

08361  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS 2

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Análisis de la estructura de la comunidad de helmintos del "pescado blanco" (*Chirostoma estor*) en el Lago de Pátzcuaro, Mich., a lo largo de diez años.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A :

MARÍA ANTONIETA ARIZMENDI ESPINOSA

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARCOS RAFAEL LAMOTHE ARGUMENTO

MÉXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002



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 Luis y Daniela,  
con quienes construyo  
mi vida dia con dia*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Héctor Hernández, Director del Instituto de Biología, UNAM, por permitirme hacer uso de las instalaciones a su cargo

Al Dr. Fernando Álvarez, Jefe del Departamento de Zoología

Al proyecto de CONACYT No 27996N, sin cuyo financiamiento este trabajo no se hubiera realizado.

Al Dr. M. Rafael Lamothe Argumedo, director de este trabajo, por su ejemplo de constancia, paciencia y disposición incondicional para su revisión. También por el apoyo que siempre recibí no sólo en el aspecto académico, sino también en el personal.

Al Dr. Gerardo Pérez Ponce de León, Dra. Guillermina Alcaraz Z., Dra. Virginia León R., M. en C. Luis García Prieto y M. en C. David Osorio Sarabia, por formar parte del sínodo, por la revisión e invaluable sugerencias y comentarios realizados al escrito y sobretodo por brindarme su amistad y apoyo siempre.

Al Dr. Fernando Bernal-Brooks, por aceptar amablemente ser integrante del sínodo, por la valiosa revisión al trabajo y su interés por mejorarlo

A Agustín, Luis, Gerardo, Berenit, Moisés, Corina, Ana Laura, Sandra, Patricia, Hugo, David, Sol, Irma, Elisa, Elsa, Georgina por su participación en el trabajo de campo.

A Luis y a Gerardo, cuya motivación e incondicional apoyo sembraron en mí el deseo de finalizar esta tarea

A mis compañeros del Laboratorio de Helmintología, por su apoyo y amistad.

A mis padres Vicenta y Antonio, por su ejemplo de tenacidad y lucha por la vida

A Elba, Enrique y Valeria por estar conmigo siempre.

A Elvira Elena, por el afecto que siempre me ha mostrado

A Rafael, Alida, Leobardo, Carla, Alejandro, Elvira, Alejandro V., Alejandra y Cecilia.

A la memoria de Don Leobardo.

# INDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	7
III. OBJETIVOS	9
IV. AREA DE ESTUDIO	10
V. BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO	12
VI. METODOLOGÍA	
a) Procesamiento del material	14
b) Caracterización de las helmintiasis	15
c) Análisis de comunidades	15
VII. RESULTADOS	
Registro helmintológico y caracterización de las infecciones	18
Descripción de las comunidades	20
VIII. DISCUSIÓN	
Registro y caracterización de las helmintiasis	23
Análisis de comunidades	
Infracomunidades	26
Componente de comunidades	29
Análisis comparativo	31
IX. CONCLUSIONES	36
APÉNDICE 1	
APÉNDICE 2	
LITERATURA CITADA	39

## RESUMEN

El Lago de Pátzcuaro, Mich , alberga a una de las especies de peces endémicas más importantes del país, el "pescado blanco" (*Chirostoma estor*), cuya comunidad de parásitos fue estudiada en el presente trabajo al revisar un total de 650 peces a partir de muestreos anuales a lo largo de 10 años (1987 a 1996)

El registro helmintológico establecido para este hospedero, exclusivo del Lago de Pátzcuaro, está constituido por 10 especies pertenecientes a cinco grupos de helmintos: nemátodos, tremátodos, céstodos, acantocéfalos e hirudíneos

Adicionalmente, se caracterizó la infección producida por los parásitos, encontrando que *Posthodiplostomum minimum* es el helminto más importante por los mayores niveles de abundancia promedio y prevalencia registrados

El análisis de la estructura a nivel de infracomunidad y de componente de comunidad incluye dos categorías para cada caso: especies de helmintos intestinales y helmintos totales. Para ambos niveles y categorías, las comunidades resultaron pobres, muy poco diversas, con valores bajos de equidad y altamente dominadas. El parásito responsable de tales atributos fue *P. minimum* para el caso de las especies totales y para los dos niveles

Además, se discuten los factores que posiblemente intervinieron o influyeron en la estructuración de la comunidad de helmintos del "pescado blanco"

