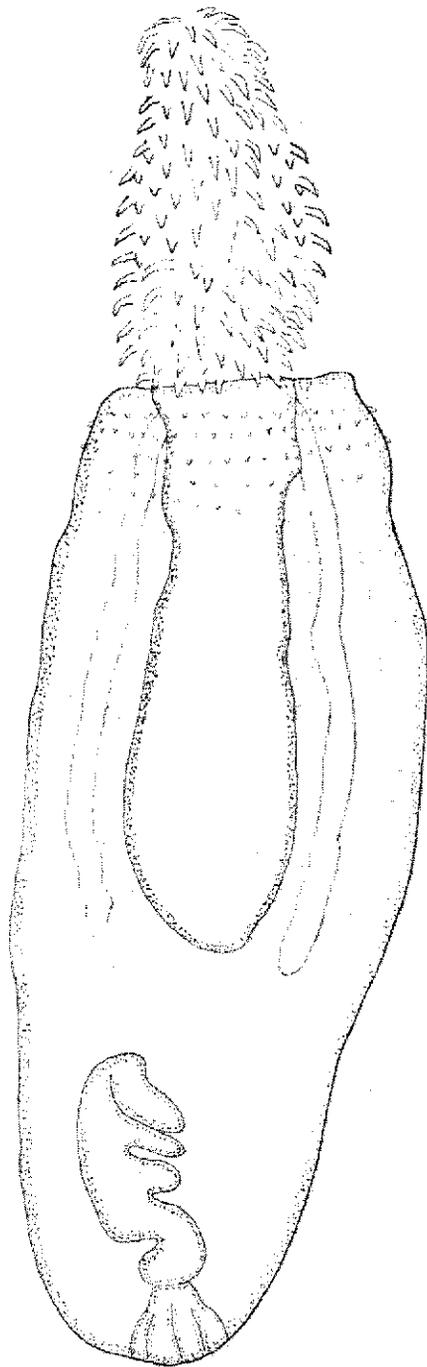
(cistacantos)

Fig. 10

**Caracterización.** Basada en cinco ejemplares (tres del lago de Pátzcuaro y dos del lago de Zacapu); los quistes son de forma ovoide y color blanquecino; la longitud de los cistacantos

<sup>7</sup> Flores, N E 1998.





0.5 mm

Figura 10. *Polymorphus brevis* (cistacanto).

varió entre 1.986-2.781 de largo por 0.493-0.822 de ancho. La proboscis es cilíndrica y con un ligero ensanchamiento en su parte media, tiene una longitud de 0.521-0.589 por 0.192-0.233 de ancho; esta estructura presenta 18 hileras longitudinales de ganchos con 13-14 ganchos en cada una, generalmente 13, siendo los de la parte media quienes tienen mayor tamaño (0.045-0.049).

A continuación de la proboscis se localiza el cuello, que es robusto, de forma cónica y carece de ganchos, mide 0.233-0.288 de largo por 0.192-0.438 de ancho máximo; esta estructura se continúa con el tronco, el cual es de forma ovoide y está armado con pequeñas espinas apenas visibles que se extienden hasta el primer cuarto del mismo, formando hileras longitudinales provistas de cinco o seis espinas cada una.

El receptáculo de la proboscis se encuentra muy desarrollado, iniciándose en la base de ésta; recorre la longitud del cuello y alcanza por lo menos la mitad del tronco, mide 0.877-1.301 de longitud por 0.233-0.260 de ancho.

Sólo en algunos ejemplares los lemniscos se observan con claridad y en ciertos casos sobrepasan la longitud del receptáculo de la proboscis.

**Comentarios taxonómicos.** Los cistacantos se identificaron a nivel específico a pesar de su estado de desarrollo, debido al número de hileras de ganchos y al número de estas estructuras que componen a cada una de ellas. De acuerdo con Salgado (1980)<sup>49</sup>, estas características permanecen constantes en el helminto a lo largo de su desarrollo; además, los estados adultos se han obtenido de varias especies de aves ictiófagas capturadas en los mismos cuerpos de agua en donde las larvas se recolectaron (Salgado, 1980<sup>49</sup>; Ramos, R. 1994<sup>50</sup>).

*Polymorphus brevis* fue incluido originalmente en el género *Arhythmorhynchus*, sobre el que ha existido fuerte controversia en cuanto a su validez y diferenciación del género *Polymorphus*.

El género *Arhythmorhynchus* fue creado por Lühe en 1911 para incluir acantocéfalos que se caracterizan por la forma ensanchada anteriormente, con la parte posterior adelgazada; por la presencia de una formación bulbosa en la parte media de la proboscis, por la localización de los ganchos de mayor tamaño en esta región; por la armadura de la región anterior del tronco y por la posición de los testículos.

Travassos (1926) transfirió a *A. brevis* al género *Polymorphus*, debido a la afinidad existente entre los géneros. Meyer (1932) apoyó la propuesta, siendo la forma de la proboscis

<sup>49</sup> Salgado, M. G. 1980. Sobre algunos acantocéfalos parásitos de peces de la República Mexicana. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, U. N. A. M. México. 141 pp.

<sup>50</sup> Ramos, R. P. 1994. Composición de la comunidad de helmintos del tubo digestivo de tres especies de "garzas" (Ciconiiformes: Ardeidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México. 149 pp.

el único carácter que tomó en cuenta para la separación de los géneros *Arhythmorhynchus* y *Polymorphus*, mencionando para este último que la forma de la proboscis es de ovoide a cónica o cilíndrica.

Van Cleave (1945) rechazó esta sinonimia argumentando que Meyer (1932) no tomó en cuenta que la proboscis esquematizada en el trabajo de Van Cleave (1916) estaba parcialmente invaginada, sin que se pudiera apreciar el ensanchamiento que exhibe a la mitad de su longitud, así Van Cleave (1945) la reubicó como *A. brevis*; además, amplió el intervalo para el tamaño del cuerpo y para el número de ganchos en la proboscis, los cuales varían de 13 a 16.

Amin (1992), en una revisión del género *Polymorphus*, reasigna a *A. brevis* al género, proponiendo que la proboscis puede ser más variable en su forma, que su ensanchamiento no siempre coincide en la mitad de esta estructura y en la ubicación de las espinas de mayor tamaño; también señaló que el cuerpo tiende a ser corto y ensanchado anteriormente (característica del género *Polymorphus*) y el ganglio cerebroide puede encontrarse a la mitad del receptáculo de la proboscis (característica del género *Arhythmorhynchus*). Además, enlistó algunas especies que no presentan todos los caracteres considerados como diagnósticos para los géneros *Polymorphus* y *Arhythmorhynchus*, como la presencia de núcleos en el tegumento, que fue el carácter que utilizó Van Cleave (1945) para colocar a *A. brevis* dentro de *Arhythmorhynchus*, pero que muchos autores no tomaron en cuenta por lo que incluyeron a varias especies en ese género.

**Registros previos.** *Polymorphus brevis* (= *A. brevis*) se registró por primera vez en México en el intestino de la garza *Nycticorax nycticorax* del lago de Pátzcuaro (Salgado, 1980)<sup>49</sup> y posteriormente, en esta misma localidad y hospedero, además de otras dos especies de aves, *Egretta thula* y *Casmerodius albus* (Ramos, R. 1994).<sup>50</sup>

Etapas larvarias de esta especie (cistacantos) se han recolectado en los siguientes hospederos intermediarios (peces): *Algansea lacustris*, *Allophorus robustus*, *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. humboldtianum*, *C. jordani*, *Cyprinus carpio communis*, *Goodea atripinnis*, *Micropterus salmoides* y *Neophorus diazi*, en los lagos de Pátzcuaro, Zacapu y Cuitzeo en el estado de Michoacán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Sánchez, 1997<sup>44</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Galicia, 2001<sup>8</sup>); *Cichlasoma fenestratum* y *Rhamdia guatemalensis* en el lago de Catemaco en Veracruz (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) y *C. synspilum* en el Cenote Los Cuates, Quintana Roo (Scholz *et al.*, 1996).

<sup>49</sup> Salgado, M. G. 1980

<sup>50</sup> Ramos, R. P. 1994

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001

Jiménez (1999)<sup>46</sup> también los registra, provenientes de la Ciénaga de Lerma, lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro y Chapala parasitando un grupo de hospederos distintos: *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* (culebras).

**Ciclo de vida.** *Polymorphus brevis* involucra durante su desarrollo a crustáceos (primeros hospederos intermediarios) a peces, anfibios y reptiles (segundos hospederos intermediarios), alcanzando el estado adulto en aves.

Los huevos salen junto con las heces del ave; al madurar, contienen una larva (acantor), que es ingerida por los primeros hospederos intermediarios (copépodos), transformándose en acantela; cuando esta etapa de desarrollo del acantocéfalo es comida por los segundos hospederos intermediarios (peces, anfibios y reptiles), se desarrolla el cistacanto, el cual es infectivo para el hospedero definitivo (ave), que lo ingiere y en su intestino el parásito alcanza la madurez sexual (Sánchez, 1997).<sup>44</sup>

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4312 – 4316.

#### 7.2.4

Phylum: Nematoda

Orden: Ascaridida

Género: *Contracaecum* Railliet y Henry, 1912

(larvas)

Fig. 11a y 11b

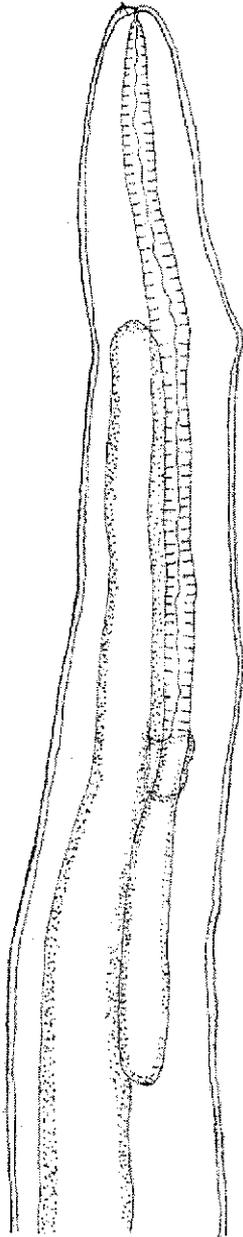
**Caracterización.** Basada en cinco ejemplares; el cuerpo es cilíndrico y la cutícula presenta estriaciones transversales en forma de anillos a lo largo del mismo; la longitud varía de 5.343-7.919 y la anchura máxima es de 0.260-0.288.

En la región cefálica se localiza la boca, la cual está rodeada por tres labios, uno dorsal biumbilicado y dos ventrolaterales con una papila cada uno; entre estos últimos se encuentra un diente larvario.

La boca se continúa con el esófago, el cual mide 0.560-0.717 de longitud por 0.052-0.056 de ancho; posteriormente se conecta a un ventrículo de forma rectangular, éste posee un apéndice ventricular dirigido hacia la parte posterior del cuerpo; a esta estructura se conecta el intestino, el cual proyecta un ciego hacia la parte anterior del cuerpo, el cual alcanza una longitud entre 0.455 y 0.630.

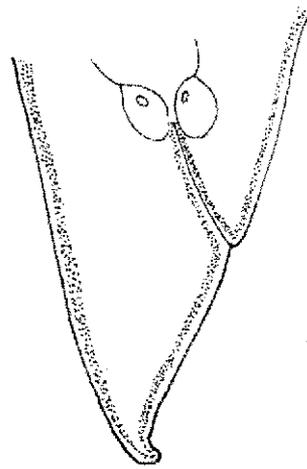
<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.



0.2 mm

Fig. 11a



0.1 mm

Fig. 11b

Figura 11 a. *Contracaecum* sp. (región anterior de la larva)); 12b. Región posterior.

El intestino se dirige hacia la región caudal y desemboca en un ano subterminal. El poro excretor abre entre los labios ventrolaterales, por debajo del diente cuticular.

**Comentarios taxonómicos.** La asignación de los vermes al género *Contracaecum* sp. se basó en las características diagnósticas del mismo: presencia de un ventrículo, un apéndice ventricular y un ciego intestinal largo que se proyecta anteriormente (Yamaguti, 1961), así como, por la posición del poro excretor. No obstante, la ausencia de estructuras reproductoras importantes taxonómicamente como posición de la vulva en las hembras, arreglo y número de las papilas y la morfometría de las espículas y del gubernáculo en los machos, imposibilitó identificarlos a nivel específico.

El género *Contracaecum* fue establecido por Railliet y Henry en 1912; a partir de ese momento el género ha suscitado grandes controversias ya que géneros descritos posteriormente como *Kathleena*, *Amphicaecum*, *Iheringascaris*, *Cerascaris* e *Hysterothylacium*, éstos dos últimos géneros son válidos actualmente, presentan características morfológicas similares, siendo mínimas sus diferencias, por lo que se han establecido frecuentemente sinonimias y dudas respecto a la validez de los mismos.

En este sentido, particularmente los géneros *Contracaecum* e *Hysterothylacium* han sido frecuentemente confundidos; pero los miembros del primer género se caracterizan porque la abertura del poro excretor se sitúa cerca del interlabio ventral y porque el adulto es parásito de aves y mamíferos, mientras que en *Hysterothylacium* el poro excretor está a la altura del anillo nervioso y maduran en peces marinos (Deardorff y Overstreet, 1981).

De las más de 100 especies descritas para el género *Contracaecum*, 17 se han registrado en América y nueve en México: *C. hoffmani*, *C. spiculigerum*, *C. caballeroi*, *C. microcephalus*, *C. bancrofti*, *C. rodhani*, *C. mexicanum*, *C. rudolphii* y *C. multipapillatum* (Sánchez, 1997)<sup>44</sup>.

Por otro lado, no se descarta la posibilidad de que el hombre pueda infectarse con larvas de este parásito al comer pescado crudo o mal cocido, ya que se han registrado en humanos casos con larvas de otros géneros pero que pertenecen a la misma subfamilia Anisakinae (Pereira, 1992).

**Registros previos.** Las larvas de este nemátodo se han registrado en peces que se distribuyen en los siguientes estados de la República Mexicana: Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Entre los peces que parasita están miembros de las familias Cichlidae (14 especies), Eleotridae e Ictaluridae (cuatro especies), Cyprinidae, Atherinidae (tres especies), Ariidae, Mugilidae, Poeciliidae (dos especies), Centrarchidae, Goodeidae, Lepisosteidae,

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997

Pimelodidae, Sciaenidae, Soleidae (una especie) (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Sánchez, 1997<sup>44</sup>; Lira, 1997<sup>51</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000); asimismo Jiménez (1999)<sup>46</sup> colectó estados larvarios procedentes de las culebras acuáticas *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* de los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro en Michoacán y de Chapala en Jalisco.

**Ciclo de vida.** En términos generales, el ciclo para las especies pertenecientes al género se realiza de la siguiente manera, los hospederos definitivos son aves piscívoras y mamíferos asociados al agua (dulce, salobre o de mar); en estos hospederos los nemátodos se alojan en diferentes sitios como estómago, intestino o músculo.

Los huevos depositados por las hembras salen con las heces del hospedero, conteniendo el primer estadoo larval; en el agua se desarrolla el segundo estado, el cual presenta un diente cuticular ventral en la abertura oral, un ventrículo y un apéndice ventricular. La larva es ingerida en el agua por el primer hospedero intermediario que principalmente es un copépodo, aunque también pueden ser otros invertebrados como celenterados, ctenóforos, gasterópodos, cefalópodos, poliquetos, anfípodos, decápodos, equinodermos y quetognatos, en donde se desarrollan las larvas.

Los peces al alimentarse de copépodos y otros invertebrados, actúan como segundos hospederos intermediarios, alcanzando las larvas en ellos el tercer estado y cuando las aves o mamíferos consumen a estos organismos, el ciclo se completa (Anderson, 1992).

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4321-4323

Orden: Enoplida

Género: *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909

(larvas)

Fig. 12a, 12b y 12c

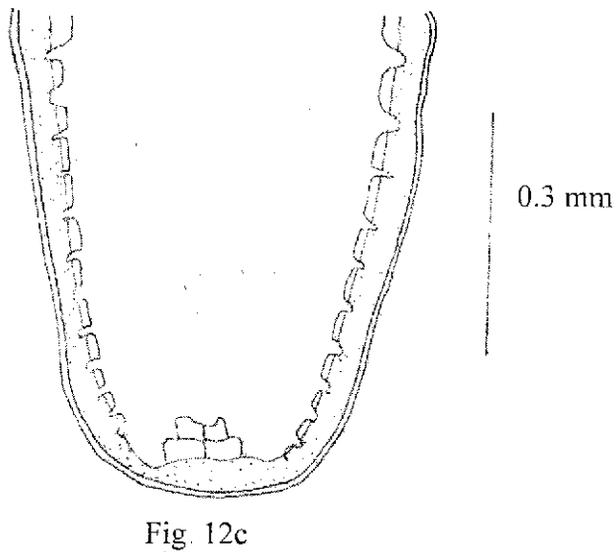
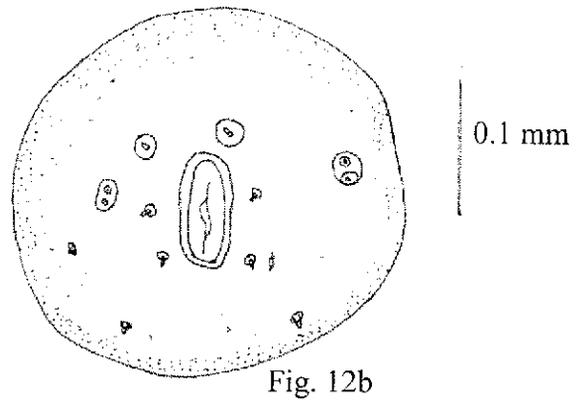
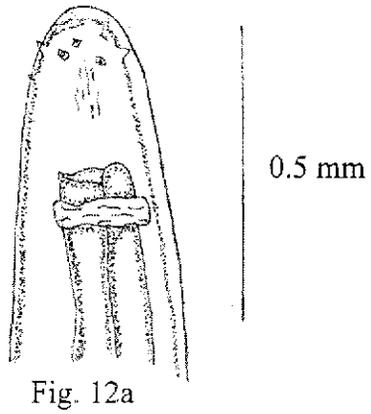
**Caracterización.** Basada en cinco ejemplares (tres del lago de Pátzcuaro y dos del lago de Cuitzeo); el cuerpo es de color rojo (cuando están vivos) y de forma cilíndrica con los extremos romos. La longitud varía entre 26-133.48, con una anchura máxima entre 0.6-0.84

En la región cefálica se encuentra un conjunto de doce papilas con el siguiente arreglo: seis papilas dispuestas en tres grupos, presentándose dos laterales, dos subventrales y dos subdorsales para cada círculo, respectivamente.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.

<sup>51</sup> Lira, G. G. 1997. Fauna helmintológica de dos especies de mugílidos (Pisces: Mugilidae) de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias U. N. A.M. México. 96 pp.

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 12a. *Eustrongylides* sp. (región anterior de la larva); 12b Corte cefálico (transversal); 12c. Región posterior.

Entre ambos círculos y por encima de las papilas dobles del anillo posterior, se localizan de tres a cuatro pequeñas papilas aplanadas.

El aparato digestivo de estos vermes está formado por una cavidad bucal que se continua con un esófago glandular cuya longitud varía de 13.727 a 26.825, el cual tras un adelgazamiento en su diámetro, se une al intestino, que abre al exterior en un ano terminal.

La región caudal contiene una ventosa muscular irregular y papilas embebidas en la cutícula.

**Comentarios taxonómicos.** La identificación específica de los ejemplares no fue posible, ya que ésta se basa en las características de las formas adultas, particularmente de las estructuras reproductoras.

Sin embargo, la asignación del material al género *Eustrongylides* se realizó por exhibir las características diagnósticas referidas por Yamaguti (1961) y Panesar y Beaver (1979): cuerpo cilíndrico, doce papilas cefálicas rodeando a la boca y formando dos anillos concéntricos; las de menor tamaño formando el círculo interno; cutícula estriada a lo largo del cuerpo; la longitud del esófago y la carencia de espinas cuticulares.

Jägerskiöld en 1909, estableció al género *Eustrongylides* para incluir a un grupo de nemátodos colectados en el estómago y proventrículo de aves acuáticas.

Debido a que algunos autores han descrito especies a partir de estadios larvarios, la historia taxonómica del género ha sido controvertida; mientras Yamaguti (1961) reconoció a 17 especies válidas; Karmanova (1968) incluyó únicamente a siete dentro del género. Fastzkie y Crites (1977) aceptaron a 16, tres de las cuales fueron caracterizadas a partir de formas larvarias; posteriormente, Measures (1988) realizó una revisión del género, reconociendo únicamente tres especies, siendo *E. tubifex* Jägerskiöld, 1909 la especie tipo. Los caracteres distintivos de cada especie se basan en la bolsa copulatrix y en los rasgos de la única espícula del macho.

Las especies de *Eustrongylides* parasitan a cinco órdenes de aves (Pelecaniformes, Ciconiiformes, Anseriformes, Gaviiformes y Podicipediformes), cada una de ellas puede encontrarse hasta en cuatro diferentes órdenes de aves, lo que indica su reducida especificidad hospedatoria (Karmanova, 1968).