Por último, la estructura de la comunidad de parásitos de *C. estor* durante los 10 años de muestreo fue comparada contra la respectiva de los peces del lago que sobre el tema han sido estudiados, concluyendo que ambas coinciden con el patrón que ha sido descrito previamente para las comunidades de parásitos de peces dulceacuicolas

## I. INTRODUCCIÓN

La zona lacustre del estado de Michoacán es una de las más importantes del país y ha sido ampliamente estudiada considerando diversos factores: sociales, étnicos, culturales, biológicos, económicos, etc. Particularmente, el Lago de Pátzcuaro constituye uno de los sitios en el que la pesquería es una actividad complementaria como recurso comercial para la población. Pérez-Ponce de León (1986)<sup>1</sup> afirma que la pesca es una actividad prácticamente exclusiva, o al menos la más importante en varias comunidades tanto ribereñas como isleñas (Isla Tecuena, Yunuen, La Pacanda, Espíritu, Ichupio e Islas Urandenes). Toledo y Barrera-Bassols (1984), establecen a San Jerónimo, Erongarícuaro, San Andrés e islas como Janitzio, Urandén Morelos y Tecuena como las localidades con los más altos valores de producción pesquera anual en el lago.

En el Lago de Pátzcuaro habitan 14 especies de peces, de las cuales 10 son nativas y el resto introducidas (García de León, 1985; Arredondo y Aguilar, 1987) Las especies nativas están incluidas en tres familias:

Familia Atherinidae: *Chirostoma estor* ("pescado blanco")

*C. attenuatum* ("charal prieto")

*C. grandocule* ("charal blanco") y

*C. patzcuaro* ("charal pinto")

Familia Goodeidae: *Goodea atripinis* ("tiro")

*Allophorus robustus* ("chegua")

*Allotoca diazi* ("choromu")

*Skiffia lermae* ("tiro") y

*Allotoca dugesi* ("tiro")

Familia Cyprinidae: *Algansea lacustris* ("acúmara")

---

<sup>1</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 Profesional Facultad de Ciencias, UNAM 111 pp

Las cuatro especies introducidas son:

- Familia Centrarchidae: *Micropterus salmoides* ("lobina negra")  
Familia Cyprinidae: *Cyprinus carpio communis* ("carpa común") y  
Familia Cichlidae: *Oreochromis niloticus* ("mojarra") y *O. aureus*  
("tilapia")

Lizárraga y Tamayo (1990), afirman que a lo largo del tiempo se ha observado un bajo rendimiento en la pesquería del "pescado blanco", debido principalmente a la captura irracional y a factores ecológicos que han afectado este cuerpo de agua. En el primer caso, la pesca de crías y etapas jóvenes, impide que los peces lleguen a etapas reproductoras, lo que a su vez restringe la restitución continua de la población. Esta es una problemática que es resultado de prácticas inadecuadas de las artes de pesca, como el uso de "chinchorro", que favorece la captura de peces de tamaño pequeño (Pérez-Ponce de León, 1986)<sup>1</sup>. Dentro de los factores ecológicos, podemos citar los siguientes: a) introducción de especies exóticas, como es el caso de la "lobina negra" cuyos hábitos carnívoros le permiten establecer una importante competencia por recursos alimenticios con el "pescado blanco" desplazando y depredando a éste; b) la problemática intrínseca de la cuenca, pues este cuerpo de agua está sujeto a los aportes de agua de las lluvias y de mantos subterráneos. Sin embargo, recibe otro tipo de aportes como: azolves, desechos domésticos e industriales como aguas negras y fertilizantes, que han favorecido la eutroficación en sitios particulares como el embarcadero, provocando un "mosaico ambiental" dentro del lago (Bernal-Brooks, 2002)<sup>2</sup>; c) por último, aspectos extrínsecos como la ineficiencia en el funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas y otros de tipo legal y político complican aún más la dinámica de este ecosistema lacustre (Pérez-Ponce de León, 1992)<sup>3</sup>.

Debido a todo lo anterior, se han propuesto una serie de recomendaciones para intentar mejorar el manejo de las pesquerías de la zona con un enfoque socioeconómico que eleve

---

<sup>2</sup> Bernal-Brooks, W. F. 2002. La limnología del Lago de Pátzcuaro: una visión alternativa a conceptos fundamentales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. 170 pp.