**Registros previos.** Nemátodos del género *Eustrongylides* se han recolectado en los siguientes hospederos y localidades en México: *Yuriria alta* (laguna de Yuriria), *Micropterus salmoides*, *Allophorus robustus*, *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *Goodea atripinnis* (lago de Pátzcuaro), *C. jordani*, *A. robustus* (lago de Cuitzeo), *Poecilia reticulata* (lago de Tequesquitengo), *P. sphenops*, *P. mexicana*, *Poeciliopsis gracilis*, *Ilyodon whitei* (Río Nexapa), *Poblana*

*alchichica* (lago Alchichica) (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996, Sánchez, 1997<sup>44</sup>; Pérez-Ponce de León, *et al.*, 2000); también fue colectado por Jiménez (1999)<sup>46</sup> en las culebras *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* de los lagos Cuitzeo y Pátzcuaro.

**Ciclo de vida.** Los parásitos adultos del género *Eustrongylides* habitan el proventriculo de aves piscívoras. Los huevos con cubierta gruesa y opérculo, son liberados por las hembras y son consumidos por oligoquetos acuáticos; la larva de primer estadio invade el vaso sanguíneo ventral donde se desarrolla durante dos a cuatro meses para dar origen al siguiente estadio.

Los peces se infectan al consumir oligoquetos; las larvas se alojan en el mesenterio y mucosa del intestino donde se desarrolla el cuarto estadio, en el cual los sistemas reproductores empiezan a diferenciarse. Las aves piscívoras adquieren la infección al ingerir peces parasitados por la larva de cuarto estadio; debido al desarrollo precoz de las larvas, los gusanos maduran en el hospedero definitivo y los huevos son producidos en grandes cantidades, aproximadamente diez días después.

Los gusanos viven pocas semanas, por lo que las especies de *Eustrongylides* están adaptadas para transmitirse a aves acuáticas migratorias, las cuales pasan sólo cortos períodos en localidades específicas donde adquieren las infecciones por el consumo de peces dulceacuícolas, por eso es necesario para los helmintos madurar pronto y diseminar los huevos en el área, antes de que partan las aves a anidar (Anderson, 1992).

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4324-4327

Orden: Enoplida

*Pseudocapillaria tomentosa* Dujardin, 1843

(adultos)

Fig. 13a, 13b y 13c

**Caracterización.** Basada en diez machos y doce hembras (de los lagos de Pátzcuaro y Zacapu); son nemátodos que tienen el extremo anterior adelgazado, la boca rodeada por pequeñas papilas y el esticosoma conformado por una sola hilera de esticocitos.

**Machos.** Miden 1.507-2.329 de largo por 0.028-0.055 de anchura máxima. La boca se comunica con el esófago, el cual tiene 0.522-1.348 de longitud total, mientras que el esófago muscular alcanza 0.199-0.346 de largo; el anillo nervioso se encuentra rodeando a esta estructura, a una distancia de 0.084-0.088 del extremo anterior del cuerpo.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999.



Fig. 13a

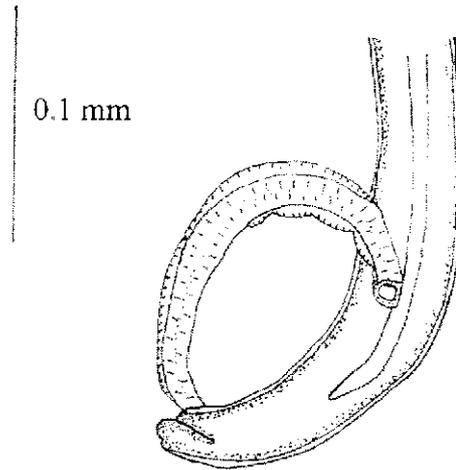


Fig. 13b

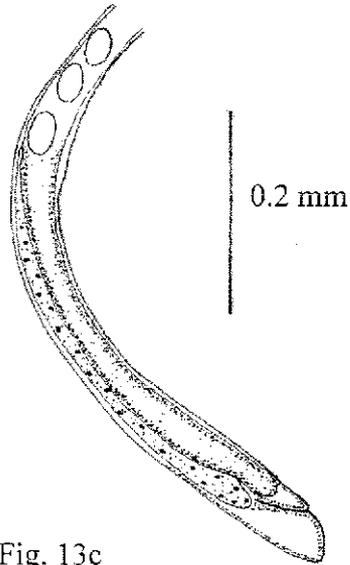


Fig. 13c

Figura 13a. *Pseudocupillaria tomentosa* (región anterior del adulto); 13b. Región posterior del macho; 13c. Región posterior de la hembra.

La espícula es esclerosada y de superficie lisa, mide 0.186-0.280 de largo; la región proximal está expandida y provista de bordes lobulados; la funda espicular es larga, delgada y sin espinas. La cola es corta (0.011-0.018), redondeada y provista con dos lóbulos redondos ventrolaterales en el extremo.

**Hembras.** Miden 3.430-4.585 de largo por 0.041-0.055 de ancho. El esófago alcanza 1.295-1.901 de longitud, mientras que el esófago muscular tiene 0.248-0.367 de largo; el anillo nervioso está a una distancia de 0.088-0.092 del extremo anterior del cuerpo.

La vulva se sitúa a corta distancia del final del esófago: 0.018-0.031 y los labios vulvares no están elevados. El útero contiene numerosos huevos arreglados en una hilera, que están cerca de la vulva; los huevos más distantes ya no tienen la misma disposición; miden 0.063-0.078 de largo por 0.030-0.039 de ancho. El final del cuerpo es redondeado, el ano se localiza subterminalmente y la cola mide 0.009-0.015 de largo.

**Comentarios taxonómicos.** La identificación de este material a nivel específico se realizó de acuerdo con la diagnosis presentada por Moravec (1998), particularmente considerando los rasgos de los machos, como son dos lóbulos esféricos al final del cuerpo, superficie de la espícula lisa y vaina espicular sin espinas; adicionalmente este autor señaló que el esticosoma posee sólo una hilera de esticocitos, característica que también se observa en nuestros ejemplares; la comparación morfométrica entre nuestro material y el estudiado por Moravec (1998), nos permitió observar que existe una variación reducida entre las medidas de los organismos de ambos trabajos.

Para el lago de Pátzcuaro se han registrado previamente dos especies de capiláridos parásitos de peces, *Capillaria patzcuarensis* y *Ornithocapillaria appendiculata*; sin embargo, la primera especie se caracteriza porque en los machos la vaina espicular está armada de espinas y no hay presencia de lóbulos al final del cuerpo (Osorio *et al.*, 1986b), mientras que en la segunda especie hay una espícula muy larga, el final del cuerpo es bifurcado ventralmente y está provisto con una bursa membranosa tripartita soportada por dos amplios lóbulos ventrolaterales y teniendo en esta misma posición dos alas largas ovales. Cada lóbulo cuenta con pequeñas proyecciones ventrales que sostienen a las papilas. En las hembras de esta especie la distancia a la que se sitúa la vulva con respecto al final del esófago es amplia y además tienen apéndice vulvar (Moravec *et al.*, 2000)

**Registros previos.** *Pseudocapillaria tomentosa* ha sido registrada previamente en México por Peña *et al.*, 1988 proveniente de ciprínidos (Moravec, 1998). Por otra parte, Galicia (2001)<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001

estudió a *Pseudocapillaria* sp en *Chirostoma humboldtianum* del lago de Zacapu; la revisión de este material depositado en la Colección Nacional de Helmintos con números de catálogo 4011-4014 y 4056-4058, permite afirmar que se trata de la misma especie, *P. tomentosa*; ya que coinciden sus rasgos con los diagnósticos de la misma, particularmente por la presencia de dos lóbulos que están al final del cuerpo, en la vaina espicular sin espinas y en la superficie lisa de la espícula y en que sólo presentan una hilera de esticocitos.

Moravec (2001) sinonimiza a *Capillaria patzcuarensis* con *P. tomentosa*, por lo que registros previos de la primera, amplían la distribución de este nemátodo en lagos mexicanos.

En los cuerpos de agua mexicanos ha sido ampliamente realizada la introducción de ciprínidos, grupo al que parasita *P. tomentosa*, lo que ha provocado la infección de otras especies de peces, como es el caso de los aterínidos. Este proceso ha tenido un desarrollo similar al ocurrido con helmintos como *Bothriocephalus acheilognathi* y *Centrocestus formosanus*, que llegaron a nuestro país a través de este grupo de hospederos (García y Osorio, 1991).

**Ciclo de vida.** Se conoce muy poco acerca del ciclo de vida de esta especie. Los huevos salen con las heces del hospedero definitivo (peces) y la larva se desarrolla en siete días dentro del huevo si la temperatura del agua es entre 20 y 22 °C pero no eclosiona en este ambiente; experimentalmente se han hecho infecciones en oligoquetos de agua dulce (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* y *Lumbriculus variegatus*), por lo que se considera que estos organismos podrían actuar como hospederos intermediarios (Moravec, 1998).

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4328-4329.

Orden: Spirurida

*Spinitectus osorioi* Choudhury and Pérez-Ponce de León, 2001

(adultos)

Fig. 14a, 14b y 14c

**Caracterización.** Basada en cinco hembras y un macho; cuerpo con el extremo anterior redondeado y una pequeña región sin espinas; posteriormente hay hileras transversales de estas estructuras cuticulares, el extremo posterior es aguzado.

La boca es ovoide, dorsoventral, rodeada por cuatro labios: dos subdorsales, dos subventrales; además, dos pseudolabios laterales. La cavidad oral conforma un vestíbulo. La región anterior del esófago es muscular y la posterior, de mayor tamaño, glandular. Se continúa con el intestino, que termina en un corto recto que desemboca ventralmente en el ano. El poro excretor se sitúa entre la sexta y séptima hilera de espinas.

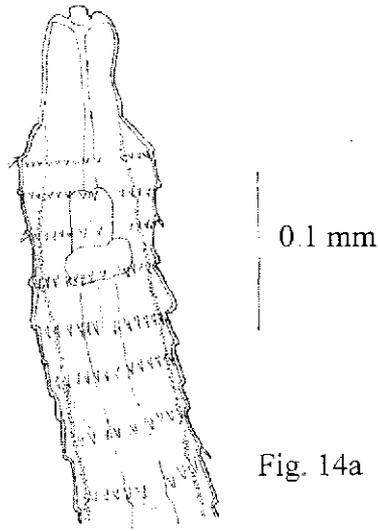


Fig. 14a

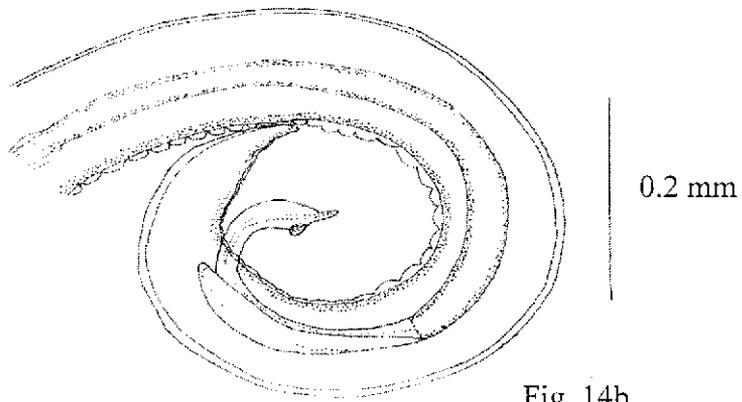


Fig. 14b

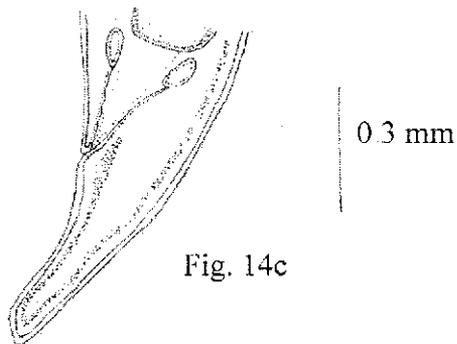


Fig. 14c

Figura 14 a *Spinitectus osorioi* (región anterior del adulto); 14b. Región posterior del macho; 14c. Región posterior de la hembra.

**Macho.** Mide 6.233 de largo por 0.123 de ancho; el vestíbulo apenas alcanza 0.010 de longitud, posteriormente se localiza el esófago muscular con 0.102 de largo y 0.014 de ancho, el esófago glandular tiene para esos parámetros 0.262 por 0.024, respectivamente.

Las espinas inician a 0.101 de la región anterior del cuerpo; la distancia entre las dos primeras hileras es menor (0.021) a la existente entre el resto, que en total conforman 67 filas.

El anillo nervioso está a 0.175 del extremo anterior a la altura de la cuarta hilera de espinas

La región caudal consta de cuatro pares de papilas preanales, de los cuales el primero y cuarto tienen pedúnculos largos, postanalmente hay seis pares, el último de éstos son los fasmidios.

Las espículas son desiguales, la derecha es larga (0.294) y delgada con una protuberancia conspicua al final, la izquierda es corta y ancha. La cola tiene 0.108 de largo y un ala delgada.

**Hembras.** Miden 5.233-11.439 de largo por 0.178-0.247 de ancho; el vestíbulo alcanza 0.010-0.017 de largo, el esófago muscular tiene 0.073-0.122 de largo por 0.010-0.014 de ancho y el glandular 0.231-0.297 por 0.024-0.031, respectivamente. Las espinas se sitúan a 0.052-0.112 del extremo anterior y están dispuestas en 61 a 92 filas, la distancia entre la primera y segunda hileras de espinas es de 0.017-0.024. El anillo nervioso se localiza a 0.147-0.192 de la región anterior.

En cuanto al aparato reproductor, son monodélicas y anfidélicas, la rama del ovario es seguida por un largo oviducto, por el receptáculo seminal y por el útero; la vagina no se pudo observar debido a la gran cantidad de huevos, los cuales miden 0.021-0.035 de largo por 0.017-0.021 de ancho. La cola mide 0.112-0.143 y cerca del final están los fasmidios.

**Comentarios taxonómicos.** La identificación a nivel genérico se realizó con base en la presencia de hileras transversales de espinas y específicamente, a partir de la descripción realizada por Choudhury y Pérez-Ponce de León (2001), en la que señalan que la única especie de *Spinitectus* parásita de aterínidos dulceacuícolas en México es *S. osorioi*, dando como rasgos distintivos la ubicación del anillo nervioso a la altura de la cuarta hilera de espinas, la del poro excretor entre las filas seis y siete y particularmente la protuberancia distal ventral en la espícula derecha, características que presentan los ejemplares; además, se recolectaron en el mismo cuerpo de agua (lago de Pátzcuaro) y hospedero (*Chirostoma estor*).

**Registros previos.** *Spinitectus* sp. ha sido recolectada en San Pedro Balancán, proveniente de *Ictalurus meridionalis* y en la laguna El Rosario de *Petenia splendida* y *Cichlasoma fenestratum*, ambas localidades en Tabasco; asimismo en las culebras *Thamnophis melanogaster* del lago de Pátzcuaro (Jiménez, 1999)<sup>46</sup> y en esta misma localidad fue registrada como *Spinitectus carolini* en los peces *Algansea lacustris*, *Chirostoma estor*, *C. attenuatum*, *C. grandocule* y en el

<sup>46</sup> Jiménez, R. F. A. 1999.

lago de Zirahuén en *Chirostoma estor* y *C. attenuatum* (Pérez- Ponce de León *et al.*, 1996).

Sin embargo, de acuerdo con Choudhury y Pérez-Ponce de León (2001), *S. carolini* no se ha registrado hasta el momento en México ya que al analizar material de las localidades referidas previamente, señalaron que la identificación del mismo era errónea, refiriendo los registros anteriores a *S. osorioi*.

**Ciclo de vida.** Como adultos habitan en el intestino de los peces; los huevos salen con las heces de los hospederos y son ingeridos por insectos, en éstos las larvas se desarrollan hasta el tercer estadio y cuando son ingeridas por los peces, los parásitos alcanzan la madurez (Anderson, 1992).

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4330-4331.

### 7.2.5

Phylum: Annelida Lamarck, 1809

Clase: Hirudínea Lamarck, 1818

*Myzobdella patzcuarensis* (Caballero, 1940) Sawyer, Lawler y Overstreet, 1975

(adultos)

Fig. 15

**Caracterización.** El cuerpo es cilíndrico, dividido en dos regiones: la anterior, que es estrecha y la posterior más ancha, la cual se reduce cerca de la ventosa posterior. El cuerpo carece de vesículas pulsátiles, branquias, papilas, tubérculos o alguna otra marca que pueda emplearse como distinción metamérica.

Las ventosas están débilmente desarrolladas; la anterior es pequeña y de forma circular, el extremo anterior presenta un par de ojos dorsales, la ventosa posterior tiene forma de embudo y está separada del resto del cuerpo por una constricción.

El aparato digestivo comienza en la boca, que se abre en el centro de la ventosa oral, continuándose con una proboscis musculosa; el esófago es un conducto corto y delgado, se comunica con el estómago, este último presenta ensanchamientos entre un testículo y otro, adelgazándose hacia el extremo posterior del cuerpo. El intestino sigue un curso sinuoso para continuarse con un recto amplio, el cual desemboca en el ano, en la región posterior y dorsal del cuerpo.

El aparato reproductor masculino está conformado por cinco pares de testículos de forma ovoide o esférica; los conductos eferentes salen de cada testículo por la parte lateral del cuerpo, dirigiéndose hacia la región anterior, donde se unen para formar un conducto deferente que da origen al epidídimo, el cual se engrosa para dar origen a los bulbos eyaculadores que en la región

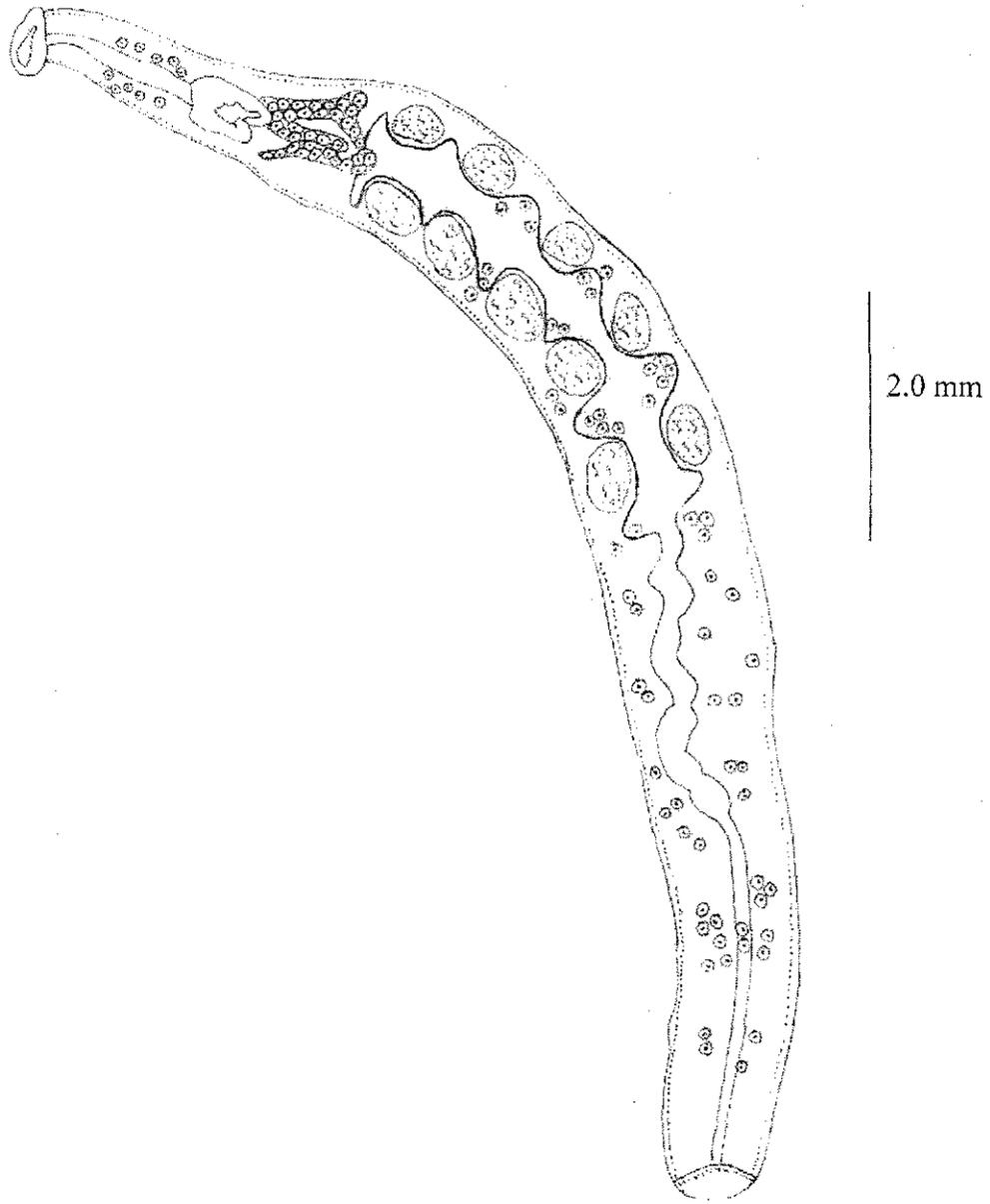


Figura 15. *Myzobdella patzcuarensis* (adulto).

anterior forman los cuernos atriales y desembocan en el atrio, que se conecta con la bursa, la cual abre al exterior por medio del orificio genital masculino. Las glándulas prostáticas se localizan rodeando al atrio en su parte anterior.

El aparato reproductor femenino está representado por un par de ovarios de forma irregular, los cuales se unen en la parte media para formar un pequeño conducto que desemboca en el poro genital femenino. Los ovarios se ubican entre el atrio genital y el primer par de testículos.

Los gonoporos están separados entre sí por un anillo, abriendo ambos en la región ventral.

Las glándulas clitelares son de forma esférica, no son abundantes y aunque están presentes a lo largo del cuerpo, se acumulan principalmente en la región media del mismo.

**Comentarios taxonómicos.** Los ejemplares fueron incluidos en la especie *M. patzcuarensis* por presentar características diagnósticas que coinciden con las propuestas por Caballero (1940); además, los registros previos de esta sanguijuela en algunos de los cuerpos de agua y hospederos que se abordan en este estudio, ratifican la determinación.

El género *Myzobdella* fue creado por Leydi en 1851, designando a *M. lugubris* como especie tipo, al encontrarla parasitando al cangrejo *Callinectes sapidus* (= *Lupa dicantha*), en aguas salobres (Moore, 1946; López, 1985)<sup>23</sup>.

A lo largo de su historia taxonómica este género ha sido relacionado con otros géneros como *Illinobdella*, en el que Meyer (1940) incluyó cuatro especies nuevas parásitas de peces de agua dulce: *Illinobdella alba*, *I. elongata*, *I. richardsoni* e *I. moorei*. En ese mismo año, Caballero (1940) describió a *I. patzcuarensis*, proveniente de *Chirostoma estor* ("pescado blanco") del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Sin embargo, Sawyer *et al.* (1975) sinonimizaron al género *Illinobdella* con *Myzobdella*, con base en características fisiológicas, principalmente las diferentes tolerancias a la salinidad y reconocieron como válida a la especie de Caballero (1940), considerando a las cuatro especies de Meyer (1940) conespecíficas de *M. lugubris*.

Posteriormente, López (1985)<sup>23</sup> señaló la importancia de realizar estudios para definir la posición taxonómica con base en un criterio consistente entre las especies descritas por Meyer (1940), con el fin de corroborar su sinonimia con *M. lugubris* y precisar las diferencias entre ésta y *M. patzcuarensis*.

De acuerdo con Sawyer (1986) el género *Myzobdella* Leydi, 1851 está constituido por las especies *Myzobdella lugubris* Leydi, 1851; *M. platensis* Cordero, 1933; *M. patzcuarensis* Caballero, 1940 y *M. uruguayensis* Mañé-Garzón y Montero, 1977.

<sup>23</sup> López, J. S. 1985.

**Registros previos.** Esta especie ha sido registrada en las siguientes especies de peces: *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *Goodea atripinnis* y *Micropterus salmoides* del lago de Pátzcuaro, *Melaniris balsanus*, *Tilapia zilli*, *Oreochromis aureus* de la Presa “El Infiernillo” en Michoacán y *Rhamdia guatemalensis* y *Petenia splendida* en Motul Yucatán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) y en *Alloophorus robustus* del lago de Cuitzeo (Sánchez, 1997)<sup>44</sup>.

**Ciclo de vida.** El ciclo de esta especie es directo, por lo que las sanguijuelas utilizan diferentes sustratos (por ejemplo, vegetación o piedras) para depositar sus ootecas y posteriormente el pez se infecta al acercarse a estas zonas (Sawyer *et al.*, 1975).

Ejemplares depositados en la CNHE con los números de catálogo: 4317 – 4320.

#### 7.2.6. Patrones de transmisión

El registro helmintológico de los aterínidos en los lagos de Michoacán y Puebla, pone de manifiesto los distintos patrones de transmisión utilizados por los parásitos para llegar a sus hospederos intermediarios o definitivos; en este sentido, se observa que la forma de transmisión que predomina es la pasiva, a través de la ingestión de las formas infectivas junto con el alimento (copépodos, oligoquetos, larvas de insectos), ya que de acuerdo con sus ciclos de vida, diez especies de parásitos, que representan al 66.7% del registro, llegaron a los peces de esta manera.

Otras vías de infección fueron la transmisión activa a través del proceso de penetración (33.13%), realizado por los estados larvarios de los tremátodos *Diplostomum (Tyloodelphys)* sp., *Ochetosoma* sp., *P. minimum*, *Pygidiopsis* sp. y *Uvulifer* sp. y la infección directa (6.67%), en el caso de *M. patzcuarensis*.

<sup>44</sup> Sánchez, A. A. P. 1997.

### 7.3. Caracterización de las infecciones

A continuación se presenta la caracterización de las infecciones ocasionadas por los helmintos registrados en los aterínidos de los seis lagos estudiados.

#### a) Lagos de Michoacán

En el lago de Pátzcuaro, la especie que alcanzó los valores más altos de prevalencia y abundancia fue el tremátodo *Posthodiplostomum minimum* (Tabla 4), constituyéndose como el parásito más característico en los tres hospederos analizados. Estos parámetros oscilaron entre 26.67% y 60.56% y 1.18 a 4.99 helmintos, respectivamente.

De las tres especies de peces analizadas, el “charal prieto” registró las infecciones más intensas por esta metacercaria (8.23 helmintos); sin embargo, un solo ejemplar de *C. estor* alojó 105 parásitos.

En contraste, las especies de parásitos restantes en las tres especies de hospederos no registraron valores superiores al 26% de prevalencia y 1.18 helmintos de abundancia, exhibiendo *P. brevis* y *Spinitectus sp.* los niveles más bajos para estos parámetros: 1.11% y 0.01, cada uno, en *C. grandocule*.

Para el lago de Zirahuén, las tres especies de helmintos que conforman el registro de ambos hospederos fueron colectados con valores diferenciales de infección; en este sentido, nuevamente *P. minimum* se erigió como el parásito más representativo, siendo en *C. attenuatum* donde alcanzó los valores más altos de prevalencia (96.7%) y abundancia (25.28 helmintos), así como los de intensidad promedio (26.15) e intervalo de intensidad con 1 a 116 helmintos (Tabla 5). El comportamiento de las especies restantes sigue un patrón similar al descrito para *P. minimum*, ya que se presentaron con mayores niveles en *C. attenuatum*.

De manera diferencial, en el lago de Cuitzeo (Tabla 6), la infección más importante, tanto en prevalencia como en abundancia, fue ocasionada por un cestodo: los cisticercoides de Cyclophyllidea gen. sp., mientras que en las especies restantes estos valores variaron de 18.18% (*Diplostomum (Tyloodelohys) sp.*) a 1.01% (*Ligula intestinalis*), respectivamente.

Cyclophyllidea gen. sp. ocasionó también los niveles más altos de infección (6.48 helmintos), pero en lo que se refiere al intervalo de intensidad, las metacercarias de *Diplostomum (Tyloodelohys) sp.* registraron de 1 a 24 helmintos, rebasando el valor obtenido por los cisticercoides.

En el lago de Zacapu (Tabla 7), *C. humboldtianum* alojó de manera preferencial a la *Pygidiopsis sp.*, que registró los valores más elevados para todos los parámetros cuantificados, sobresaliendo también *P. brevis* por la prevalencia que alcanzó (50%). Cabe destacar que *Pygidiopsis sp.* en este hospedero se encontró ocasionando la infección más intensa de los siete sistemas estudiados.

En comparación con las infecciones de los peces en los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, *P. minimum* se registró con niveles de prevalencia y abundancia reducidos en *C. jordani* de Cuitzeo, mientras que en *C. humboldtianum* de Zacapu no se colectó.

## b) Lagos de Puebla

En los dos lagos de Puebla (Tabla 8) fueron las metacercarias de *Diplostomum (Tylodelphys)* sp y *P. minimum*, las que ocasionaron las infecciones más elevadas en ambas especies de hospederos: *Poblana alchichica squamata* y *P. letholepis*, respectivamente. Mientras que las especies restantes en éstos, *B. acheilognathi* en Quechulac y *Eustrongylides* sp. en La Mina, tuvieron reducidos niveles de infección, aspecto que es más notable en el caso del nemátodo.

Tabla 4 Caracterización de la infección de helmintos parásitos de los aterinidos del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

	<i>Chirostoma attenuatum</i> N = 71	<i>Chirostoma estor</i> N = 62	<i>Chirostoma grandocule</i> N = 90
HELMINTO			
TREMATODA			
<i>Allocreadium mexicanum</i>		<u>1.61 / 0.02</u> 1 (1-1)	
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp.		<u>3.23 / 0.06</u> 2 (1-3)	
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	<u>60.56 / 4.99</u> 8.23 (1-36)	<u>48.4 / 3.63</u> 7.5 (1-105)	<u>26.67 / 1.18</u> 4.42 (1-23)
<i>Uvulifer</i> sp.		<u>1.61 / 0.27</u> 17 (17-17)	
CESTODA			
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	<u>15.49 / 0.50</u> 3.1 (1-8)	<u>4.82 / 0.18</u> 3.67 (1-6)	<u>2.22 / 0.05</u> 2.5 (2-3)
ACANTHOCEPHALA			
<i>Polymorphus brevis</i>	<u>4.22 / 0.04</u> 1.5 (1-2)	<u>19.35 / 0.58</u> 3 (1-9)	<u>1.11 / 0.01</u> 1 (1-1)
NEMATODA			
<i>Eustrongylides</i> sp.	<u>8.45 / 0.11</u> 1.33 (1-2)	<u>3.23 / 0.08</u> 2.5 (1-4)	
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>		<u>1.61 / 0.47</u> 29 (29-29)	
<i>Spintectus osorioi</i>	<u>7.04 / 0.10</u> 1.4 (1-2)	<u>1.61 / 1.02</u> 63 (63-63)	<u>1.11 / 0.01</u> 1 (1-1)
HIRUDINEA			
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	<u>1.41 / 0.01</u> 1 (1-1)	<u>25.81 / 0.58</u> 2.25 (1-9)	<u>2.22 / 0.02</u> 1 (1-1)

### Prevalencia / Abundancia

*Intensidad* (Intervalo de  
*promedio* intensidad)

Tabla 5. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de los aterínidos del lago de Zirahuén, Michoacán.

	<i>Chirostoma attenuatum</i>	<i>Chirostoma estor</i>
	N = 60	N = 60
HELMINTO		
TREMATODA		
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp</i>	<u>16.67 / 0.18</u> 1 / (1-2)	<u>1.67 / 0.02</u> 1 / (1-1)
<i>P. minimum</i>	<u>96.7 / 25.28</u> 26 / 15 (1-116)	<u>41.67 / 1.92</u> 4 / 60 (1-42)
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>55 / 5.52</u> 10.03 (1-71)	<u>16.7 / 0.18</u> 1 / (1-2)

Tabla 6. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *Chirostoma jordani* del lago de Cuitzeo, Michoacán.

	<i>Chirostoma jordani</i>
	N = 99
HELMINTO	
TREMATODA	
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp</i>	<u>18.18 / 1.28</u> 7 / 05 (1-24)
<i>P. minimum</i>	<u>4.04 / 0.06</u> 1 / 5 (1-3)
<i>Ochetosoma sp.</i>	<u>6.06 / 0.21</u> 3 / 5 (1-12)
CESTODA	
<i>B. acheilognathi</i>	<u>3.03 / 0.16</u> 5 / 33 (1-10)
Cyclophyllidea gen. sp.	<u>67.68 / 4.38</u> 6 / 48 (1-23)
<i>L. intestinalis</i>	<u>1.01 / 0.01</u> 1 / (1-1)
ACANTHOCEPHALA	
<i>P. brevis</i>	<u>2.02 / 0.03</u> 1 / 5 (1-2)
NEMATODA	
<i>Contracaecum sp.</i>	<u>14.14 / 0.15</u> 1 / 07 (1-3)
<i>Eustrongylides sp</i>	<u>5.05 / 0.06</u> 1 / 2 (1-2)

**Prevalencia / Abundancia**  
**Intensidad** (Intervalo de  
**promedio** intensidad)

Tabla 7 Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *Chirostoma humboldtianum* del lago de Zacapu, Michoacán.

<i>Chirostoma humboldtianum</i>	
N = 42	
HELMINTO	
TREMATODA	
<i>A. mexicanum</i>	<u>26.19 / 0.95</u> 3.63 (1-10)
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp.</i>	<u>16.67 / 0.31</u> 1.86 (1-7)
<i>Pygidiopsis sp.</i>	<u>76.19 / 192.71</u> 252.94 (21-1164)
<i>Uvulifer sp.</i>	<u>33.33 / 1.19</u> 3.57 (1-6)
CESTODA	
<i>B. acheilognathi</i>	<u>30.95 / 0.69</u> 2.23 (1-6)
ACANTHOCEPHALA	
<i>P. brevis</i>	<u>50 / 0.6</u> 1.2 (1-2)
NEMATODA	
<i>P. tomentosa</i>	<u>9.52 / 1.12</u> 11.75 (4-28)

Tabla 8 Caracterización de la infección de helmintos parásitos en los lagos La Mina y Quechulac, Puebla.

	<i>Poblana letholepis</i>	<i>Poblana alchuchica squamata</i>
	N = 35	N = 35
HELMINTO		
TREMATODA		
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp.</i>		<u>97.14 / 35.8</u> 36.85 (2-111)
<i>P. minimum</i>	<u>80 / 3.6</u> 4.5 (1-24)	
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>		<u>17.14 / 0.63</u> 3.67 (1-8)
NEMATODA		
<i>Eustrongylides sp.</i>	<u>2.86 / 0.03</u> 1 (1-1)	

**Prevalencia / Abundancia**  
 Intensidad (Intervalo de  
 promedio intensidad)

### c) Por épocas

El análisis de las infecciones (Tablas 9-13) indicó que la tendencia general en las tres especies de aterínidos del lago de Pátzcuaro, fue mostrar un nivel más alto de infección en la época de lluvias, además de un gran incremento en la riqueza, aspectos que en los peces de Zirahuén no tienen el mismo comportamiento, ya que en esta localidad *C. attenuatum* registró a las mismas especies de helmintos en ambas temporadas, mientras que el número de éstas disminuyó 33.3% en *C. estor* durante la época de secas.

En los aterínidos de las dos localidades, nuevamente *P. minimum* se erigió como el parásito más importante, al registrar en todos los hospederos los niveles más altos de infección en ambas temporadas; sin embargo, este efecto se hizo más notorio durante las lluvias, el valor de la prevalencia osciló entre 36.67% y 96.67% y el de la abundancia entre 1.73 a 29.7 helmintos.

Por su parte, *B. acheilognathi* sólo se registró en los peces de Pátzcuaro durante las lluvias, mientras que en el lago de Zirahuén se colectó en ambas temporadas y sus niveles más elevados de infección fueron durante la época de secas, en donde alcanzó 70% de prevalencia en *C. attenuatum* y 23.33% en *C. estor* para este mismo parámetro.

En lo que respecta a la riqueza por grupo de helminto durante la temporada de lluvias, en el lago de Pátzcuaro es cuando se registraron más especies de parásitos en hospederos como *C. attenuatum* (dos de nemátodos) y *C. estor* (cuatro de tremátodos y tres de nemátodos), mientras que en las dos especies de aterínidos de Zirahuén, se colectaron dos especies de tremátodos y para los grupos de parásitos restantes en ambos lagos, sólo se tiene el registro de una especie.

Esta representatividad cambió considerablemente durante la época de secas, ya que en las tres especies de peces de Pátzcuaro descendieron los registros de helmintos, efecto que es más evidente en *C. estor*, donde los tremátodos sólo registraron una especie y los nemátodos ninguna. Por su parte, en el lago de Zirahuén disminuyó el número de especies de parásitos en *C. estor*, ya que *D. (Tylodelphys) sp.* no se colectó en esta época.

Siguiendo un patrón similar al anterior, los niveles más altos de prevalencia y abundancia en los peces del lago de Pátzcuaro fueron registrados durante las lluvias; sin embargo, *P. minimum* y *Eustrongylides sp.* en *C. attenuatum* presentaron mayor abundancia durante la otra época. En los peces del lago de Zirahuén los niveles de infección fueron semejantes en ambas temporadas, principalmente en *C. attenuatum*.

En lo que se refiere al estadio de desarrollo de los parásitos en los peces de Pátzcuaro durante las lluvias, se observa que tanto las formas adultas como larvarias se presentan en proporciones muy parecidas, mientras que durante las secas este patrón cambia, siendo favorable para las formas larvarias, que son las predominantes, no así las que causan las infecciones más intensas.

En el lago de Zirahuén predominaron los estadios larvarios en ambos hospederos durante las lluvias, situación que se mantiene en *C. attenuatum* para la otra época (secas); sin embargo, durante ésta, la proporción de adultos y larvas es igual en *C. estor*.

Tabla 9. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas

HELMINTO	Lluvia N = 41	Sequía N = 30
TREMATODA		
<i>P. minimum</i>	<u>58.54 / 3.98</u> 6.79 (1-35)	<u>63.33 / 6.37</u> 10.05 (1-36)
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>26.83 / 0.83</u> 3.10 (1-8)	
ACANTHOCEPHALA		
<i>P. brevis</i>	<u>7.32 / 0.07</u> 1 (1-2)	
NEMATODA		
<i>Eustrongylides</i> sp.	<u>12.19 / 0.15</u> 1 2 (1-2)	<u>3.33 / 0.7</u> 2 (2-2)
<i>S. osorioi</i>	<u>12.19 / 0.17</u> 1 4 (1-2)	
HIRUDINEA		
<i>M. patzcuarensis</i>	<u>2.44 / 0.02</u> 1 (1-1)	

Prevalencia / Abundancia  
Intensidad (Intervalo de  
promedio intensidad)

Tabla 10. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *C. estor* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas

HELMINTO	Lluvia N = 32	Sequía N = 30
TREMATODA		
<i>A. mexicanum</i>	<u>3.12 / 0.03</u> 1 (1-1)	
<i>Diplostomum (Ilyodelphys) sp.</i>	<u>6.25 / 0.12</u> 2 (1-3)	
<i>P. minimum</i>	<u>56.25 / 6.34</u> 11.28 (1-105)	<u>40 / 0.73</u> 1.83 (1-5)
<i>Uvulifer sp.</i>	<u>3.12 / 0.53</u> 17 (17-17)	
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>9.37 / 0.34</u> 3.67 (1-6)	
ACANTHOCEPHALA		
<i>P. brevis</i>	<u>28.12 / 0.78</u> 2.78 (1-5)	<u>10 / 0.37</u> 3.67 (1-9)
NEMATODA		
<i>Eustrongylides sp.</i>	<u>6.25 / 0.16</u> 2.5 (1-4)	
<i>P. tomentosa</i>	<u>3.12 / 0.91</u> 29 (29-29)	
<i>S. osorioi</i>	<u>3.12 / 1.97</u> 63 (63-63)	
HIRUDINEA		
<i>M. patzcuarensis</i>	<u>37.5 / 0.97</u> 2.58 (1-9)	<u>13.33 / 0.17</u> 1.25 (1-2)

Tabla 11. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *C. grandocule* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas.

HELMINTO	Lluvia N = 60	Sequía N = 30
TREMATODA		
<i>P. minimum</i>	<u>36.67 / 1.73</u> 4.73 (1-23)	<u>6.67 / 0.07</u> 1 (1-1)
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>3.33 / 0.08</u> 2.5 (2-3)	
ACANTOCEPHALA		
<i>P. brevis</i>	<u>1.67 / 0.02</u> 1 (1-1)	
NEMATODA		
<i>S. osorioi</i>	<u>1.67 / 0.02</u> 1 (1-1)	
HIRUDINEA		
<i>M. patzcuarensis</i>	<u>3.33 / 0.03</u> 1 (1-1)	

**Prevalencia / Abundancia**  
**Intensidad** (Intervalo de  
**promedio** intensidad)

Tabla 12. Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *C. attenuatum* del lago de Zirahuén, Michoacán por temporadas.

HELMINTO	Lluvia N = 30	Sequía N = 30
TREMATODA		
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp</i>	<u>16.67 / 0.2</u> 1 2 (1-2)	<u>16.67 / 0.17</u> 1 (1-1)
<i>P. minimum</i>	<u>96.67 / 29.7</u> 30 72 (2-116)	<u>96.67 / 20.87</u> 21 59 (1-103)
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>40 / 3.27</u> 8 17 (1-20)	<u>70 / 7.77</u> 11 09 (1-71)

Tabla 13 Caracterización de la infección de helmintos parásitos de *C. estor* del lago de Zirahuén, Michoacán por temporadas.