<sup>3</sup> Pérez-Ponce de León, G. 1992. Sistemática del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la Posthodiplostomiasis en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.

las condiciones de vida de los núcleos sociales que dependen de este recurso; García de León (1985) propone las siguientes recomendaciones:

- Declarar la veda del “pescado blanco” de febrero a mayo (período reproductivo más intenso) y proteger las áreas de alevinaje mediante cercas, promoviendo el cultivo extensivo de la especie.
- Incluir en un programa general a las comunidades indígenas a participar en la conservación del recurso. Contemplar en estos programas alternativas económicas durante la veda, ya que la pesca representa el único modo de subsistencia de muchas familias.
- Controlar los disturbios ecológicos con ayuda de diversas instituciones interesadas en el mejoramiento ecológico de este importante cuerpo de agua
- Dar un uso integral al lago, mediante un adecuado control administrativo de las pesquerías en la región
- Valorar los programas de introducción de especies
- Implantar artes de pesca con las que se evite la captura masiva de ejemplares jóvenes y que faciliten una pesca selectiva de organismos por arriba de 25 cm. de longitud patrón, o sea de 3 años o más de edad para permitir el reclutamiento de la población (Lizárraga y Tamayo, 1990).
- Dar continuidad a los estudios sobre competencia ecológica, biología y dinámica de poblaciones de las especies que ayuden a entender el comportamiento de la ictiofauna en el Lago

En general, los trabajos realizados sobre este ecosistema lacustre han tenido como objetivo aportar información para contrarrestar los efectos dañinos que a lo largo del tiempo la actividad humana principalmente ha venido infligiendo.

Retomando la problemática del “pescado blanco” en cuanto a su pesquería, hay que mencionar el aspecto parasitológico, en particular de tipo helmíntico que afecta el recurso. El hecho de conocer los parásitos que alberga este aterinido y la manera en que éstos se estructuran para constituir una comunidad con características propias, antecede la posibilidad de prevenir, controlar y erradicar las parasitosis y sus efectos, aunque sólo bajo condiciones de cultivo; sin embargo, en condiciones naturales, la presencia y las relaciones

que los helmintos establecen con sus hospederos, son reflejo del estado que guarda como ecosistema bajo constante estudio.

### **Comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas**

Kennedy (1990), en su trabajo sobre comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas, describió cómo Dogiel y colaboradores (1961) llevaron al cabo una discusión detallada sobre la composición de la helmintofauna en peces dulceacuícolas y su relación con los factores físicos y químicos del agua, el tamaño del habitat y características biológicas como edad, dieta y migraciones de los hospederos. Dicho estudio constituye la base para el desarrollo que ha alcanzado en la actualidad la Ecología de parásitos en general

Por otro lado, Kennedy *et al.* (1986), señalaron que las comunidades de helmintos en peces de agua dulce son significativamente más pobres en cuanto al número de especies, abundancia y diversidad comparadas con las de otras clases de vertebrados, en particular aves y mamíferos. En el caso de los peces, estos autores consideran que la simplicidad del tubo digestivo ofrece menor número de sitios por ocupar, que su carácter ectotérmico favorece que los requerimientos metabólicos se satisfagan con una menor cantidad de alimento y por último, la limitada capacidad de estos hospederos para desplazarse grandes distancias implica una menor exposición a diversas infecciones, una menor variedad de presas y con ello una menor diversidad de hospederos intermediarios potenciales.

La dieta del hospedero como factor estructurador de gran parte de las comunidades de helmintos estudiadas hasta ahora, tiene gran importancia; de acuerdo a sus características, los consumidores generalistas ingieren gran diversidad de presas, lo cual favorece una elevada riqueza pero baja abundancia, es decir, incorporan un gran número de especies pero un reducido número de individuos de cada una de ellas. Por otro lado están los selectivos, cuya dieta está restringida a pocos o un solo tipo de alimento; dicha especialización lleva a obtener comunidades de parásitos menos ricas, con gran número de individuos por especie y por tanto menos diversas (Noble y Noble, 1989). Dogiel (1964) y Choudhury y Dick (2000) ejemplifican un gran número de casos en los que se ha observado una relación directa entre el tipo de alimento de diferentes hospederos y la composición de la fauna parasitaria de los mismos.