HELMINTO	Lluvia N = 30	Sequía N = 30
TREMATODA		
<i>Diplostomum (Tylodelphys) sp.</i>	<u>3.33 / 0.03</u> 1 (1-1)	
<i>P. minimum</i>	<u>46.67 / 3.2</u> 6 86 (1-42)	<u>36.67 / 0.63</u> 1 73 (1-4)
CESTODA		
<i>B. acheilognathi</i>	<u>10 / 0.1</u> 1 (1-1)	<u>23.33 / 0.27</u> 1 14 (1-2)

Prevalencia / Abundancia  
Intensidad (Intervalo de  
promedio intensidad)

#### 7.4. Descripción de las comunidades de helmintos

De acuerdo con las curvas acumulativas de especies obtenidas para cada muestra, se observa que los tamaños de éstas pueden considerarse como representativos para todas las especies de atherinidos en las distintas localidades (Fig. 16 a 24); dichos tamaños van de 12 peces en *P. alchichica squamata* del Lago Quechulac a 40 peces en *C. attenuatum* y *C. estor* del Lago de Pátzcuaro

En algunos casos (Fig. 21 y 23) la aparición de nuevas especies al incrementarse el muestreo, parecería desestabilizar la curva; no obstante dichas especies son consideradas esporádicas o accidentales de acuerdo con los niveles de infección que registraron.

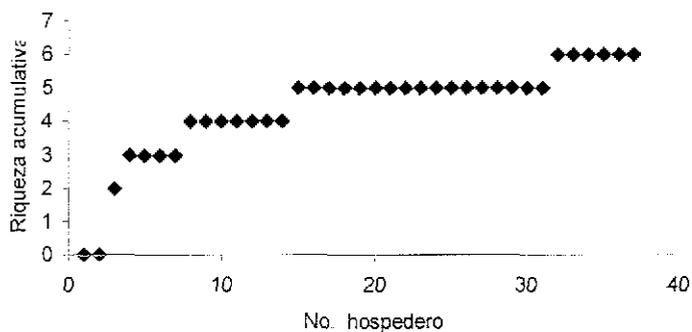
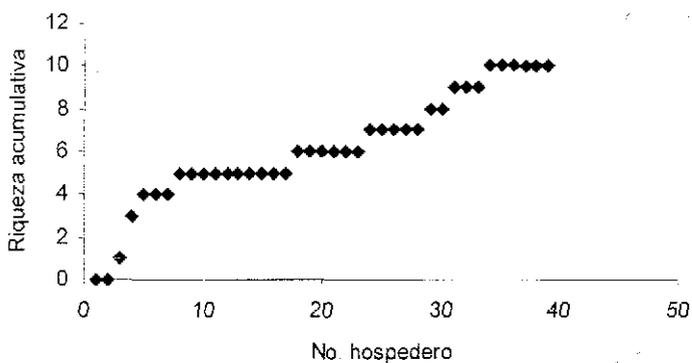


Fig 16 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro



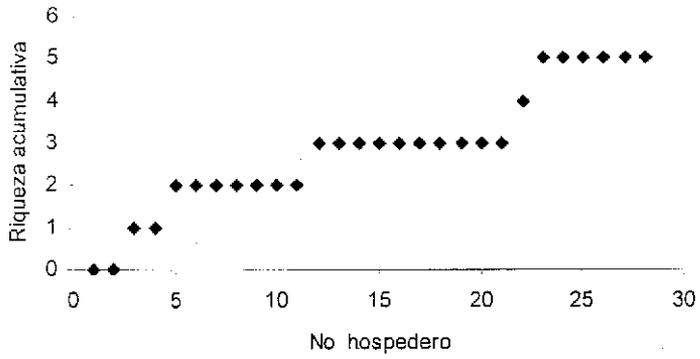


Fig. 18 Curva área-especie de *C. gandocule* del lago de Pátzcuaro

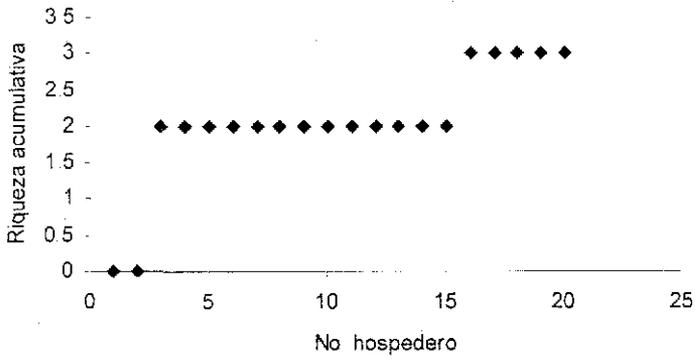


Fig. 19 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Zirahuén

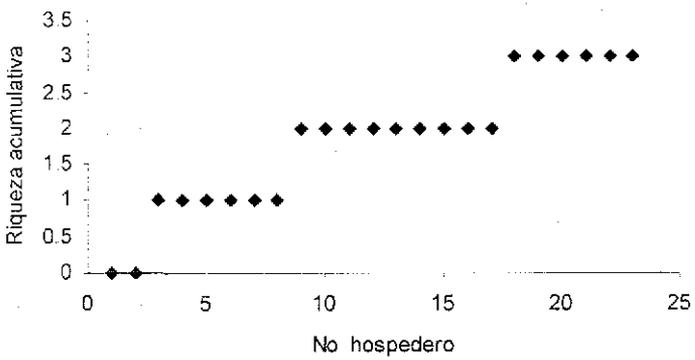
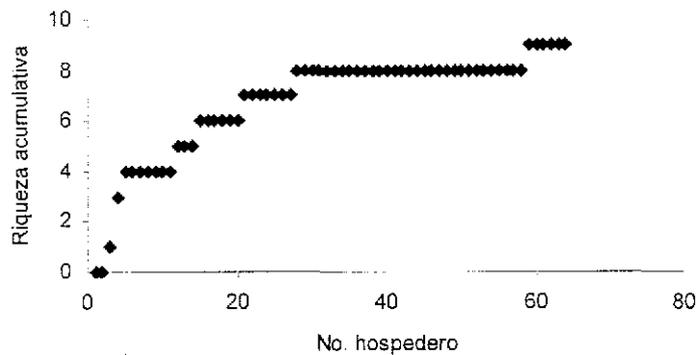


Fig. 20. Curva área-especie de *C. estor* del lago de Zirahuén



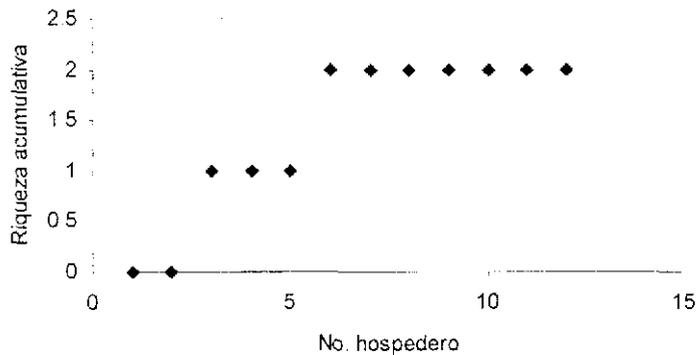


Fig 24 Curva área-especie de *P. alchichica squamata* del lago Quechulac

### Por épocas

El análisis de las curvas acumulativas de especies para los peces de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén permite establecer que los muestreos son representativos en ambas épocas.

Sin embargo, durante la temporada de secas la estabilización se alcanza con un menor número de peces en todos los casos (Figs. 25-34), al disminuir las especies de helmintos registradas, particularmente en el caso de *C. grandocule* que sólo alojó una especie de helminto (Fig 30), de la misma forma, una excepción a esto la representa *C. attenuatum* de Zirahuén, ya que es el único que mantiene constante a sus tres especies de parásitos en ambas temporadas (Figs 31-32).

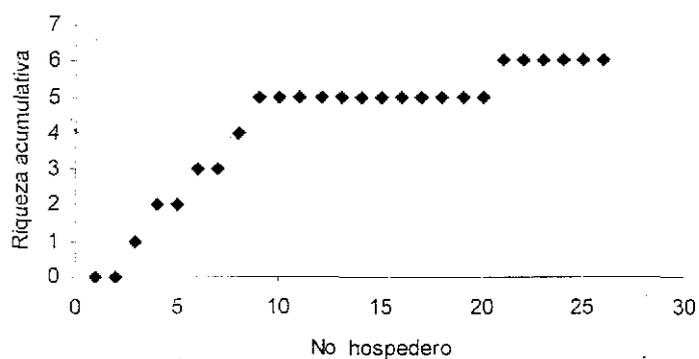


Fig 25 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro durante la época de lluvias

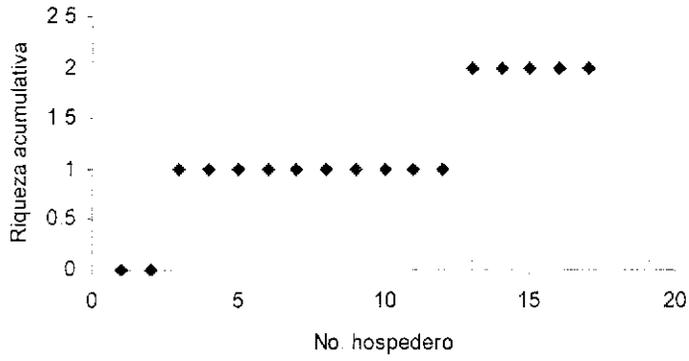


Fig. 26 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro durante la época de secas

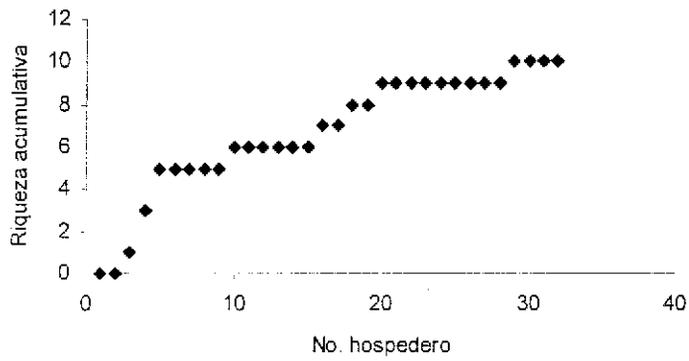


Fig. 27 Curva área-especie de *C. estor* del lago de Pátzcuaro durante la época de lluvias

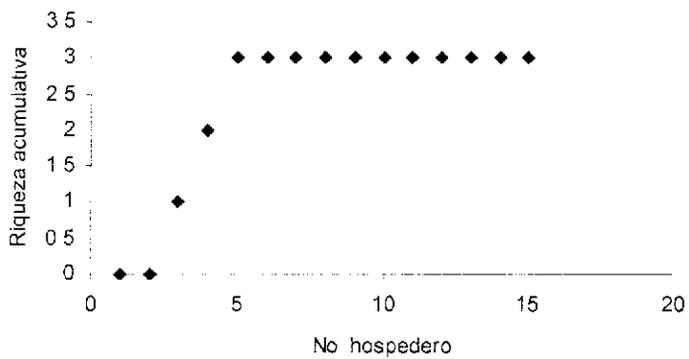


Fig. 28 Curva área-especie de *C. estor* del lago de Pátzcuaro durante la época de secas

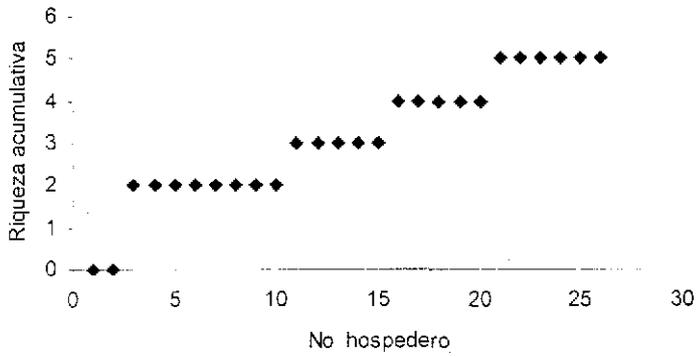


Fig. 29 Curva área-especie de *C. grandocule* del lago de Pátzcuaro durante la época de lluvias

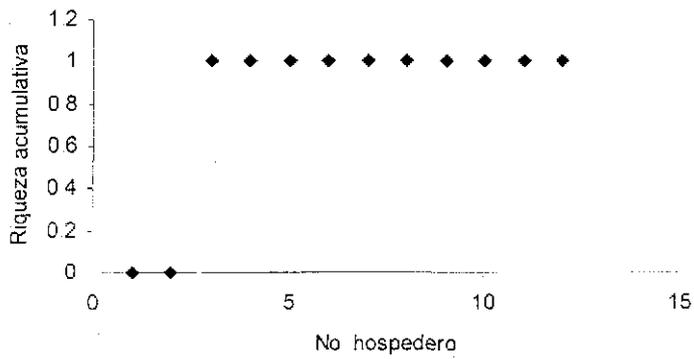


Fig. 30 Curva área-especie de *C. grandocule* del lago de Pátzcuaro durante la época de secas

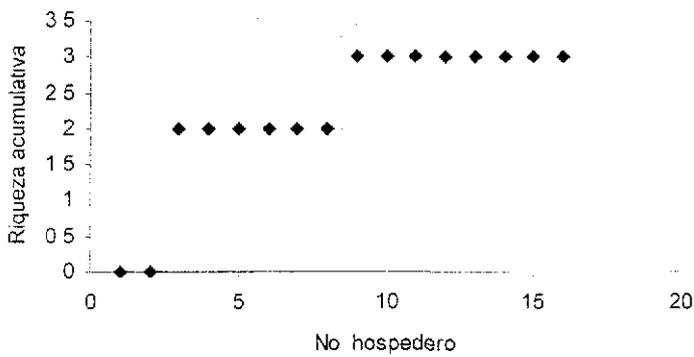


Fig. 31 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Zirahuén durante la época de lluvias

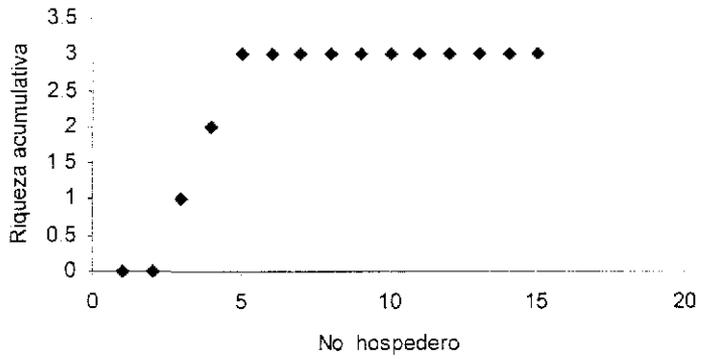


Fig. 32 Curva área-especie de *C. attenuatum* del lago de Zirahuén durante la época de secas

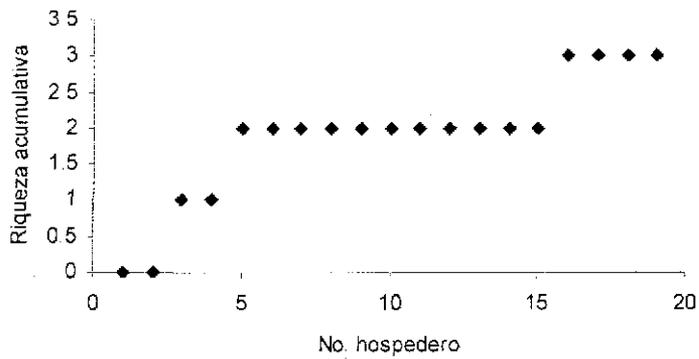


Fig. 33 Curva área-especie de *C. estor* del lago de Zirahuén durante la época de lluvias

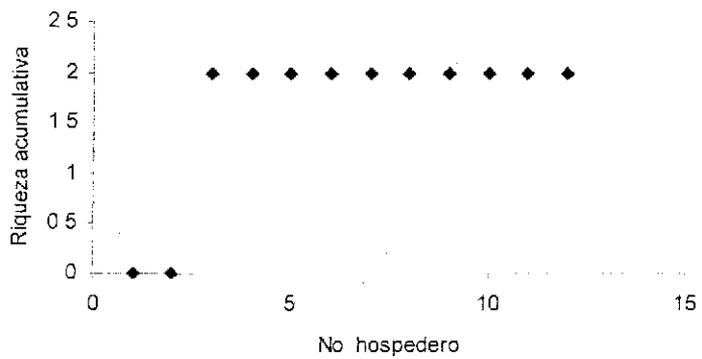


Fig. 34. Curva área-especie de *C. estor* del lago de Zirahuén durante la época de secas.

#### 7.4.1. Análisis de infracomunidades.

Las Tablas 14-17 resumen los valores de los parámetros registrados en el análisis de las infracomunidades de estos hospederos; en ellas se observa, que en general, los valores para la riqueza son bajos en todas las especies de peces estudiadas, exhibiendo entre 0.04 y 1.93. Con este último valor sobresale *C. humboldtianum*, quien obtuvo el número promedio más alto de especies (riqueza) que alojó cada hospedero, oscilando este valor entre uno y seis. Adicionalmente, este hospedero destaca porque albergó la mayor abundancia promedio (183.40 helmintos), siendo uno el número mínimo de parásitos colectados en una infracomunidad y 1174 el máximo. Al comparar estos valores con las especies de peces restantes, resalta notablemente, ya que la especie que se ubicó a continuación para este parámetro (*C. attenuatum* de Zirahuén) registró un promedio de 17.82 helmintos por hospedero revisado.

En lo que respecta a la diversidad y equidad promedio para los índices de Brillouin y Shannon-Wiener, estos valores fueron reducidos para las infracomunidades de helmintos de todas las especies de hospederos; sin embargo, con los niveles más altos se encuentran *C. estor*, *C. attenuatum* (ésta última de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén) y *C. jordani*. El factor principal que influye sobre estos parámetros es la gran cantidad de infracomunidades desocupadas o parasitadas por una sola especie de helminto; en el caso de los peces de Pátzcuaro y *C. estor* de Zirahuén, lo que más se manifestó fueron las infracomunidades que no alojaron especies de parásitos. Mientras que en Cuitzeo y los dos lagos de Puebla la mayoría de los hospederos contuvieron una sola especie de helminto.

Un aspecto notable de señalar es que en todos los hospederos dominaron las formas larvarias, principalmente de tremátodos (metacercarias). Aunado a esto, en la mayor parte de las infracomunidades se colectó una sola especie de parásito, por lo que la dominancia ejercida en éstas fue alta, efecto que se manifestó principalmente en los aterínidos de Puebla, tomando en cuenta que el valor máximo de este parámetro es uno. En este sentido, las infracomunidades de helmintos en los peces de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén (Tablas 14-15) estuvieron dominadas en todos los casos por *P. minimum*, aun cuando en *C. estor* y *C. grandocule* (ambas del Lago de Pátzcuaro), alcanzó los valores más bajos para este parámetro: 0.37 y 0.26, respectivamente.

En *C. jordani* (Tabla 16) la especie dominante fueron los cisticercoides de Cyclophyllidea gen. sp.; *Pygidiopsis* sp. ejerció este efecto en los peces del Lago de Zacapu (*C. humboldtianum*); por su parte, para ambas especies del género *Poblana* (Tabla 17) destacaron las metacercarias de *Diplostomum (Tylodelphys)* sp. y *P. minimum*, la primera de éstas (en el Lago Quechulac), obtuvo el valor más alto (0.93), de entre todas las especies dominantes en las demás infracomunidades analizadas.

Tabla 14. Análisis de las infracomunidades de helmintos de tres especies de aterínidos del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

PARÁMETRO	<i>C. attenuatum</i>	<i>C. estor</i>	<i>C. grandocule</i>
Hospederos revisados	71	62	90
# de peces parasitados	51	45	28
Riqueza promedio (intervalo)	0.45 (1-3)	0.68 (1-3)	0.04 (1-2)
Abundancia promedio (intervalo)	1.70 (1-36)	5.77 (1-169)	0.3 (1-23)
I Brillouin (intervalo)	0.08 (0.17-0.62)	0.13 (0.16-0.84)	0.005 (0.14-0.35)
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.14 (0.29-1)	0.20 (0.27-1)	0.01 (0.19-0.77)
I. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.12 (0.23-1.04)	0.18 (0.21-1.02)	0.008 (0.18-0.56)
E. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.15 (0.34-1)	0.21 (0.31-1)	0.01 (0.26-0.81)
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>
Dominancia	0.55	0.37	0.26
% de infracomunidades con 0-1 especie de helminto	80.28	70.97	97.78

Tabla 15. Análisis de las infracomunidades de helmintos de dos especies de aterínidos del lago de Zirahuén, Michoacán.

PARÁMETRO	<i>C. attenuatum</i>	<i>C. estor</i>
Hospederos revisados	60	60
# de peces parasitados	60	31
Riqueza promedio (intervalo)	1.23 (1-3)	0.11 (1-2)
Abundancia promedio (intervalo)	17.82 (1-119)	0.25 (1-42)
I. Brillouin (X) (intervalo)	0.22 (0.05-0.71)	0.02 (0.32-0.37)
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.32 (0.07-1)	0.04 (0.47-1)
I. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.28 (0.06-0.82)	0.04 (0.50-0.69)
E. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.37 (0.68-1)	0.06 (0.72-1)
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>
Dominancia	0.75	0.40
% de infracomunidades con 0-1 especie de helminto	40	93.33

Tabla 16. Análisis de las infracomunidades de helmintos de dos especies de aterínidos de los lagos de Cuitzeo y Zacapu, Michoacán.

PARÁMETRO	<i>C. jordani</i>	<i>C. humboldtianum</i>
Hospederos revisados	99	42
# de peces parasitados	83	38
Riqueza promedio (intervalo)	0.65 (1-4)	1.93 (1-6)
Abundancia promedio (intervalo)	2.82 (1-34)	183.40 (1-1174)
I. Brillouin (X) (intervalo)	0.11 (0.14-0.84)	0.09 (0.02-0.37)
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.18 (0.23-1)	0.10 (0.03-0.61)
I. Shannon – Wiener (X) (intervalo)	0.16 (0.18-1.15)	0.11 (0.03-0.64)
E. Shannon – Wiener (X) (intervalo)	0.21 (0.27-1)	0.12 (0.04-0.92)
Especie dominante	<i>Cyclophyllidca</i> gen. sp.	<i>Pygidiopsis</i> sp.
Dominancia	0.54	0.74
% de infracomunidades con 0-1 especie de helminto	70.71	33.33

Tabla 17. Análisis de las infracomunidades de helmintos de dos especies de aterínidos de los lagos La Mina y Quechulac, Puebla.

PARÁMETRO	<i>P. letholepis</i>	<i>P. alchichuca squamata</i>
Hospederos revisados	35	35
# de peces parasitados	28	34
Riqueza promedio (intervalo)	0.0571 (1-2)	0.3429 (1-2)
Abundancia promedio (intervalo)	0.7143 (1-25)	5.74 (6-154)
I. Brillouin (X) (intervalo)	0.004	0.05 (0.05-0.56)
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.005	0.08 (0.08-0.91)
I. Shannon – Wiener (X) (intervalo)	0.005	0.06 (0.07-0.64)
E. Shannon – Wiener (X) (intervalo)	0.007	0.08 (0.10-0.92)
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp.
Dominancia	0.80	0.93
Porcentaje de infracomunidades con 0-1 especie de helminto	97.14	82.86

### a) Por épocas

Las Tablas 18-22 muestran los resultados del análisis de las infracomunidades de helmintos por épocas para los aterínidos de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén. En ellas podemos observar que para la primera localidad, los valores de riqueza, abundancia, diversidad y equidad promedio tienden a ser mayores durante la época de lluvias, incluso en el caso de *C. grandocule* donde estos valores son reducidos. Asimismo, *C. estor* se erigió como la especie que registró los valores más altos de riqueza y abundancia promedio, así como de diversidad y equidad. Nuevamente *P. minimum* se constituyó como la especie dominante para las infracomunidades de aterínidos de este lago, siendo más notorio este efecto en *C. attenuatum* (0.63) durante la época de secas (Tabla 18).

Por su parte, las comunidades de helmintos en los peces de Zirahuén muestran la tendencia contraria, ya que fue durante la temporada de secas cuando los resultados para estos parámetros alcanzaron los niveles más elevados, siendo más marcados en *C. attenuatum*. Una vez más, *P. minimum* fue la especie dominante para las dos especies de hospederos, aun cuando este efecto es más visible en el "charal prieto" durante las lluvias (0.85) (Tabla 21).

En ambas temporadas *C. grandocule* (Tabla 20) y *C. estor* de Zirahuén (Tabla 22), sobresalen por tener las infracomunidades más afectadas por el alto porcentaje de hospederos con 0-1 especies de helmintos, lo cual tiene un notable efecto sobre los parámetros analizados, provocando una reducida diversidad y equidad.

Tabla 18. Análisis de las infracomunidades de helmintos de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas.

PARÁMETRO	Lluvias	Secas
Hospederos revisados	41	30
# de peces parasitados	32	19
Riqueza promedio (intervalo)	0.71 (1-3)	0.07 (1-2)
Abundancia promedio (intervalo)	2.46 (1-35)	0.67 (1-36)
I Brillouin (X) (intervalo)	0.11 (0.17-0.62)	0.01
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.21 (0.29-1)	0.01
I. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.21 (0.23-1.04)	0.01
E. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.26 (0.34-1)	0.02
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>
Dominancia	0.48	0.63
% de infracomunidades con 0-1 especie de helminto	68.29	96.67

Tabla 19. Análisis de las infracomunidades de helmintos de *C. estor* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas.

PARÁMETRO	Lluvias	Secas
Hospederos revisados	32	30
# de peces parasitados	30	15
Riqueza promedio (intervalo)	1.1 (1-3)	0.21 (1-3)
Abundancia promedio (intervalo)	10.53 (1-169)	0.7 (1-13)
I. Brillouin (X) (intervalo)	0.21 (0.16-0.84)	0.01 (0.30-0.61)
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.31 (0.27-1)	0.07 (0.60-1)
I. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.28 (0.21-1.02)	0.06 (0.45-0.79)
E. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.34 (0.31-1)	0.08 (0.65-1)
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>
Dominancia	0.39	0.35
% de infracomunidades Con 0-1 especie de helminto	53.12	90

Tabla 20. Análisis de las infracomunidades de helmintos de *C. grandocule* del lago de Pátzcuaro, Michoacán por temporadas.

PARÁMETRO	Lluvias	Secas
Hospederos revisados	60	30
# de peces parasitados	26	2
Riqueza promedio (intervalo)	0.07 (1-2)	0.07
Abundancia promedio (intervalo)	0.45 (1-23)	0.07
I. Brillouin (X) (intervalo)	0.01 (0.14-0.35)	---
E. Brillouin (X) (intervalo)	0.02 (0.19-0.77)	---
I. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.01 (0.18-0.56)	---
E. Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.02 (0.26-0.81)	---
Especie dominante	<i>P. minimum</i>	<i>P. minimum</i>
Dominancia	0.36	0.07
% de infracomunidades Con 0-1 especie de helminto	96.67	100

Tabla 21. Análisis de las infracomunidades de helmintos de *C. attenuatum* del lago de Zirahuén, Michoacán por temporadas.

PARÁMETRO	Lluvias	Secas
Hospederos revisados	30	30
# de peces parasitados	30	30
Riqueza promedio (intervalo)	0.93 (1-3)	1.53 (1-3)
Abundancia promedio (intervalo)	19.5 (2-119)	16.17 (1-103)
I Brillouin (X) (intervalo)	0.16 (0.05-0.71)	0.27 (0.10-0.65)
E Brillouin (X) (intervalo)	0.22 (0.07-0.96)	0.41 (0.14-1)
I Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.20 (0.06-0.82)	0.35 (0.12-0.79)
E Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.26 (0.08-0.97)	0.48 (0.16-1)
Especie dominante	<i>P minimum</i>	<i>P minimum</i>
Dominancia	0.85	0.65
% de infracomunidades Con 0-1 especie de helminto	56.67	30

Tabla 22 Análisis de las infracomunidades de helmintos de *C. estor* del lago de Zirahuén, Michoacán por temporadas.

PARÁMETRO	Lluvias	Secas
Hospederos revisados	30	30
# de peces parasitados	17	15
Riqueza promedio (intervalo)	0.07 (1-2)	0.2 (1-2)
Abundancia promedio (intervalo)	0.17 (1-42)	0.33 (1-5)
I Brillouin (X) (intervalo)	0.01	0.03 (0.32-0.37)
E Brillouin (X) (intervalo)	0.02	0.07 (0.47-1)
I Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.02	0.06 (0.50-0.69)
E Shannon - Wiener (X) (intervalo)	0.02	0.09 (0.72-1)
Especie dominante	<i>P minimum</i>	<i>P minimum</i>
Dominancia	0.46	0.33
% de infracomunidades Con 0-1 especie de helminto	96.67	90

#### 7.4.2. Similitud Cualitativa Intraespecífica

El promedio del índice de similitud de Sorensen calculado para cada infracomunidad (Tabla 23) fue en general, reducido, ya que en la mayor parte de las infracomunidades de helmintos, este valor resultó inferior a 0.5, lo que muestra la heterogeneidad intraespecífica existente, rebasando este valor únicamente en las infracomunidades de helmintos de *C. attenuatum* de Zirahuén (0.724), *P. a squamata* (0.849) y *P. letholepis* (0.620), quienes fueron las que manifestaron una mayor homogeneidad en su composición específica entre las infracomunidades analizadas, tomando en cuenta que el valor máximo para este parámetro es uno

En la comparación por épocas, *C. attenuatum* alcanzó la mayor semejanza entre las infracomunidades durante las secas en ambas localidades, como resultado de que durante esta temporada en Pátzcuaro, los peces estuvieron parasitados sólo por dos especies y de ellas, *P. minimum* provocó los altos valores de similitud al haberse colectado en la mayor parte de la muestra (60.56%); en Zirahuén, la alta homogeneidad fue provocada porque en casi todos los peces estuvieron presentes las mismas especies de helmintos: *P. minimum* (96.67%) y *B. acheilognathi* (70%).

El resto de los hospederos mostraron más parecido durante las lluvias, ya que fue en esta época cuando se recolectó el mayor número de especies de helmintos, así como en la que mayor número de especies compartieron los peces

#### 7.4.3. Similitud Cuantitativa Intraespecífica

El análisis de similitud cuantitativa (Tabla 24) para las infracomunidades de helmintos, revela que los valores fueron en la mayoría de las infracomunidades inferiores a 0.5, indicando que la distribución numérica de los individuos de las distintas especies de helmintos en sus hospederos es asimétrica.

No obstante, los promedios del porcentaje de similitud sobrepasaron este valor en el caso de las infracomunidades alojadas en *C. humboldtianum* (0.567), *P. letholepis* (0.633), *C. attenuatum* de Zirahuén (0.661) y *P. a squamata* (0.932).

La tendencia observada en los valores de este índice en el análisis por temporadas es a ser mayor durante las lluvias, con excepción de las infracomunidades de helmintos de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro. Este mismo hospedero en Zirahuén, se erigió como la especie que alojó a las infracomunidades de helmintos más parecidas de ambas localidades y temporadas, llegando a alcanzar un valor de 0.761 durante las lluvias.

Tabla 23. Similitud Cualitativa promedio intraespecífica de las infracomunidades de helmintos en seis localidades de la Mesa Central.

LAGO	GLOBAL	LLUVIAS	SECAS
Pátzcuaro			
<i>Chirostoma attenuatum</i>	0.134	0.269	0.379
<i>C. estor</i>	0.204	0.284	0.137
<i>C. grandocule</i>	0.060	0.124	0.002
Zirahuén			
<i>C. attenuatum</i>	0.724	0.735	0.772
<i>C. estor</i>	0.173	0.206	0.140
Cuitzeo			
<i>C. jordani</i>	0.329	---	---
Zacapu			
<i>C. humboldtianum</i>	0.368	---	---
La Mina			
<i>Poblana letholepis</i>	0.620	---	---
Quechulac			
<i>P. alchichica squamata</i>	0.849	---	---

Tabla 24. Similitud Cuantitativa promedio intraespecífica de las infracomunidades de helmintos en seis localidades de la Mesa Central.

LAGO	GLOBAL	LLUVIAS	SECAS
Pátzcuaro			
<i>Chirostoma attenuatum</i>	0.308	0.266	0.389
<i>C. estor</i>	0.169	0.217	0.127
<i>C. grandocule</i>	0.067	0.128	0.002
Zirahuén			
<i>C. attenuatum</i>	0.661	0.761	0.601
<i>C. estor</i>	0.170	0.210	0.129
Cuitzeo			
<i>C. jordani</i>	0.319	---	---
Zacapu			
<i>C. humboldtianum</i>	0.567	---	---
La Mina			
<i>P. letholepis</i>	0.633	---	---
Quechulac			
<i>Poblana alchichica squamata</i>	0.932	---	---

#### 7.4.4. Similitud Interespecífica

La similitud promedio de las infracomunidades entre las muestras de cada localidad (Tabla 25), arroja valores bajos para ambos índices.

Los valores del índice de Sorensen (similitud cualitativa) tuvieron un intervalo de variación que va de cero (*C. humboldtianum* de Zacapu y *P. letholepis* de La Mina y entre ésta última y *P. alchichica squamata* de Quechulac) como el valor más bajo y 0.804 (*C. estor* de Zirahuén y *P. letholepis* de La Mina) como el valor más alto. Por su parte, los valores del porcentaje de similitud (similitud cuantitativa) fluctuaron entre cero y 0.808 para los mismos peces y localidades antes mencionados.

Lo anterior refleja la heterogeneidad existente entre los pares comparados, ya que en la similitud cualitativa los reducidos valores obtenidos exhiben la distribución diferencial de las especies de helmintos registradas entre los distintos aterínidos y en la similitud cuantitativa, los bajos valores indican como el número de individuos (parásitos) no es homogéneo entre los pares comparados.

Tabla 25. Similitud promedio entre las muestras pertenecientes a las especies de aterínidos procedentes de todas las localidades de estudio.

	CAP	CEP	CGP	CAZ	CEZ	CJC	CHZ	PLM	PAQ
CAP		0.314	0.515	0.557	0.592	0.012	0.0005	0.619	0.007
CEP	0.325		0.318	0.349	0.393	0.025	0.0006	0.451	0.096
CGP	0.485	0.361		0.571	0.599	0.009	0.0005	0.693	0.008
CAZ	0.547	0.361	0.423		0.666	0.011	0.001	0.747	0.014
CEZ	0.615	0.425	0.612	0.710		0.015	0.0006	0.804	0.018
CJC	0.038	0.031	0.033	0.044	0.056		0.0004	0.013	0.160
CHZ	0.025	0.005	0.028	0.051	0.049	0.017		0	0.001
PLM	0.657	0.470	0.645	0.710	0.808	0.036	0		0
PAQ	0.023	0.093	0.027	0.047	0.128	0.119	0.071	0	

Los valores en el vértice superior derecho corresponden al porcentaje de similitud; los de la esquina inferior izquierda a la similitud cualitativa.

CAP = *Chirostoma attenuatum* de Pátzcuaro; CEP = *C. estor* de Pátzcuaro; CGP = *C. grandocule* de Pátzcuaro; CAZ = *C. attenuatum* de Zirahuén; CEZ = *C. estor* de Zirahuén; CJC = *C. jordani* de Cuitzeo; CHZ = *C. humboldtianum* de Zacapu; PLM = *Poblana letholepis* de La Mina; PAQ = *P. alchichica squamata* de Quechulac

## 8. DISCUSIÓN.

### 8.1 Registro helmintológico

El registro helmintológico de una especie de hospedero es de suma importancia para el tipo de trabajos como el que ahora se presenta, ya que la identidad de los mismos sirve para analizar su biología y así tratar de entender las relaciones existentes entre parásito y hospedero; como lo señalan Pérez-Ponce de León *et al.* (1996): "... la evidencia aportada por la presencia misma de los parásitos permite explicar muchos fenómenos biológicos de sus hospederos, tales como su historia evolutiva, biogeografía, origen, migración, etc."

Con este propósito, en el presente estudio se ratifica o bien se establece el registro helmintológico de siete especies de ateriínidos, el cual se compone de 15 taxa: *Allocreadium mexicanum*, *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, *Ochetosoma sp.*, *Posthodiplostomum minimum*, *Pygidiopsis sp.*, *Uvulifer sp.*, *Bothriocephalus acheilognathi*, Cyclophyllidea gen. sp., *Ligula intestinalis*, *Polymorphus brevis*, *Contraecum sp.*, *Eustrongylides sp.*, *Pseudocapillaria tomentosa*, *Spinitectus osorioi* y *Myzobdella patzcuarensis*. Seis de ellas pertenecen a los tremátodos, por lo que se constituye como el grupo más representativo; a continuación se ubican los nemátodos con cuatro, los céstodos con tres y acantocéfalos e hirudíneos con una especie cada uno. El registro que se establece en este trabajo es el correspondiente a *Poblana alchichica squamata* del lago Quechulac, ya que es el primer estudio sobre fauna helmintológica en este pez, colectándose en él a la metacercaria del tremátodo *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* y al céstodo *B. acheilognathi*. Para el resto de las especies, ya se conocía con anterioridad la helmintofauna que alojan (Pérez-Ponce de León, 1985<sup>29</sup>; Espinosa, 1993<sup>2</sup>; Salazar, 1994<sup>3</sup>; Arévalo *et al.*, 1994<sup>13</sup>; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>; Flores, 1998<sup>7</sup>; Juárez, 1999<sup>6</sup>; Galicia, 2001<sup>8</sup>).

Al comparar este registro con el establecido por trabajos previos con los mismos hospederos (Tabla 1), se observa que especies como *Centrocestus formosanus*, *Clinostomum complanatum*, Proteocephalidea gen. sp. y *Spiroxys sp.*, no fueron encontrados en los muestreos que se realizaron, debido posiblemente al número y duración de los mismos, así como a la época del año en que se llevaron al cabo, ya que estas variables pueden influir en la presencia-ausencia de las diferentes especies de parásitos, al alterar la disponibilidad de hospederos intermediarios, lo

<sup>29</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1985.

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993.

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>13</sup> Arévalo, G. A., M. T. Álvarez y R. Lamothe A. 1994.

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995.

<sup>7</sup> Flores, N. E. 1998.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

que ocasiona a veces infecciones esporádicas o accidentales (Peresbarbosa, 1992)<sup>17</sup>. Por lo anterior, sería necesario realizar más muestreos en las áreas de estudio en diversas épocas del año. En el primer caso es también probable que Arévalo *et al.* (1994)<sup>13</sup>, hallan incurrido en un error de determinación, pudiendo haber confundido a *C. formosanus* con las metacercarias de *Pygidiopsis* sp., aunque esto no puede ser corroborado pues dichos autores no depositaron material en una colección parasitológica establecida.

Galicia (2001)<sup>8</sup> registró dos especies de las antes mencionadas, *C. complanatum* y Proteocephalídea gen. sp. en *C. humboldtianum* del lago de Zacapu, Michoacán, durante dos muestreos, pero uno de ellos realizado en enero, mes en que nosotros no colectamos en ese lago, lo que probablemente influyó en la aparición de especies accidentales o de aparición esporádica como éstas, pues los niveles de infección con que los registró son sumamente reducidos: 1.83% de la muestra estuvo parasitada por la primera especie y el 3.80% por la segunda.

Con respecto a los resultados del presente estudio, tres taxa de helmintos se recolectaron en hospederos y/o localidades diferentes hasta las ahora señaladas, por lo que representan nuevos registros, *Allocreadium mexicanum* en el lago de Zacapu, helminto especialista de este grupo de peces, que únicamente había sido registrado en Pátzcuaro (Aguirre *et al.*, 1986<sup>10</sup>; Osorio *et al.*, 1986a<sup>28</sup>; Osorio *et al.*, 1986b; Salgado y Osorio, 1987; Cabrera *et al.*, 1988<sup>14</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 1994; Salazar, 1994<sup>3</sup>; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>); *Ochetosoma* sp. en el lago de Cuitzeo parasitando a *C. jordani*, lo que constituye el primer registro en aterínidos, ya que anteriormente Peresbarbosa *et al.*, (1994) lo registraron en godeidos y finalmente, los cisticercoides de Cyclophyllídea gen. sp. que sólo se habían recolectado en la vesícula biliar de *C. attenuatum* del lago de Pátzcuaro (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1994; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>). Las especies restantes que conforman el registro de los aterínidos se encontraron parasitando a los hospederos en los que anteriormente se habían registrado, ratificándose como helmintos constantes para este grupo de peces y confirmando la aparición esporádica de *Ligula intestinalis*, como fue señalado previamente por Salazar (1994).<sup>3</sup>

<sup>17</sup> Peresbarbosa, R. E. 1992

<sup>13</sup> Arévalo, G. A., M. T. Álvarez y R. Lamothe A. 1994

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

<sup>10</sup> Aguirre, M. L., V. Vidal M. y G. Salgado M. 1986.

<sup>28</sup> Osorio, S. D., G. Pérez-Ponce de León y L. J. García M. 1986a

<sup>14</sup> Cabrera, M. L., L. García D., C. López R., A. Ruiz S. y S. Guillén 1988

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995.

Tres especies sobresalen por su amplia distribución entre las localidades, ya que *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* y *B. acheilognathi* se colectaron en cinco lagos y *P. minimum* en cuatro, lo que es indicador de la gran dispersión y disponibilidad de sus hospederos intermediarios en estos cuerpos de agua. Sin embargo, la presencia de *B. acheilognathi* no está dada de manera natural; como ocurre con las otras dos especies mencionadas, pues fue introducido por el hombre a través de la siembra de ciprínidos en estos lagos (García y Osorio, 1991). En estado adulto *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, es específica de aves de la familia Podycipidae, mientras que *P. minimum* es generalista, parasitando diversas especies de aves (Ramos, R. 1994)<sup>50</sup> y de manera accidental a anfibios y reptiles (Pérez-Ponce de León, 1992).<sup>32</sup>

El estado de desarrollo más común fue el larvario, ya que en esta etapa se recolectaron nueve especies: *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, *Ochetosoma sp.*, *P. minimum*, *Pygidiopsis sp.*, *Uvulifer sp.*, *Cyclophyllidea gen. sp.*, *P. brevis*, *Contracaecum sp.* y *Eustrongylides sp.*, ocho de las cuales se consideran alogénicas, es decir, cierran su ciclo de vida en aves fuera del ambiente acuático, mientras que *Ochetosoma sp.* lo hace en este ambiente en reptiles, siendo entonces autógena. Lo anterior elucidó el importante papel que estos peces tienen como hospederos intermediarios, actuando como una vía para la transmisión de los parásitos hacia sus hospederos definitivos en los lagos de la Mesa Central, coincidiendo con lo señalado para godeidos por Peresbarbosa *et al.* (1994); no obstante, el mayor o menor éxito de la transmisión, depende también de otros factores como la interacción ecológica parásito-hospedero, las relaciones depredador-presa establecidas, así como el hábitat que ocupa el pez. Además, cabe señalar que en todos los casos, tanto en las distintas localidades como hospederos, los estadios larvarios se colectaron en números elevados o en gran cantidad de peces, lo que hace más probable o asegura su llegada al hospedero definitivo para que en él pueda alcanzar la madurez y de esta manera cerrar su ciclo de vida.