Adicionalmente, Esch (1971) enlistó otros factores determinantes en la estructuración de una comunidad de parásitos; entre ellos las características propias de la localidad, por ejemplo, el estado trófico de un lago, además de las particularidades en la dinámica poblacional y comportamiento de los peces presentes en el sitio; el citado autor concluyó que la relación establecida entre depredador - presa era un punto importante en el mantenimiento de cualquier ecosistema acuático. De la misma forma, las estrategias de colonización de los helmintos juegan un papel determinante en la composición de la comunidad. Esch *et al.* (1988) establecieron dos categorías para dichas estrategias: a) especies autogénicas, cuya madurez sexual alcanzan en peces, anfibios y reptiles; b) alogénicas, que lo hacen en el resto de los grupos de vertebrados. Estos últimos tienen un mayor potencial de colonización debido a su capacidad de traspasar barreras geográficas, lo cual lleva a un determinado arreglo de la comunidad de helmintos. Asimismo, otro factor importante es el grado de especificidad de los parásitos hacia los hospederos: a) los generalistas, que parasitan a diferentes especies de hospederos y por tanto poseen una mayor capacidad de transmisión; b) los especialistas, que invaden a una especie en particular y poseen por tanto, una transmisión restringida (Kennedy, 1990).

Desde la perspectiva de componente de comunidad, Brooks (1980) concluyó que el desarrollo y organización de una comunidad de helmintos se basa en su filogenia, y en la de sus hospederos, de tal manera que la mayoría de sus comunidades corresponden a unidades co - evolutivas.

Por otro lado, tanto Price (1980) como Kennedy *et al.* (1986), llegaron a la conclusión de que la comunidad de helmintos de peces, más que ser una organización estructurada, es el resultado de eventos de colonización de tipo azaroso influenciados por la ecología del ambiente y del hospedero. Janovi *et al.* (1992) reconocieron la influencia de ambos factores (ecológicos y evolutivos) sobre la riqueza de este tipo de asociaciones.

Finalmente, también se ha sugerido que los peces más primitivos filogenéticamente y los de latitudes tropicales poseen comunidades de helmintos más ricas (Kennedy, 1995; Salgado-Maldonado & Kennedy, 1997). A este respecto, Pérez-Ponce de León *et al.* (2000) discutieron la importancia de la localización del Lago de Pátzcuaro sobre el Eje Neovolcánico, que constituye una región transicional entre las zonas Neártica y

Neotropical, lo cual determina la presencia de una fauna ictiológica característica que incluye un alto grado de endemismos y que tiene gran importancia en el estudio del origen biogeográfico de los peces, de los procesos de co-evolución entre éstos y sus parásitos.

## II. ANTECEDENTES

Los estudios sobre el “pescado blanco” (*Chirostoma estor*) en el lago han sido numerosos y diversos en cuanto a los temas. Desde el punto de vista parasitológico se han abarcado distintos aspectos; uno de los primeros fue establecer el registro helmintológico de este hospedero. Posteriormente, surgieron otros estudios sobre ecología de parásitos, que adquirieron importancia sobre todo, en los últimos quince años. Se inició así, un trabajo ordenado y constante sobre esta misma línea, con el único propósito de reestablecer las condiciones adecuadas para preservar este recurso íctico en el lago. Como primer paso hacia esta meta y adicionalmente a registrar las especies de parásitos que albergaba este hospedero, se realizaron caracterizaciones sobre las infecciones que afectan a este importante recurso pesquero. El resultado forma parte de las investigaciones realizadas por: Caballero (1940), Flores-Barroeta (1953), López (1985)<sup>4</sup>, Vilchis (1985)<sup>5</sup>, Osorio *et al.* (1986a), Salgado *et al.* (1986), Salgado y Osorio (1987), Guillén-Hernández (1989)<sup>6</sup>, Pérez-Ponce de León (1986, 1992)<sup>1,3</sup>, Meléndez y Rosas (1995)<sup>7</sup>.

Recientemente, Choudhury y Pérez-Ponce de León (2001) estudiaron la sistemática de *Spinitectus osorioi*, helminto del “pescado blanco”.

Por su parte, Osorio *et al.* (1986b) y Pérez Ponce de León (1986, 1992)<sup>1,3</sup> abordaron los efectos patológico y epidemiológico que ejercen los parásitos.

### Comunidades de helmintos en peces del lago de Pátzcuaro

De forma más particular, a partir de la década de los 90's, se inicia el estudio sobre las comunidades de parásitos de los peces, tanto nativos como introducidos, que habitan el

<sup>4</sup> López, J. S. 1985. Estudio taxonómico de algunos hirudínicos de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 182 pp.

<sup>5</sup> Vilchis, O. R. 1985. Contribución al conocimiento de los helmintos endoparásitos del “pescado blanco” *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. U.A.E.M. Cuernavaca, Mor. 72 pp.

<sup>6</sup> Guillén-Hernández, S. 1989. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi*, Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 66 pp.