*Chirostoma estor* del lago de Pátzcuaro fue el pez con el mayor registro helmintológico (diez especies), seguido por *C. jordani* de Cuitzeo (nueve especies). El mayor número de especies de helmintos compartidos lo presentan el “pescado blanco” del lago de Pátzcuaro con *C. attenuatum* de la misma localidad y con *C. humboldtianum* de Zacapu (seis en cada localidad, ver Tabla 2); en el primer caso, la existencia común de especies puede ser atribuida a que los peces coexisten en el mismo hábitat y por lo tanto están expuestos a los mismos parásitos, ya sea de ciclo de vida directo o indirecto y de carácter generalista, además de que de acuerdo con Rosas (1976) y García de León (1985) sus presas son muy similares (cuatro de las seis especies compartidas

<sup>50</sup> Ramos, R. P. 1994.

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992.

ingresan a los hospederos por esta vía).

Por otra parte, ambos aterínidos son endémicos del lago y no es difícil que en su proceso de especiación pudieran compartir las mismas especies de helmintos, cuyos hospederos intermediarios tenían probabilidades similares de entrar en contacto con sus hospederos definitivos, como es el caso de *Spinitectus osorioi* que hasta el momento se ha considerado especialista de aterínidos.

La semejanza entre *C. estor* y *C. humboldtianum* está dada por la presencia en ambos de *A. mexicanum*, *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*, *Uvulifer sp.* y *Pseudocalillaria tomentosa*; el parecido de su helmintofauna se puede explicar con base en las similitudes fisiológicas entre ambos al pertenecer a la misma familia, por lo que son susceptibles a especies de helmintos semejantes y más aún, con carácter generalista como la mayoría de ellos; además, la historia geológica de la cuenca a la que pertenecen estos lagos (Barbour, 1973), se puede considerar como determinante en la existencia común de hospederos intermediarios en los mismos (este caso, los hospederos intermediarios de *A. mexicanum*).

El registro helmintológico por temporadas en los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén mostró diferencias en cuanto al número de especies por hospedero y por localidad (Tabla 2).

En el lago de Pátzcuaro, durante la época de lluvias, *C. estor* se constituyó como el hospedero con el registro más grande (diez especies), siguiéndole *C. attenuatum* con seis y *C. grandocule* con cinco. Durante la temporada de estío se redujo el registro de helmintos en los tres hospederos a tres, dos y una especies, respectivamente, lo que probablemente tenga relación con el hecho de que en ciertas épocas los helmintos tienen una habilidad diferencial para infectar a los hospederos, ocasionada por cambios ambientales en el lago, tal como el aumento de materia orgánica durante las lluvias, debido al arrastre de sustratos, lo que se manifiesta en el incremento de las poblaciones de gran variedad de invertebrados, al ser mayor la disponibilidad de nutrientes, factor que favorece la interacción parásito-hospedero y con esto la dispersión de los helmintos en el cuerpo de agua.

Por su parte, en Zirahuén se registraron tres taxa de helmintos durante la época de lluvias en ambos aterínidos de este lago y durante la de secas, la riqueza específica de helmintos en *C. estor* disminuyó, no habiéndose colectado al tremátodo *Diplostomum (Tylodelphys) sp.* En estos peces no hubo tantas variaciones en la presencia de los helmintos, lo que puede ser atribuido a que es un cuerpo de agua más profundo que Pátzcuaro y aunque la cantidad de sólidos suspendidos aumenta de manera general durante la época de sequía (menor nivel del lago, más viento), esto no repercute en la profundidad como en el otro lago (Bernal, 2002).<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Bernal, B. F. W. 2002.

Espinosa (1993)<sup>2</sup> realizó un estudio helmintológico comparativo entre *C. attenuatum* de Pátzcuaro y Zirahuén durante el período de lluvias, encontrando un registro similar al del presente estudio, *P. minimum*, *B. acheilognathi* y *S. osorioi* en ambos cuerpos de agua, además de *Eustrongylides* sp en Pátzcuaro y *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., en Zirahuén, localidad en donde la única especie que no colectamos fue *S. osorioi*. Lo anterior también concuerda con lo registrado en el trabajo de Juárez (1999)<sup>6</sup> para la helmintofauna de *C. estor* de este último lago, en el que la autora reportó la presencia de *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum* y *Spinitectus osorioi* coincidiendo con este trabajo en la presencia de los dos tremátodos, lo cual puede ser atribuido a la acumulación de sus formas infectivas en los peces, debida a las continuas reinfecciones y al tiempo que pueden permanecer viables en ellos (Hoffman, 1960).

## 8.2. Caracterización de la infección

Los niveles alcanzados por las infecciones ocasionadas por los diferentes helmintos en las siete especies de hospederos, muestra que en todos los casos fue solo una especie la que presentó los valores más altos de prevalencia y abundancia, resaltando además el hecho que se trata de un estado larvario

Con excepción de los céstodos del orden Cyclophyllidea gen. sp., encontrados parasitando a *C. jordani* de Cuitzeo, el resto de estos parásitos pertenecen al grupo de los tremátodos: *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum* y *Pygidiopsis* sp. Entre ellos, es particularmente importante la presencia de *P. minimum* en las tres especies de aterínidos del lago de Pátzcuaro, en las dos del lago de Zirahuén y en la del lago La Mina. La comparación de estas infecciones exhibe que en aquellas localidades donde los peces se encuentran en simpatria, la misma especie de parásito se constituye como la más representativa para los parámetros antes mencionados, lo que podría deberse a que cada localidad posee características físicas que favorecen la abundancia y distribución de los hospederos intermediarios y definitivos en cada cuerpo de agua y por lo tanto, también la de las especies de helmintos, con lo que se facilita que su ciclo biológico se complete y la infección se mantenga constante en el medio.

En trabajos previos con aterínidos de los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Cuitzeo se han encontrado resultados similares a los de nuestro estudio, en donde *P. minimum* se constituyó como la especie más prevalente y abundante en estos cuerpos de agua, lo que es atribuido a la reducida especificidad hospedatoria del tremátodo, aunada a sus características biológicas como son el corto tiempo generacional registrado en las aves (hospederos definitivos) que oscila entre 48 y 72 horas

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

posteriores a la infección, la reproducción asexual que ocurre en los caracoles (primer hospedero intermediario), así como su longevidad en el segundo hospedero intermediario, estimada entre 16 y 18 meses, su carácter alogénico y la presencia del estadio adulto en por lo menos tres especies de aves (Ramos, R. 1994)<sup>50</sup> Lo anterior ha permitido a este helminto incrementar su dispersión y alcanzar elevados niveles de infección en los distintos hospederos que incluye en su ciclo de vida (Pérez-Ponce de León, 1992<sup>32</sup>; Peresbarbosa, 1992<sup>47</sup>; Salazar, 1994<sup>3</sup>; Guzmán, 1997<sup>20</sup>; Juárez, 1999<sup>6</sup>).

Los tremátodos *Pygidiopsis* sp., en Zacapu y *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., en Quechulac, que también ocasionaron infecciones importantes, son parásitos que como *P. minimum* exhiben ventajas con respecto a otros grupos de helmintos con base en sus estrategias de transmisión, ya que la reproducción asexual en su primer hospedero intermediario incrementa el número de fases infectivas liberadas al medio, aumentando la posibilidad de parasitar al siguiente hospedero (segundo hospedero intermediario), así como la acumulación de metacercarias en los peces, debida a las continuas reinfecciones y al tiempo que pueden permanecer viables en él (Hoffman, 1960). Lo anterior se confirma en el caso de *Pygidiopsis* sp., ya que Galicia (2001)<sup>8</sup> registró a estas metacercarias ocasionando también la infección más importante en sus muestreos: 81.10% de prevalencia y 110 helmintos por pez analizado.

A diferencia de los tremátodos, los cisticercoides de Cyclophyllidea gen. sp., llegan a los peces mediante la ingestión de las formas infectivas y de hecho, para el lago de Cuitzeo no se habían recolectado a estos céstodos causando infecciones elevadas en *C. jordani*; previamente en estos peces se registraron niveles altos de infección causados por *P. minimum* y *B. acheilognathi* (Guzmán y García, 1999; Villeda, 1997<sup>5</sup>) Estas diferencias se pueden atribuir al deterioro ambiental de este cuerpo de agua, en vías de extinción (Alvarado *et al.*, 1985; Ceballos *et al.*, 1994), a su baja profundidad y a los cambios drásticos que sufre estacionalmente (lluvias-secas), factores que favorecen la transmisión de algunos helmintos al aumentar la probabilidad de contacto parásito-hospedero y en otro tiempo, los deja en desventaja para poder acceder a sus hospederos.

Sin considerar a *M. patzcuarensis*, el resto de las especies de helmintos se transmiten por la

<sup>50</sup> Ramos, R. P. 1994.

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992.

<sup>47</sup> Peresbarbosa, R. E. 1992.

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>20</sup> Guzmán, C. M. C. 1997.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.<sup>5</sup>

Villeda, G. L. 1997.

ingestión de algún hospedero intermediario, por lo que los valores tan reducidos que presentaron varias de estas especies están relacionados con la alimentación y conducta de los peces o con la poca disponibilidad de hospederos intermediarios en el área.

Por ejemplo, la alimentación de *C. attenuatum* está compuesta principalmente por cladóceros (Rosas, 1976), mientras que los hospederos intermediarios para *B. acheilognathi*, *Eustrongylides* sp., y *S. osorioi* son copépodos, insectos y oligoquetos, respectivamente, los cuales constituyen probablemente parte de la dieta del pez, pero en baja proporción, lo que provoca niveles de infección reducidos. Por otra parte, *L. intestinalis* se confirma como una especie esporádica ya que sus registros son escasos a lo largo del tiempo (Salazar, 1994)<sup>3</sup> Lo anterior se puede deber a que las aves, al ser sus principales fuentes de dispersión en la cuenca del Río Lerma, limitan su presencia a sus períodos de migración, por lo que estos céstodos han adoptado estrategias de latencia para que se lleve al cabo su dispersión, es decir, los plerocercoides en los peces tienen una longevidad que asegura su persistencia en una localidad hasta por tres años o más (Dubinina, 1964), aún cuando la prevalencia de la infección sea reducida.

En lo que se refiere a *M. patzcuarensis*, al ser ectoparásito, el proceso de infección depende más de las conductas de los peces al estar cerca de las zonas en donde los hirudíneos pueden infectarlos (Daniels y Sawyer, 1975); además, los valores de prevalencia y abundancia encontrados quizá no reflejen los niveles reales ya que estos helmintos se desprenden en el momento en que el hospedero muere o posteriormente, durante el manejo del pescado ya sea para su revisión o comercialización.

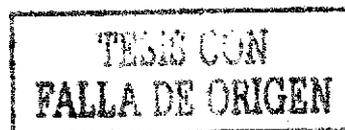
La comparación de las infecciones causadas por helmintos en distintas temporadas, sigue el patrón que ya se mencionó anteriormente para *P. minimum*, que también registra los valores más altos de infección para los aterínidos de estos dos cuerpos de agua, Pátzcuaro y Zirahuén.

Este análisis por épocas también muestra la tendencia general de los aterínidos del lago de Pátzcuaro a alojar un mayor número de especies de helmintos y registrar niveles de infección más elevados durante las lluvias, aun cuando esto último no ocurre con *P. minimum* parasitando a *C. attenuatum*, ya que la prevalencia es mayor durante la época de secas; tales resultados coinciden parcialmente con los referidos por Meléndez y Rosas (1995),<sup>4</sup> ya que ellos encontraron a dos hospederos, *C. attenuatum* y *C. grandocule* con mayores niveles de infección durante esta misma temporada.

Los altos niveles de infección durante las lluvias pueden explicarse con el aumento de la

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995.



población del primer hospedero intermediario del parásito durante esta temporada y debido quizás a una acumulación de metacercarias en los peces como producto de continuas reinfecciones a partir de la época de secas precedente en la zona, particularmente en el caso de las larvas de *P. minimum* las cuales viven al menos 16 meses enquistadas en sus hospederos, por lo que la infección de los peces incluye tanto metacercarias de reciente ingreso como las que fueron acumulándose. Algunas especies mantienen el número de larvas, mientras que otras las aumentan o disminuyen entre ambos períodos climáticos (Pérez-Ponce de León, 1992).<sup>32</sup>

En *C. estor* del Lago de Zirahuén, *P. minimum* mostró el patrón anterior, mayor nivel de infección durante las lluvias; sin embargo, en *C. attenuatum* se mantuvo con el mismo valor de prevalencia en ambas temporadas, aunque la abundancia es ligeramente mayor en las lluvias; una explicación a esto se encuentra en la longevidad de la metacercaria, como ya se mencionó antes.

Cabe destacar que entre los aterínidos, *C. attenuatum* es el que presenta niveles más altos de infección para *P. minimum* en comparación con *C. estor* o *C. grandocule*. Lo anterior ya había sido señalado por Salazar (1994)<sup>3</sup>, Meléndez y Rosas (1995)<sup>4</sup> y Espinosa-Huerta *et al* (1996), siendo atribuido a una mayor susceptibilidad del pez a este parásito, ya que el hábitat, la alimentación y los períodos reproductivos son similares entre estos peces (Pérez-Ponce de León, 1992).<sup>32</sup>

Por otra parte, *B. acheilognathi* se recolectó en los peces de Pátzcuaro únicamente durante el período de lluvias, con prevalencias entre 3.33% y 26.83%, mientras que en Zirahuén este céstodo estuvo presente en ambas temporadas, pero a diferencia del otro lago, durante la época de secas es cuando aumentó el nivel de la infección, registrando un valor de hasta 70% en *C. attenuatum*. Lo anterior puede entenderse a partir de la existencia de una disponibilidad diferencial de hospederos intermediarios (copépodos) entre ambos cuerpos de agua para estas dos temporadas, por lo que se elucida la interacción entre la estacionalidad, distribución de los peces en el lago, hábitos alimentarios y estado de madurez del cuerpo de agua que traen como consecuencia cambios en la prevalencia y abundancia. Autores como Granath y Esch (1983) han propuesto que a mayor tiempo de introducción del parásito, la interacción de los peces con este helminto es menos intensa y los niveles de infección son menores debido a la estabilización de la relación entre estos dos grupos de organismos; lo anterior podría explicar las diferencias en los niveles de infección causados por *B. acheilognathi* en estos dos cuerpos de agua, ya que debido a la importancia que ha

<sup>32</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995.

tenido la pesca, principalmente en Pátzcuaro, suponemos que la siembra de los ciprínidos (que trajeron la infección), fue primero en este cuerpo de agua ya que no se puede deslindar la introducción de las carpas con la actividad económica que representa la acuicultura como ingreso importante, en particular para las regiones rurales (Zambrano, 2001), por lo que la interacción parásito-hospedero ha sido más larga.

### 8.3. Análisis de las infracomunidades

Los estudios sobre las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas han establecido que se trata de ensamblajes pobres, aislacionistas y dominados generalmente por una especie de helminto; al ser comparados con las comunidades de helmintos en peces marinos, se percibe que éstos últimos alojan comunidades más diversas debido a su mayor vagilidad y a la gran cantidad de invertebrados existentes en el mar que actúan como hospederos intermediarios de numerosos helmintos; no obstante, se trata de comunidades menos diversas que las de aves y mamíferos, ya que estos dos últimos grupos de hospederos tienen amplias dietas, sus intestinos son más complejos y por ser organismos endotérmicos, requieren de un mayor consumo de alimento (presas) para mantener constante la temperatura del cuerpo, por lo que la exposición a los estadios infectivos de los parásitos aumenta (Kennedy *et al.*, 1986; Esch *et al.*, 1990).

Se han propuesto los siguientes factores como estructuradores de las comunidades de helmintos: 1) complejidad del canal alimenticio y/o fisiología (ectotermia-endotermia) de los hospederos; 2) vagilidad, ya que el desplazamiento del hospedero lo expone a diferentes formas infectivas; 3) amplitud o selectividad de la dieta, entre más restringido sea el alimento que consume, menor va a ser su exposición a la infección; 4) ciclo de vida del parásito (directo o indirecto, en algunos casos utilizando en éste el proceso de penetración como una vía para lograr la infección) (Kennedy *et al.*, 1986).

Los resultados del presente estudio se ajustan a lo propuesto anteriormente, tanto globalmente como considerando la división por épocas (lluvias-secas), ya que se trata de infracomunidades depauperadas en donde el valor promedio de riqueza más bajo que se registró fue en *C. grandocule* del lago de Pátzcuaro con 0.04 especies y el más alto se alcanzó en *C. humboldtianum* del lago de Zacapu con 1.93 especies. Además, fueron dominadas por una especie de helminto generalista en estado larvario, *P. minimum* en las infracomunidades de los aterínidos de Pátzcuaro, Zirahuén y La Mina; Cyclophyllidea gen. sp., en las de Cuitzeo; *Pygidiopsis* sp. en las de Zacapu y *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., en Quechulac, lo que provoca la reducida equidad (0.007 a 0.37); por lo mismo esto incide directamente en los niveles de diversidad que son bajos (0.004 a 0.22). De acuerdo con lo obtenido en el presente trabajo, los factores estructuradores de

los ensamblajes son por un lado, los hábitos alimentarios de los hospederos y por otro, la penetración de formas larvarias.

Con respecto al primer factor, destaca el hecho de que nueve de las 15 especies del registro llegaron a los peces de esta manera; este rasgo, además de incidir directamente sobre la riqueza específica, promovió la dominancia de Cyclophyllidea gen. sp., en los peces del lago de Cuitzeo; sin embargo, la reducida diversidad sugiere una dieta especializada sobre pocas especies de presas, dado que cinco taxa de helmintos se transmitieron vía crustáceos, dos a través de insectos y dos mediante oligoquetos, lo que muestra una exposición relativamente reducida a organismos que actúan como hospederos intermediarios. Adicionalmente, los aterínidos se alimentan generalmente de organismos planctónicos pero *C. attenuatum* y *C. grandocule* tienen preferencia por cladóceros, *C. estor* por crustáceos y larvas de insectos, *C. jordani* y *C. humboldtianum* por copépodos y las dos especies de *Poblana* por insectos (Rosas, 1976; García de León, 1985; Ceballos *et al.*, 1994; Moncayo, 1996<sup>39</sup>; Flores, 1998<sup>7</sup>). Los elevados niveles de abundancia que alcanzan los tremátodos, en general y que los establece como el grupo dominante (con excepción de los céstodos de Cyclophyllidea gen. sp. en *C. jordani*), están determinados por las características de su ciclo de vida, ya que mediante la reproducción asexual intramolusco que llevan al cabo, forman una gran cantidad de cercarias, las cuales llegan a los peces mediante el proceso de penetración; cinco de las especies que parasitan a los aterínidos adquirieron la infección de esta manera, por lo que el componente abundancia de la estructura de la comunidad, está dado por esta vía.

Por otra parte, para elucidar los factores que provocan las diferencias en la estructuración de las infracomunidades de helmintos para los aterínidos en todas las localidades, es necesario resaltar las diferencias existentes entre los cuerpos de agua donde se realizaron los muestreos, ya que características como las actividades antropogénicas (Orbe y Acevedo, 1995), el clima, calidad del agua, volumen y profundidad, junto con la concentración de materia orgánica disuelta, determinan la productividad y la riqueza específica de los lagos (Margalef, 1983).

De acuerdo con lo antes mencionado, la profundidad puede desempeñar un papel muy importante, ya que de ésta depende la distribución de la materia orgánica, la tasa de evaporación y variación de temperatura; además, la radiación y transparencia son cualidades que se encuentran relacionadas con la presencia de materia orgánica que procede de fuentes como la erosión, el azolvamiento y la fertilización como algunas de las determinantes de la riqueza específica de cualquier cuerpo de agua (Margalef, 1983).

---

<sup>39</sup> Moncayo, E. R. 1996.

<sup>7</sup> Flores, N. E. 1999.

A partir de lo anterior, se pueden explicar los valores en riqueza específica, abundancia y diversidad registradas entre los aterínidos. Los dos lagos que obtuvieron la mayor riqueza específica fueron Pátzcuaro y Cuitzeo; sin embargo, el primero de estos se considera un lago templado (Toledo *et al.*, 1980), en proceso de eutroficación (Bernal-Brooks, 1998) y debido a las cantidades de materia orgánica disuelta y de productores, quizá alberga una mayor cantidad de especies de invertebrados que son los hospederos intermediarios de varias de las especies de parásitos que lo habitan; además de que la profundidad provee una mayor cantidad de sitios con diferentes condiciones en donde se desarrollan hospederos y parásitos.