<sup>7</sup> Meléndez, S. D. C. y G. M. Rosas. 1995. Algunos aspectos ecológicos de las helmintiasis que afectan a las especies de peces endémicas del lago de Pátzcuaro, Mich. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 83pp.

Lago de Pátzcuaro (Ver: **I. INTRODUCCIÓN**). Los trabajos sobre este tema fueron abordados por: Salazar (1994)<sup>8</sup>; Ramos-Angeles (1994)<sup>9</sup>, Espinosa *et al.* (1996), Rojas *et al.* (1997) y Pérez -Ponce de León *et al.* (2000). Es importante mencionar que el primer autor es el único que ha descrito la comunidad de parásitos de un hospedero particular a lo largo de un periodo de cuatro años, mientras que el resto lo ha hecho mediante muestreos puntuales. Los citados autores concluyeron que las comunidades de helmintos de estos hospederos son de tipo depauperado, pues exhiben niveles muy bajos de abundancia, riqueza y diversidad, además de un alto grado de dominancia, ejercido en la mayoría de ellas por *Posthodiplostomum minimum*. Los factores asociados a dicha estructura son:

1. La dieta de los hospederos, de tipo no selectivo o restringido
2. La exposición de hospederos a helmintos con ciclo de vida directo, cuyas las estrategias de transmisión y colonización repercuten directamente con su potencial de dispersión
3. La abundancia de aves ictiófagas.
4. Las condiciones bióticas y abióticas de los cuerpos de agua.
5. Los eventos de transfaunación.
6. La susceptibilidad diferencial entre hospederos a ser infectados por distintas especies de helmintos y el grado de especificidad hospedatoria de los parásitos
7. Factores filogenéticos y en general, una combinación de aspectos ecológicos tanto históricos como contemporáneos.

El tipo de estructura reportada por los autores arriba mencionados para las comunidades de parásitos, coincide con la descrita en trabajos previos para peces dulceacuícolas (Kennedy *et al.*, 1986; Kennedy, 1990; Esch *et al.*, 1988 y Esch y Fernández, 1993), en donde concretamente identifican como factores determinantes: a) la condición fisiológica (endo/ ectotérmica) y el grado de complejidad del tubo digestivo del hospedero; b) su capacidad de desplazamiento; c) la dieta amplia o reducida; d) el tipo de

---

<sup>8</sup> Salazar, P. A. L. 1994. Estudio comparativo de las comunidades de helmintos en tres especies de atherinidos del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 56 pp.

<sup>9</sup> Ramos-Angeles, S. 1994. Helmintos parásitos de tres especies de peces introducidas al lago de Pátzcuaro, Mich. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 74 p.

alimentación no selectiva o restringida y c) la exposición de hospederos a parásitos con ciclo de vida directo o indirecto.

### III. OBJETIVOS

- 1 Describir la estructura de la infracomunidad y del componente de comunidad de helmintos del “pescado blanco” (*Chirostoma estorj*) del Lago de Pátzcuaro, Mich., a lo largo de 10 años de muestreo.
2. Analizar los factores que pudieran determinar dicha estructura.
- 3 Con base en atributos como riqueza y abundancia, determinar el grado de estabilidad registrado en la comunidad de helmintos de la especie íctica mencionada y de ésta forma, asociar a su estructura un valor predecible

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

alimentación no selectiva o restringida y c) la exposición de hospederos a parásitos con ciclo de vida directo o indirecto.

### III. OBJETIVOS

- 1 Describir la estructura de la infracomunidad y del componente de comunidad de helmintos del “pescado blanco” (*Chirostoma estorj*) del Lago de Pátzcuaro, Mich., a lo largo de 10 años de muestreo.
2. Analizar los factores que pudieran determinar dicha estructura.
- 3 Con base en atributos como riqueza y abundancia, determinar el grado de estabilidad registrado en la comunidad de helmintos de la especie íctica mencionada y de ésta forma, asociar a su estructura un valor predecible

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV. AREA DE ESTUDIO

El Lago de Pátzcuaro, con 90 km<sup>2</sup> de superficie, forma parte de una cuenca de tipo endorréico, cuya área de 934 km<sup>2</sup> fue originada por la combinación de eventos tectónicos y volcánicos. Está localizado en la región Centro - Norte del estado de Michoacán, a 19° 32'-19° 42' de latitud norte y 101° 32'-101° 42' de longitud oeste; entre los límites de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Figura 1) La altitud del cuerpo de agua es de 2035 m s n m.

El lago contiene un volumen de 500 millones de m<sup>3</sup>, con una profundidad promedio de 4.7 m. y una máxima de 9.4 m (Bernal-Brooks, 2002)<sup>2</sup>.

El clima de la región corresponde a C(W) (w)b (e)g, templado con lluvias en verano (García, 1973). La temperatura media anual es de 16.4° C, la máxima de 37° C y la mínima de 5° C. Dos periodos climáticos anuales alternan: el de sequía (de noviembre a abril), con una precipitación pluvial de 5 - 40 mm y el de lluvias (de mayo a octubre) con precipitación de 75 - 240 mm., con una total anual de 1041 mm

#### Flora y fauna.

Lot y Novelo (1988) han señalado la presencia de 20 especies divididas en cuatro categorías:

1 - Hidrófitas enraizadas sumergidas, mismas que se encuentran ancladas en el sedimento y cuyas partes vegetativas se presentan inmersas. Las especies mejor representadas son: *Najas guadalupensis*, *Ranunculus dichotomus*, *Utricularia vulgaris*, *Potamogeton illinoensis*, *Scirpus* sp, *Typha* sp

2.- Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes, forma de vida enraizada al sustrato y hojas postradas sobre la superficie del agua. Las especies características son: *Nitella mexicana*, *Eleocharis montevidensis* y *Ceratophyllum demersum*.

3 - Hidrófitas enraizadas emergentes, plantas fijas al sustrato, con gran parte del tallo, hojas y estructuras sexuales manteniéndose sobre la superficie: *Scirpus californicus*, *Scirpus validus*, *Typha dominguensis* y *T. latifolia*.