Por su parte, Cuitzeo está ubicado en un área con clima seco (García, 1973) y es un lago poco profundo, con grandes oscilaciones en su volumen en períodos cortos; se considera un lago eutrófico en vías de extinción (Cortés *et al.*, 1980), lo que provoca una variación en la cantidad de solutos presentes en él, factor que puede determinar que los invertebrados que tienen un papel de hospederos intermediarios se encuentren en determinadas zonas del lago o que presenten altas tasas de mortalidad. Ambos cuerpos de agua fueron los que presentaron la mayor cantidad de estados larvarios, lo que pone de manifiesto su estado de madurez, ya que de acuerdo con Price y Clancy (1983) los distintos patrones con respecto al número de larvas y adultos presentes en un sistema, está relacionado con el estado (oligotrófico-eutrófico) del cuerpo de agua. De esta forma, el mayor número de especies en estadio larvario puede ser el indicador de un proceso de eutroficación en ambos lagos. Lo anterior es reforzado por la presencia del nemátodo *Eustrongylides* sp., en estos dos cuerpos de agua, parásito que se había considerado de aparición esporádica entre los peces, principalmente en Pátzcuaro y que en los últimos años se ha reportado con un importante incremento tanto en su frecuencia de aparición como en su abundancia (Peresbarbosa, 1992<sup>47</sup>; Salazar, 1994<sup>3</sup>; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>), lo que se asocia a cambios en las condiciones de los lagos, atribuidos a su estado de madurez; de entre ellos resalta el aumento en las poblaciones de oligoquetos, primeros hospederos intermediarios en el ciclo de vida del nemátodo que son consumidos por los peces y éstos a su vez por aves, cerrando de esta manera el ciclo de vida; estas condiciones también propician más lugares de anidamiento para una gran cantidad de aves que son hospederos definitivos de diversos parásitos distribuidos en estas zonas y que están por lo tanto dispersándolos (Espinosa-Huerta *et al.*, 1996).

Los lagos de Zirahuén y Zacapu se consideran también templados (García, 1973), el

---

<sup>47</sup> Peresbarbosa, R. E. 1992.

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995

primero de carácter oligotrófico (Arredondo y Aguilar, 1987) y el segundo se considera estable (en comparación con los dos antes mencionados); por lo que al ser baja la cantidad de partículas disueltas, esto propiciaría que la diversidad de invertebrados que albergan disminuya al no encontrar alimento suficiente para mantenerse, lo que se refleja en la riqueza de helmintos, al disminuir los organismos que actúan como hospederos intermediarios.

Los dos lagos restantes (La Mina y Quechulac), exhiben características muy distintas ya que son los que tienen las profundidades más grandes (hasta 45 m); la escasa riqueza y diversidad en las infracomunidades está asociada a la naturaleza extrema de los mismos, caracterizada por altas concentraciones iónicas del agua y por el pobre contenido de nutrientes, mientras que la distribución de las especies es influida fundamentalmente por fuertes vientos secos y fríos que dominan esa región y las pronunciadas pendientes que rápidamente se sumergen (Ramírez y Novelo, 1984), lo que explica porqué los ensamblajes de los aterínidos tuvieron los valores más bajos para los parámetros antes mencionados.

Al comparar los resultados de este trabajo con los de estudios previos, realizados en algunos de estos lagos (Salazar, 1994<sup>3</sup>; Espinosa-Huerta *et al.*, 1996; Rojas *et al.*, 1997; Juárez, 1999<sup>6</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Galicia, 2001<sup>8</sup>), se encontró que las infracomunidades presentan semejanza en cuanto a lo ya mencionado, se trata de ensamblajes con una reducida riqueza y diversidad y de entre todos estos peces los godeidos destacan con los valores más altos para estos parámetros (Fig. 35), lo que se atribuye principalmente a los hábitos alimentarios de estos peces que tienen una dieta relativamente más amplia que las de otros peces, particularmente *Alloophorus robustus*, que se distribuye en toda la columna de agua con tendencia hacia el fondo, por lo que está expuesto a una gran cantidad de hospederos intermediarios, en comparación con los aterínidos que tienden a estar en las orillas de los lagos y otros hacia las zonas profundas.

Los resultados obtenidos por Pérez-Ponce de León *et al.* (2000) para los aterínidos del lago de Pátzcuaro muestran valores similares a los registrados por nosotros en las infracomunidades de helmintos. Asimismo, la especie dominante en las poblaciones de peces de ambos estudios fue *P. minimum*; sin embargo, la riqueza promedio para los tres aterínidos fue mayor en su trabajo (0.5-1.77) y la diversidad más alta para los ensamblajes de *C. attenuatum*. Estas diferencias se pueden atribuir principalmente a que hay entre cuatro y seis años de distancia entre los muestreos de los autores antes mencionados y los de este estudio, período en que al parecer se han acentuado una

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994.

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

<sup>8</sup> Galicia, G. S. 2001.

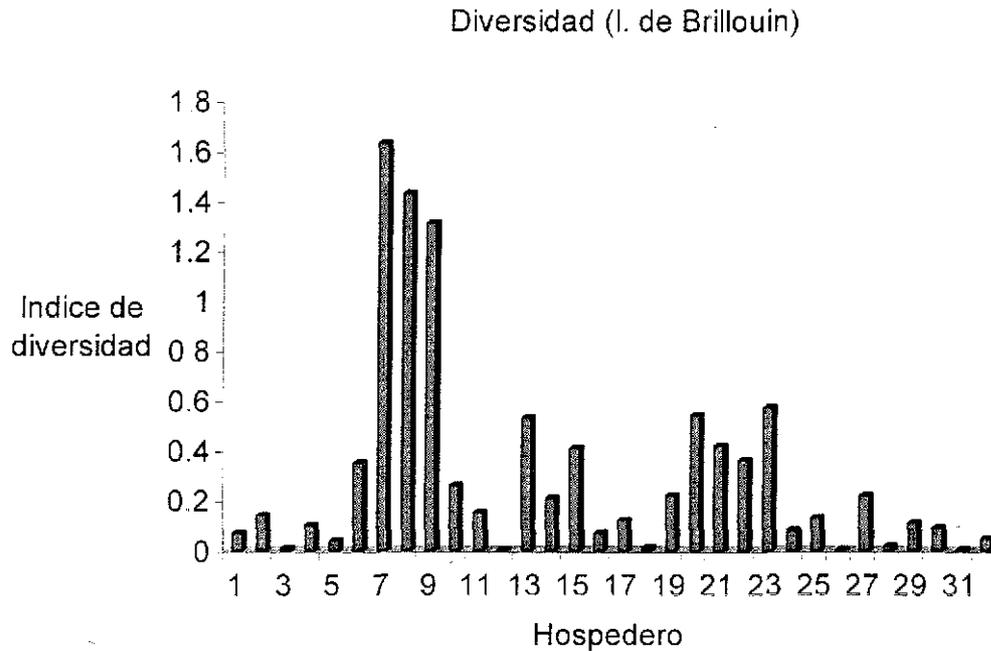


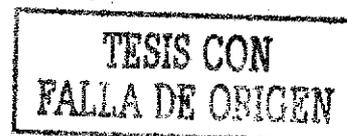
Figura 35 Gráfica en donde se representan los valores del Índice de diversidad de Brillouin en trabajos previos con ateriínidos. 1) *Chirostoma attenuatum*, 2) *C. estor*, 3) *C. grandocule* (Salazar, 1994<sup>3</sup>); 4) *Micropterus salmoides* (Ramos, A 1994<sup>52</sup>); 5) *C. attenuatum*, 6) *C. attenuatum* (Espinosa-Huerta et al., 1996); 7) *Allophorus robustus*, 8) *Goodea atripinnis*, 9) *Allootoca diazi* (Rojas et al., 1997); 10) *C. attenuatum*, 11) *C. estor*, 12) *C. grandocule*, 13) *A. robustus*, 14) *G. atripinnis*, 15) *A. diazi*, 16) *Algansea lacustris*, 17) *M. salmoides* (Pérez-Ponce de León et al., 2000); 18) *C. estor* (Juárez, 1999<sup>6</sup>); 19) *C. humboldtianum*, 20) *A. robustus*, 21) *G. atripinnis*, 22) *Xenotoca variata*, 23) *Hybopsis calientis* (Galicia, 2001<sup>8</sup>); 24) *C. attenuatum*, 25) *C. estor*, 26) *C. grandocule*, 27) *C. attenuatum*, 28) *C. estor*, 29) *C. jordani*, 30) *C. humboldtianum*, 31) *Poblana letholepis*, 32) *P. alchichica squamata* (Presente trabajo).

<sup>3</sup> Salazar, P. A. L. 1994

<sup>52</sup> Ramos, A. S. 1994. Helmintos parásitos de tres especies de peces introducidas al Lago de Pátzcuaro, Michoacán. México Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U N. A. M México 74 pp

<sup>6</sup> Juárez, G M L. 1999

<sup>8</sup> Galicia, G S. 2001.



serie de cambios ambientales que están repercutiendo en los ensamblajes de parásitos y hospederos.

Entre los que han determinado estas condiciones, podemos citar la disminución de la profundidad, resultado del azolvamiento que ha sufrido la zona por la tala inmoderada de bosques, la cual provoca que con las lluvias los sustratos vayan a depositarse al fondo; la turbidez del agua, ocasionada entre otras causas por la alimentación de algunos peces (carpas) y con ella la disminución de la productividad, pues impide el paso de luz para los productores del fondo y finalmente, el incremento de los nutrientes, particularmente del fósforo, que proviene de escurrimientos periféricos directos (suelo y fertilizantes) y encuentra su destino en los sedimentos del lago; la resuspensión del fondo referida antes, aumenta su presencia en la columna de agua, lo que genera grandes cambios en la estabilidad del lago a mediano y largo plazo (Zambrano, 2001).

Lo anterior podría explicar porqué helmintos que hasta hace pocos años eran de aparición constante en los registros, como es el caso de *P. tomentosa* (= *C. patzcuarensis*) y *Spiroxys* sp., que se mantuvieron presentes a lo largo del tiempo, por lo menos durante diez años (Osorio *et al.*, 1986b; Espinosa, 1993<sup>2</sup>; Salazar, 1994<sup>3</sup>; Peresbarbosa *et al.*, 1994; Meléndez y Rosas, 1995<sup>4</sup>), actualmente ya no se recolecten o su ocurrencia sea reducida; un ejemplo de esto fue referido por Moravec *et al.* (2000) al analizar una muestra de 110 peces (*C. estor*), colectando únicamente un individuo de esta especie.

Janovy *et al.* (1992), establecieron una generalización a la que se ajustan los resultados obtenidos en este trabajo: la presencia de un parásito en un hospedero es una prueba de que el ambiente físico y químico que éste provee es adecuado para albergarlo. Tanto los requerimientos de éste como las propiedades bioquímicas y fisiológicas del hospedero son manifestaciones de sus genotipos, resultado de la historia evolutiva, por lo que sugieren que la presencia de los parásitos en un hospedero es un fenómeno evolutivo, pero la estructura de los ensamblajes es un fenómeno ecológico que depende de los factores ambientales locales que controlan el encuentro de parásitos y hospederos.

Con base en lo anterior, las especies de helmintos que se registraron y que conforman las comunidades se pueden asociar a los aterínidos de la región a partir de la siguiente clasificación: 1) especialistas de aterínidos: *A. mexicanum* y *S. osorioi*; 2) generalistas de peces: *Diplostomum* (*Tylodelphys*) sp., *Pygidiopsis* sp., *Uvulifer* sp., *L. intestinalis*, *P. tomentosa*; 3) generalistas: *P. minimum*, *B. acheilognathi*, *P. brevis*, *Contracaecum* sp., *Eustrongylides* sp., *M. patzcuarensis* y 4)

<sup>2</sup> Espinosa, H. E. 1993.

<sup>3</sup> Salazar, F. A. L. 1994

<sup>4</sup> Meléndez, S. D. C. y M. Rosas G. 1995

especies para las que los peces actúan como hospederos paraténicos y/o accidentales: *Ochetosoma* sp. y Cyclophyllidea gen. sp.

En cuanto a los dos primeros grupos, la relación de los helmintos con los peces es de tipo histórico, derivada del hecho de que tanto parásitos como los hospederos son endémicos de esta cuenca (Barbour, 1973; Osorio *et al.*, 1986b; Choudhury y Pérez-Ponce de León, 2001); en cuanto al tercer grupo, la relación es más de tipo ecológico, ya que si bien los peces proveen ciertas condiciones para el establecimiento del parásito, influyen de manera determinante las condiciones del ambiente (factores abióticos) que favorecen la presencia de los hospederos intermediarios y por lo tanto, la de los helmintos, así como el carácter generalista de éstos, dado que tienen la capacidad de infectar a cualquiera de los cinco grupos de vertebrados y con ello amplían su dispersión en un cuerpo de agua; los mismos rasgos se pueden atribuir al último grupo, en donde el contacto es creado por la coexistencia en el hábitat y esta relación le permite al parásito permanecer en el ambiente y acceder a su hospedero definitivo para completar su ciclo de vida.

Por otra parte, los resultados del análisis de las infracomunidades de helmintos por épocas para los aterínidos de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén se ajustan al patrón propuesto por Kennedy *et al.* (1986) y Esch *et al.* (1990) Durante la temporada de lluvias en el lago de Pátzcuaro, los valores para los parámetros de riqueza, abundancia, diversidad y equidad fueron más altos, lo que puede explicarse a que en este tiempo aumentan las poblaciones de invertebrados que son hospederos intermediarios y de esta manera se facilita la infección; durante la época de secas estos valores se redujeron, siendo notorio este efecto sobre la riqueza.

En el lago de Zirahuén ocurrió lo contrario, los valores para estos parámetros fueron más altos, con excepción de la abundancia, durante la temporada de secas, aunque a diferencia de la otra localidad, la riqueza no varió drásticamente, lo que puede ser atribuido a que la estacionalidad afecta de diferente manera a cada cuerpo de agua debido al estado de madurez; los ensamblajes varían temporalmente pero no espacialmente dentro de una región; sin embargo, esta diferencia se puede interpretar empezando por buscar un origen ecológico (Janovy *et al.*, 1992).

El único trabajo que se tiene para comparar fue el realizado por Juárez (1999<sup>6</sup>) en *C. estor* de Zirahuén para la temporada de lluvias, la autora registró algunos de los valores más bajos hasta la fecha, sobretodo en el caso de los dos últimos parámetros: riqueza, abundancia promedio, diversidad y equidad (0.73, 2.87, 0.013 y 0.018, respectivamente), lo que atribuyó a la dominancia ejercida por las metacercarias de *P. minimum*, ya que solamente en una infracomunidad hubo una infección compartida.

---

<sup>6</sup> Juárez, G. M. L. 1999.

## 9. CONCLUSIONES

- En este trabajo se ratifica el registro helmintológico de seis especies de aterínidos pertenecientes a los lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro, Zacapu, Zirahuén y La Mina.
- Se establece por primera vez la helmintofauna de *Poblana alchichica squamata* del lago Quechulac, Puebla.
- Se realizó por primera vez el análisis de las helmintofaunas por temporadas en diferentes localidades y hospederos.
- Los tremátodos *A. mexicanum* en *C. humboldtianum* de Zacapu y *Ochetosoma* sp. en *C. jordani* de Cuitzeo, así como el céstodo *Cyclophyllidea* gen. sp., en el pez y lago antes mencionados, representan nuevos registros de hospedero y localidad
- Se ratifica el carácter especialista de *Allocreadium mexicanum* y *S. osorioi* hacia aterínidos.
- La mayoría de las especies del registro tienen ciclo de vida indirecto, nueve de ellas ingresaron de manera pasiva (ingestión), cinco de manera activa (penetración) y sólo una es de ciclo de vida directo.
- El registro helmintológico más amplio lo obtuvo *C. estor* de Pátzcuaro con diez especies, mientras que los aterínidos de los lagos poblanos, *P. letholepis* y *P. alchichica squamata* sólo registraron dos, en cada caso.
- El lago en que se registró el mayor número de especies de helmintos fue Pátzcuaro con diez, mientras que en La Mina y Quechulac, se colectaron únicamente dos en cada uno.
- El estudio por temporadas mostró que es durante las lluvias cuando se presentan una mayor cantidad de especies de helmintos y cuando éstas alcanzan los niveles más altos de prevalencia y abundancia, al favorecer las condiciones de esta época el incremento de poblaciones de invertebrados que actúan como hospederos intermediarios.
- Las especies que presentaron los valores más altos de prevalencia y abundancia fueron formas larvarias con carácter generalista, *Diplostomum (Tylodelphys)* sp., *P. minimum*, *Pygidiopsis* sp. y *Cyclophyllidea* gen. sp.
- Por primera vez se realizó el estudio de comunidades de helmintos en los peces *C. jordani*, *Poblana letholepis* y *P. alchichica squamata*
- Las infracomunidades de helmintos albergadas por los aterínidos se caracterizaron por ser depauperadas, poco diversas y con una alta dominancia ejercida por una especie, que en la mayoría de los casos fue la misma (*P. minimum*), en los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y La Mina.

- La similitud tanto cualitativa como cuantitativa a niveles intra e interespecífico en las infracomunidades, indican que se trata de ensamblajes que no pueden ser predecibles debido a los bajos valores alcanzados para éstos. Lo anterior es atribuible a la heterogeneidad de la composición del registro en cuanto a especies y número de individuos.

- Los patrones observados en la estructuración de las infracomunidades de helmintos se deben principalmente a los hábitos alimenticios de los peces, que promovieron la riqueza, ya que nueve especies de parásitos entraron por esta vía y al proceso de penetración seguido por las especies más representadas numéricamente, el cual fue determinante para la abundancia que lograron las formas larvarias de cinco taxa de tremátodos; lo anterior guarda estrecha relación con la historia evolutiva de los aterínidos que representan ambientes con similitudes físicas y químicas elevadas, siendo susceptibles a las mismas especies de parásitos; asimismo, el origen común de los cuerpos de agua muestreados, provee condiciones ecológicas similares para el desarrollo de las mismas especies de helmintos.

## 10. LITERATURA CITADA

- Alvarado, J. D., T. Zubieta R., R. Ortega M., A. Chacón T. & R. Espinoza G. 1985 Hipertroficación de un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). **Biológicas 1**: 1-22.
- Amin, O. M. 1985. Classification. *In*: D. W. T. Crompton & B. Nickol (Eds). **BIOLOGY OF THE ACANTHOCEPHALA**. Cambridge University Press, London. pp. 27-72.
- Amin, O. M. 1992. Review of the genus *Polymorphus* Lühe, 1911 (Acanthocephala: Polymorphidae), with the synonymization of *Hexaglandula* Petrochenko, 1950 and *Subcorynosoma* Hoklova, 1967 and a key to the species. **Qatar University of Science Journal 12**: 115-123.
- Anderson, R. C. 1992. **NEMATODE PARASITES OF VERTEBRATES THEIR DEVELOPMENT AND TRANSMISSION**. CAB International. Cambridge. 578 p.
- Anderson, R. C., A. G. Chabaud & S. Willmott. 1974. **CIH KEYS TO THE NEMATODE PARASITES OF VERTEBRATES**. CAB. England. Vol. 2, 3, 9.
- Arredondo, F. J. L. 1995. Los Axalapascos de la Cuenca Oriental, Puebla. *In*: De La Lanza, E. G. & J. L. García C. (Eds) **LAGOS Y PRESAS DE MÉXICO**. Centro de Ecología y Desarrollo. México. pp. 65-87.
- Arredondo, F. J. L. & C. Aguilar D. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en Lagos Mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. *In*: **CONTRIBUCIONES EN HIDROBIOLOGÍA**. U.N.A.M. pp. 91-134.
- Astudillo, R. L. & E. Soto G. 1997. Estudio helmintológico de *Chirostoma humboldtianum* y *Girardinichthys multiradiatus* capturados en el Lerma. **Zoología Informa. ENCB-IPN 35**: 53-59.
- Barbour, C. D. 1973. A Biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A species Fleck from the Mexican Plateau. **Copeia 3** (3): 533-555.
- Begon, M., J. L. Harper & C. B. Townsend. 1988. **ECOLOGÍA: INDIVIDUOS, POBLACIONES Y COMUNIDADES**. Omega. España. 886 p.
- Bernal-Brooks. F. W. 1998. The lakes of Michoacán (México): a brief history and alternative point of view. **Freshwater Biological Association 10**: 20-34.
- Bernal-Brooks. F. W., L. Davalos-Lind & O. T. Lind. 2001. Assessing trophic state of an endorheictropical lake: the algal growth potential and limiting nutrients. **Archiv für Hydrobiologie**. (En Prensa).

- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz & A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. **Journal of Parasitology** **83** (4): 575-583.
- Caballero, C.E. 1940. Sanguijuelas del Lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie: *Myzobdella patzcuarensis*. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología.** **15** (2): 449-464.
- Ceballos, C. G. J., M. Ortega R., N. Medina M., T. Martínez M., J. Rodríguez & S. González. 1994. ANÁLISIS LIMNOLÓGICO DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO. U. M. S. N. H. Morelia, Michoacán. 45 p.
- Chacón, T. A. & E. Muzquiz. 1991. El Lago de Zirahuén, Michoacán, México. Reconocimiento ambiental de una cuenca michoacana. **Biología Acuática 2**. Laboratorio de Biología Acuática. Esc. Biol. U.M.S.N.H. 30 pp.
- Chacón, T. A. & J. Alvarado D. 1995. El Lago de Cuitzeo. *In*: De La Lanza, E. G. & J. L. García C. (Eds). **LAGOS Y PRESAS DE MÉXICO**. Centro de Ecología y Desarrollo. México pp 117-127.
- Chacón, T. A., R. Pérez & E. Muzquiz. 1991. Síntesis Limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. **Biología Acuática 1**. Laboratorio de Biología Acuática. Esc. Biol. U. M. S. N. H. 48 p.
- Choudhury, A. & G. Pérez-Ponce de León. 2001. *Spinitectus osorioi* (Nematoda: Cystidicolidae) from *Chirostoma* spp. (Osteichthyes: Atherinidae) in lake Pátzcuaro, Michoacán, México. **Parasitology** **87** (3): 648-655.
- Daniels, B. A. & Sawyer, R. T. 1975. The biology of the leech *Myzobdella lugubris* infesting blue crabs and catfish. **Biology Bulletin**: 193-198.
- Deardorff, T. L. & R. Overstreet M. 1981. Review of *Hysterothylacium* and *Iheringasearis* (Both previously = *Thynnascaris*) (Nematoda: Anisakidae) from the Northern Gulf of Mexico. **Proceeding of the Biological Society of Washington** **93** (4): 1035-1079.
- De Buen, F. 1943. Los Lagos Michoacanos. **Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México.** **4** (1-2): 211-232.
- Dubinina, M. N. 1964. Cestodes of the family Ligulidae and their Taxonomy. **Proceedings Symposium of Parasitology. Worms and Aquatic Conditions**. Prague. pp. 173-186.
- Dubois, G. 1968. Le Genre *Diplostomum* von Nordmann, 1832 (Trematoda: Strigeida). **Bulletin of Society Neuchateloise de Science Naturelles.** pp.113-124.
- Esch, G. W., A. W. Shostak, D. J. Marcogliese & T. M. Goater. 1990. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. *In*: **PARASITE COMMUNITIES:**

- PATTERNS AND PROCESSES. Esch, G., A. Bush & J. Aho (Eds). Chapman and Hall. Londres. pp.1-19.
- Esch, G. W. & J. C. Fernández. 1993. A FUNCIONAL BIOLOGY OF PARASITISM: ECOLOGICAL AND EVOLUTIONARY IMPLICATIONS. Chapman & Hall. USA. 337 p.
- Espinosa-Huerta, E., L. García-Prieto & G. Pérez-Ponce de León. 1996. Helminth community Structure of *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Atherinidae) in two Mexican Lakes. **The Southwestern Naturalist**. **41** (3): 288-292.
- Espinosa, P. H., M. T. Gaspar & P. Fuentes M. 1993. LISTADOS FAUNÍSTICOS DE MÉXICO. III. LOS PECES DULCEACUÍCOLAS MEXICANOS. Instituto de Biología, U. N. A. M., México. 98 p.
- Fastzkie, J. S. & J. Crites L. 1977. A redescription of *Eustrongylides tubifex* (Nitzsch, 1819) Jägerskiöld, 1909 (Nematoda: Dioctophymatidae) from Mollards (*Anas platyrhynchos*). **Journal of Parasitology** **63** (4) 707-712.
- Flores, B. L. 1953. Céstodos de vertebrados I. **Ciencia**. **13** (1): 31-36.
- García, A. L., Pérez-Ponce de León, G. & L. García P. 1993. Contribución al conocimiento de la comunidad de helmintos de dos especies de anfibios endémicos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán: *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii*. **Cuadernos Mexicanos de Zoología** **1**: 73-80.
- García, E. 1973. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México. 246 p.
- García de León, F. 1985. Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacepede en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. **Boletín CIC** **8**. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- García, P. L., H. Mejía M. & G. Pérez-Ponce de León. 1987. Hallazgo del plerocercario de *Ligula intestinalis* (Cestoda) en algunos peces dulceacuícolas de México. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zool.** **58** (2): 887-888.
- García, P. L. & D. Osorio S. 1991. Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zool.** **62** (3): 523-526.
- Granath, W. O. & G. Esch W. 1983. Temperature and other factors that regulate the composition and infrapopulation densities of *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in *Gambusia affinis* (Pisces). **Journal of Parasitology** **69** (6): 1116-1124.

- Guzmán, C. M. C. & L. García P. 1999. Trematodiasis en algunos peces del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. **Revista de Biología Tropical** 47 (3): 585-587.
- Hoffman, G. L. 1960. Synopsis of Strigeoidea (Trematoda) of fishes and their life cycles. **Fishery Bulletin of the fish and wildlife Service** 60: 439-469.
- Hoffman, G. L. 1967. PARASITES OF NORTH AMERICAN FRESHWATER FISHES. University of California Press. Berkeley 486 p.
- Holmes J. C. 1990. Helminth communities in marine fishes. *In*: PARASITE COMMUNITIES PATTERNS AND PROCESSES. Esch, G., A. Bush & J. Aho (Eds). Chapman and Hall. London. pp. 101-130.
- Holmes, J. C. & P. W. Price. 1986. Communities of parasites. *In*: COMMUNITY ECOLOGY: PATTERNS AND PROCESSES. D. J. Anderson & J. Kikkawa (Eds). Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 187-213.
- Huacúz, E. D. del C. 2001. ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL GÉNERO *AMBYSTOMA* EN MICHOACÁN, MÉXICO. Universidad Mochoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Morelia, Michoacán. 44 p.
- Janovy, J. Jr., R. E. Clopton & T. J. Percival. 1992. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. **Journal of Parasitology** 78 (4): 630-640.
- Karmanova, E. M. 1968. Dioctophymidae of animals and man and diseases caused by them. *In*: FUNDAMENTALS OF NEMATOLOGY. Vol. XX. Academy of Sciences of the URSS(Translated and published for the U.S. Department of Agriculture). New Delhi. pp.123-125.
- Kennedy, C. R. 1990. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?. *In*: PARASITE COMMUNITIES: PATTERNS AND PROCESSES. Esch, G. W., A. O. Bush & J. M. Aho (Eds). Chapman & Hall. New York. pp. 131-156
- Kennedy, C. R., A. O. Bush & J. M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different?. **Parasitology** 93: 205-215.
- Khalil, L. F., A. Jones & R. A. Bray. 1994. KEYS TO THE CESTODE PARASITES OF VERTEBRATES. CAB International. Cambridge. 751 p.
- Krebs, C. J. 1989. ECOLOGICAL METHODOLOGY. Harper & Row, Publishers. New York. 654 p.

- Lamothe-Argumedo, R. & A. Cruz-Reyes. 1972. Hallazgo de *Ligula intestinalis* (Goeze, 1782) Gmelin, 1790 en *Lermichthys multiradiatus* (Meek). (Pisces: Goodeidae). **Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 13**: 99-106.
- León, R. V. 1992. Fauna helmintológica de algunos vertebrados acuáticos de la Ciénega de Lerma, México. **Anales del Instituto de Biología, U.N.A.M., Ser. Zoología 63** (1): 151-153.
- López, J. S. 1981. Céstodos de peces I. *Bothriocephalus (Clestobothrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). **Anales del Instituto de Biología, U.N.A.M., Ser. Zool. 51** (1): 69-84.
- Magurran, A. E. 1988. ECOLOGICAL DIVERSITY AND ITS MEASUREMENT. Princeton University Press. Princeton. 179 p.
- Margalef, R. 1983. LIMNOLOGÍA. Omega. Barcelona. 1010 p.
- Measures, L. N. 1988. Revision of the genus *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909 (Nematoda: Dioctophymatoidea) of piscivorous birds. **Canadian Journal of Zoology 66** (4):885-895.
- Meyer, A. 1932. ACANTHOCEPHALA. In: H. G. Brann's Klassen and Ordnungen des tier-Reichs, **Vol. 4**: 1-332 pp. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H.
- Meyer, M. C. 1940. A revision of the leeches (Piscicolidae) living on fresh-water fishes of North America. **Transactions of the American Microscopical Society 59** (3): 354-376.
- Moore, J. P. 1946. The anatomy and systematic position of *Myzobdella lugubris* Leidy (Hirudinea). **Notations of the National Academy of Natural Sciences of Philadelphia 184**: 1-12.
- Moravec, F. 1998. NEMATODES OF FRESHWATER FISHES OF THE NEOTROPICAL REGION. Academia. Praga. 464 p.
- Moravec, F., Aguilar-Aguilar, R. & Salgado-Maldonado, G. 2001. Systematic status of *Capillaria patzcuarensis* Osorio-Sarabia, Perez-Ponce de Leon et Salgado-Maldonado, 1986 (Nematoda, Capillariidae) from freshwater fishes in México. **Acta Parasitologica 46** (1): 8-11.
- Moravec, F.; G. Salgado-Maldonado & D. Osorio-Sarabia. 2000. Records of the bird capillariid nematode *Ornithocapillaria appendiculata* (Freitas, 1933) n. comb. from freshwater fishes in México, with remarks on *Capillaria patzcuarensis* Osorio-Sarabia et al., 1986. **Systematic Parasitology 45**: 53-59.
- Orbe, A. & J. Acevedo. 1991. Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Secretaría de Pesca. México.
- Orbe, M. A. & J. Acevedo G. 1995. El Lago de Pátzcuaro. In: De La Lanza, E. G. & J. L. García C. (Eds). LACOS Y PRESAS DE MÉXICO. Centro de Ecología y Desarrollo México. pp. 89-108.

- Osorio, S. D. 1983. Descripción de una especie nueva del género *Laurotravassoxyuris* Vigueras, 1938 (Nematoda: Syphaciidae) en peces de agua dulce de México. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 54 (1): 23-33.
- Osorio, S. D., G. Pérez-Ponce de León & L. J. García M. 1986a. Helmintos de peces en Pátzcuaro, Michoacán II. Estudio histopatológico de la lesión causada por metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en el hígado de *Chirostoma estor*. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 57 (2): 247-260.
- Osorio, S. D., G. Pérez-Ponce de León & G. Salgado. 1986b. Helmintos de peces del lago de Pátzcuaro, Michoacán, I: Helmintos de *Chirostoma estor* "el pescado blanco". Taxonomía. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 57 (1): 61-92.
- Panesar, S. T. & P. C. Beaver. 1979. Morphology of the advanced stage larva of *Eustrongylides wenrichi* Canavan, 1929 occurring encapsulated in the tissues of *Amphiuma* in Louisiana. **Journal of Parasitology** 65: 96-104.
- Pereira, B. 1992. SOME ASPECTS OF THE EPIDEMIOLOGY AND PREVENTION OF ANISAKIOSIS. León Spain, Junta de Castilla y León. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. 64 p.
- Peresbarbosa, R. E., G. Pérez-Ponce de León & L. García P. Helmintos parásitos de tres especies de peces (Goodeidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 65 (1): 201-204.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto. & B. Mendoza-Garfías 1992. Primer registro de la forma adulta de *Ligula intestinalis* en aves de México. **Anales del Instituto de Biología U.N.A.M., Ser. Zoología** 63 (2): 259-263.
- Pérez-Ponce de León, G., B. Mendoza G. & G. Pulido F. 1994. Helminths of the "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes; Atherinidae) from Patzcuaro lake, Michoacan, Mexico. **Journal of Helminthology Society of Washington** 61 (1):139-141.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García P., D. Osorio S. & V. León R. 1996. LISTADOS FAUNÍSTICOS DE MÉXICO VI. HELMINTOS PARÁSITOS DE AGUAS CONTINENTALES DE MÉXICO. Instituto de Biología, U.N.A.M. 100 p.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, V. León-Régagnon & A. Choudhury. 2000. Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. **Journal of Fish Biology** 57: 303-325.

- Pérez-Ponce de León, G.; F. A. Jiménez-Ruiz; B. Mendoza-Garfías & L. García-Prieto. 2001. Helminth parasites of garter snakes and mud turtles from several localities of the Mesa Central of Mexico. **Comparative Parasitology** 68 (1): 9-20.
- Pulido, F. G., 1994. Helminths of *Rana dunni* especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 65: 205-207.
- Ramírez, G. P. & R. A. Novelo. 1984. La vegetación acuática vascular de seis lagos cráter del Estado de Puebla, México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México** 46: 75-88
- Rohde, K. 1993. ECOLOGY OF MARINE PARASITES. CAB International. Wallingford. 298 p.
- Rojas, E. P., G. Pérez-Ponce de León & L. García P. 1997. Helminth community structure of some freshwater fishes from Patzcuaro; Michoacan, Mexico. **Tropical Ecology** 38 (1): 129-131.
- Rosas, M. M. 1970. "Pescado blanco (*Chirostoma estor*). Su fomento y cultivo en México". Secretaria de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Serie de divulgación. 79 p.
- Salgado, M. G. & D. Osorio S. 1987. Helminths of algunos peces del Lago de Pátzcuaro. **Ciencia y Desarrollo** 74 (13): 41-47.
- Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López & V. M. Vidal-Martínez. 1997. A checklist of metazoan parasites of cichlid fish from México. **Journal of Helminthology Society of Washington** 64 (2): 195-207.
- Salgado, M. G., S. Guillén H. & D. Osorio S. 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. **Anales del Instituto de Biología. U. N. A. M., Ser. Zoología** 57 (1): 213-218.
- Salgado, M. G. & C. R. Kennedy. 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, México. **Parasitology** 112: 581-590.
- Sawyer, R.T. 1986. Leech biology and behaviour. VOL. II. FEEDING, BIOLOGY, ECOLOGY AND SYSTEMATICS. Oxford University Press, Oxford. 793 p.
- Sawyer, R.T., A. Lawler R. & R. Overstreet M. 1975. Marine leeches of the Eastern United States and the Gulf of Mexico with a key to the species. **Journal of Natural History** 9: 663-667.
- Schmidt, G.D. 1986. HANDBOOK OF TAPEWORM IDENTIFICATION. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 675 p.
- Scholz, T. 1997. A revision of the species of *Bothriocephalus* Rudolphi, 1808 (Cestoda: Pseudophyllidea) parasitic in American freshwater fishes. **Systematic Parasitology** 36: 85-107.



- Scholz, T. 2001. **Comparative Parasitology**. (En prensa).
- Scholz, T., J. Vargas V., F. Moravec, C. Vivas R. & E. Mendoza F. 1996 Cestoda and Acanthocephala of fishes from cenotes (=sinkholes) of Yucatan, Mexico. **Folia Parasitologica** **43**: 141-152.
- Solórzano, P. A. 1961. Contribución al conocimiento de la Biología del "charal prieto" (*Chirostoma attenuatum* Jordan y Everman, 1896). Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industrias conexas. 70 p.
- Taylor, E. H. 1943 A new Amblystomid salamander adapted to brackish water. **Copeia** **3**: 151-156.
- Tamayo, P. & R. Juárez 1983. Monografía del Lago de Pátzcuaro. Delegación Federal de Pesca en el estado de Michoacán. SEPESCA.
- Toledo, V. M., V. Caballero, C. Mates, N. Barrera, A. Argueta & M. A. Núñez 1980. Los Purépechas de Pátzcuaro: una aproximación ecológica. **América Indígena**. **40** (1): 17-55.
- Travassos, L. 1926. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica. XX. Revisão dos acantocefalos brasileiros. Parte II. Família Echinorhynchidae Hamann, 1893. Sub-fam. Centrorhynchinae Travassos, 1919. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. **19**: 31-125.
- Van Cleave, H. J. 1916. A revision of the genus *Arhythmorhynchus* with descriptions of two new species from North American birds. **Journal of Parasitology** **2**: 167-174.
- Van Cleave, H. J. 1945. The status of the acanthocephala genus *Arhythmorhynchus* with particular reference to the validity of *A. brevis*. **Transactions of the American Microscopical Society**. **64**: 135-137.
- Vera, M. O. & L. M. O. A. Ortiz. 1980. Estudio de la diversidad del fitoplancton y su distribución vertical a lo largo de un ciclo anual y su relación con algunos parámetros físicos y químicos en el lago cráter de Alchichica, Puebla, México. Servicio Social de la División de CBS Departamento de Zootecnia, U. A. M. Iztapalapa. México.
- Yamaguti, S. 1934. Studies on the Helminth Fauna of Japan. Part. IV. Cestodes of Fishes **Japan Journal of Zoology**. **6** (1): 1-12.
- Yamaguti, S. 1961. SYSTEMA HELMINTUM. Vol. III. THE NEMATODES OF VERTEBRATES. Interscience Publishers, Inc. New York. 679 p.
- Yamaguti, S. 1971. SYNOPSIS OF DIGENETIC TREMATODES OF VERTEBRATES. Keigaku Publishing Co. Tokyo. Vol. I. 1074 p.
- Zambrano, L. 2001 Los peligros ocultos de la introducción de carpas en los lagos. **Ciencia y Desarrollo** **27** (160): 20-27.

Zamudio, S. 1992. La flora y vegetación de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, 1ª muestra. Los recursos vegetales de Michoacán INIFAP CIDEM, Gobierno del Estado, Instituto de Ecología A. C. SEDUE, SEP, Orquidario de Morelia, Centro de Convenciones y Universidad Michoacana de San. Nicolás de Hidalgo.

## APÉNDICE 1

La red agallera es de forma rectangular, constituida por un paño de red que lleva como elementos de flotación manojos de tule, guajes o envases de plástico, sólo las redes charaleras cuentan con plomos. Las redes agalleras utilizadas en el lago se pueden agrupar según el tamaño de la malla y la especie objeto de captura; hay cinco tipos de redes, para los aterínidos se utilizan las redes charaleras y para “pescado blanco”; la longitud de las redes varía de seis a 78 m.

El arte de pesca denominado chinchorro se practica mediante una red en forma de embudo, que por lo general rebasa los 100 m de largo; está formada por dos alas o brazos y una bolsa. Son redes de arrastre a las que se les aplica una fuerza de tracción que remolca la red, de manera que las alas con malla guían a los organismos al centro de la red, en donde se localiza un bolso fabricado con malla más pequeña.

## APÉNDICE 2

Tabla A. Ictiofauna del lago de Cuitzeo, Michoacán.

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Atherinidae	<i>Chirostoma jordani</i>	Nativa
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Introducida
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Introducida
	<i>Cyprinus carpio communis</i>	Introducida
	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Introducida
	<i>Alloophorus robustus</i>	Nativa
Goodeidae	<i>Goodea atripinnis</i>	Nativa
	<i>Skiffia lermæ</i>	Nativa
	<i>Xenotoca variata</i>	Nativa
	<i>Zoogeneticus quitzeoensis</i>	Nativa
Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i>	Nativa

Tomado de Sánchez (1997).

Tabla B Ictiofauna del lago de Pátzcuaro, Michoacán

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Atherinidae	<i>Chirostoma attenuatum</i>	Nativa
	<i>Chirostoma estor</i>	Nativa
	<i>Chirostoma grandocule</i>	Nativa
	<i>Chirostoma patzcuaro</i>	Nativa
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida
Cichlidae	<i>Tilapia rendalli</i>	Introducida
Cyprinidae	<i>Algansea lacustris</i>	Nativa
	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Introducida
	<i>Cyprinus carpio communis</i>	Introducida
	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Introducida
Goodeidae	<i>Alloophorus robustus</i>	Nativa
	<i>Allotoca vivipara</i>	Nativa
	<i>Goodea atripinnis</i>	Nativa
	<i>Neophorus diazi</i>	Nativa
	<i>Skiffia lermiae</i>	Nativa

Tomado de Espinosa (1993).

Tabla C. Ictiofauna del lago de Zacapu, Michoacán.

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Atherinidae	<i>Chirostoma humboldtianum</i>	Nativa
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida
Cyprinidae	<i>Algansea lacustris</i>	Introducida
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Introducida
	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida
	<i>Hybopsis calientis</i>	Nativa
Goodeidae	<i>Alloophorus robustus</i>	Nativa
	<i>Allotoca dugesi</i>	Nativa
	<i>Goodea atripinnis</i>	Nativa
	<i>Hubbsina turneri</i>	Nativa
	<i>Skiffia</i> sp.	Nativa
	<i>Xenotoca variata</i>	Nativa
	<i>Zoogoneticus quitzeoensis</i>	Nativa
Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i>	Nativa

Tomado de Medina (1993) y Moncayo (1996).

Tabla D. Ictiofauna del lago de Zirahuén, Michoacán.

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Atherinidae	<i>Chirostoma attenuatum</i>	Nativa
	<i>Chirostoma estor</i>	Nativa
	<i>Chirostoma grandocule</i>	Nativa
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida
Goodeidae	<i>Alloophorus robustus</i>	Nativa
	<i>Goodea atripinnis</i>	Nativa
	<i>Neophorus diazi</i>	Nativa
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Introducida

Tomado de Espinosa (1993).

Tabla E. Ictiofauna de tres lagos del Estado de Puebla.

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Atherinidae	<i>Poblana alchichica</i> (Lago Alchichica)	Nativa
	<i>Poblana letholepis</i> (Lago La Preciosa)	Nativa
	<i>Poblana squamata</i> (Lago Quechulac)	Nativa
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Lago Quechulac)	Introducida

Tomado de Arredondo (1995)