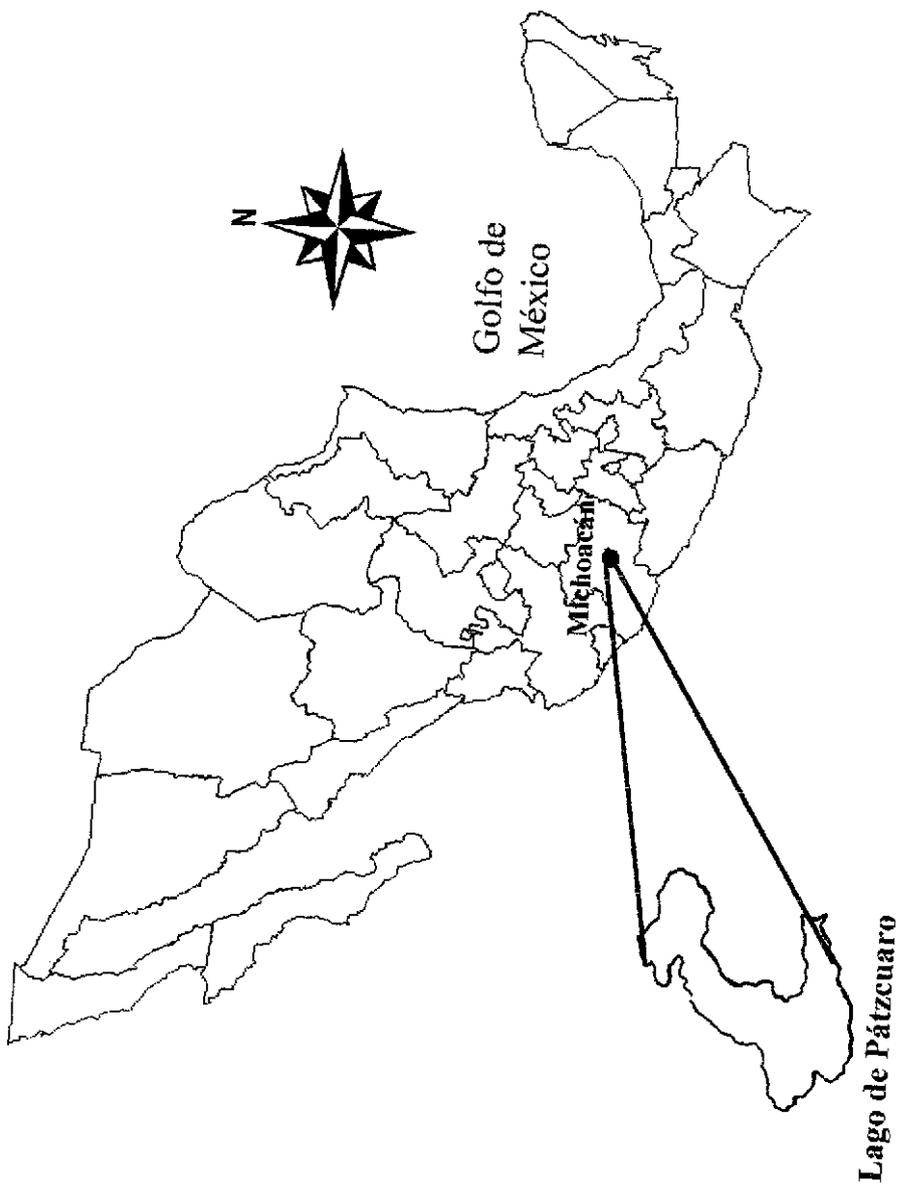


Figura 1. Localización del área de estudio

4.- Hidrófitas libremente flotadoras, aquellas cuyo cuerpo completo vaga flotando :  
*Lemna gibba*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia brasiliensis*, *Wolffiella lingulata*, *Eichhornia crassipes*

El lago es rico en fitoplancton, constituido por: diatomeas, dinoflagelados, cianofíceas, clorofíceas, criptofíceas y pirrofíceas. El zooplancton a su vez, está representado por: rotíferos, crustáceos, moluscos, insectos, hirudíneos, ectoproctos, hidrozoarios y esponjas (Chacón *et al.*, 1991).

En cuanto a vertebrados, el grupo de anfibios está representado por: "achoques" (*Ambystoma dumerilii*) y ranas (*Hyla eximia* y *R. dunnii*); dentro de los reptiles: la tortuga *Kinosternon hirtipes hirtipes* y culebras *Thamnophis melanogaster canescens* y *T. eques eques* (Duellman, 1961; *In*: Berlanga, 1993)<sup>10</sup>. Para la misma zona, se han descrito 155 especies de aves, siendo las más importantes: la "garza morena" (*Ardea herodias*), la "garza blanca" (*Egretta thula*), la "garza real" (*Casmerodius albus*), los patos (*Anas diazi*, *A. acuta* y *A. platyrhynchos*), la "gallareta" (*Fulica americana*), el "colibri" (*Cyananthus latirostris*), la "golondrina" (*Tachycineta albilinea*), el "jilguero" (*Myadestes obscurus*) y el "junco" (*Junco phaeonotus*) (Salas, 1986; *In*: Berlanga, 1993)<sup>10</sup>.

Por último, los mamíferos más comunes son: el murciélago *Glossophaga soricina*, el tlacuache *Didelphis marsupialis*, el mapache *Procyon lotor*, el zorrillo *Mephitis macroura*, el coyote *Canis latrans*, la ardilla *Citellus variegatus*, el conejo *Silvilagus floridanus* y el armadillo *Dasybus novemcinctus* (Hall y Villa, 1950; *In*: Berlanga, 1993)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Berlanga, R. C. 1993. Contribución al conocimiento de las comunidades de peces del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U N A M. 88 pp.

## V. BIOLOGIA DEL HOSPEDERO

El "pescado blanco" es uno de los atherinidos con mayor importancia económica por su gran demanda en el mercado, lo cual se ha reflejado en una sobreexplotación del mismo (Lizárraga y Tamayo, 1990)

La familia Atherinidae es la ictiofauna dulceacuícola más representativa de México, con varios géneros y especies, cuyos ejemplares pequeños (menos de 15 cm.) son conocidos como "charales" y los de tallas mayores como "pescados blancos" (Rosas, 1976). Los principales sitios de captura del recurso en el Lago de Pátzcuaro son: San Jerónimo, San Andrés y Las Islas Janitzio, Uranden Morelos y La Pacanda (Pérez - Ponce de León, 1986)<sup>1</sup>

*Chirostoma estor* se caracteriza por ser de talla media, con una longitud promedio de 18.32 cm (Lizárraga y Tamayo, 1990). Comprimidos lateralmente y fusiformes, tienen cabeza grande y triangular; con boca amplia y dirigida hacia arriba, es decir, que la mandíbula inferior se extiende ligeramente más allá de la superior; dientes pequeños e insertados anteriormente sobre las mandíbulas. Las escamas predorsales son pequeñas con márgenes lanceoladas y las de la línea lateral presentan canales. Son de color azul o verde olivo en el dorso, con la banda longitudinal amplia y plateada; el vientre es traslúcido o blanco iridiscente (De Buen, 1944; Barbour, 1973). Peces neárticos, propicios de aguas templadas, claras o medianamente turbias (Rosas, 1976) (Fig. 2)

La alimentación del "pescado blanco" es variable según su edad; cuando son alevines su alimento principal lo constituyen protozoarios, rotíferos y microcrustáceos. En las etapas jóvenes ingieren dípteros, cladóceros, ostrácodos, anfípodos e isópodos. Finalmente, en estado adulto consumen otros peces, insectos, crustáceos de mayor tamaño como anfípodos y decápodos (Rosas, 1970; García de León, 1985).

Este pez es ovíparo, con una actividad reproductiva que es continua anualmente, pero con un período más intenso de enero a junio y con desoves observados de febrero a mayo. Al parecer, la etapa reproductiva se inicia cuando los machos alcanzan una talla mínima de 108 mm y las hembras 149 mm. Se ha observado que la zona norte del Lago, que se caracteriza por aguas más claras, oxigenadas y poco agitadas es la que el "pescado blanco" elige para los desoves, particularmente la parte noroeste, donde las orillas tienen un suave

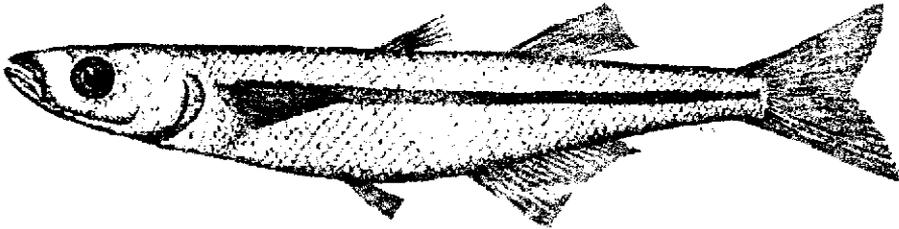


Figura 2. *Chirostoma estor*, “pescado blanco de Pátzcuaro”

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

declive, una profundidad de 130 m y el suelo es arenoso con plantas sumergidas y pequeñas piedras cubiertas por algas filamentosas (Rosas, 1970).

## VI. METODOLOGÍA

### a) Procedencia del material

Los parásitos fueron recolectados de 650 peces (*Chirostoma estor*) obtenidos de la captura comercial efectuada en el lago. Los muestreos se realizaron uno por año, siendo en total 10, de 1987 a 1996

#### *Examen helmintológico general*

A cada ejemplar se le practicó una revisión externa e interna para cuantificar e identificar a los helmintos. La revisión externa consistió en observar cuidadosamente la superficie del cuerpo (aletas, escamas) y orificios (boca, ano y opérculos, incluyendo arcos branquiales). Para el examen interno, se realizó una incisión ventral sobre la línea media desde el ano hasta la altura de las branquias. Posteriormente, se extrajeron los órganos y vísceras de la cavidad abdominal, misma que también fue cuidadosamente examinada. Los ojos fueron retirados de sus cavidades, así como el cerebro del cráneo. Todo el material fue colocado en cajas de Petri con solución salina al 0.6 %

Las técnicas para la revisión fueron diversas según el tipo de órgano, aunque en todos los casos bajo el microscopio estereoscópico: el cerebro e hígado fueron comprimidos entre dos vidrios; ojos, mesenterio e intestino se desgarraron con ayuda de agujas de disección y por último los arcos branquiales fueron separados lamela por lamela con ayuda de un pincel. La localización y el número de parásitos se registraron en hojas de campo con información general sobre la localidad, hospedero y colector. Sobre el hospedero, se registraron la longitud total, el peso y el sexo (Apéndice 1)

#### *Identificación de parásitos y consideraciones adicionales*

La identificación de los helmintos se realizó *in situ*, colectándose material sólo en caso de no haber logrado su determinación taxonómica en vivo. En este último caso, la fijación, tinción y montaje siguieron las técnicas utilizadas comúnmente en helmintología (Lamothe, 1997).

La identificación de los parásitos se realizó consultando las claves especializadas para cada grupo de helmintos o las descripciones originales correspondientes: Yamaguti (1971) para los tremátodos; Schmidt (1986) para céstodos; Salgado (1980) para acantocéfalos; Yamaguti (1961) para nemátodos y Caballero (1940) para hirudíneos.

Las especies recolectadas fueron clasificadas de acuerdo con los siguientes criterios:

Especies autogénicas y alogénicas

Especies generalistas y especialistas (Ver INTRODUCCIÓN)

b) Caracterización de las helmintiasis

Los parámetros ecológicos utilizados para dicha caracterización fueron los establecidos por Margolis *et al.* (1982):

Prevalencia, representa el porcentaje de hospederos infectados por una especie de parásito en una muestra dada

Abundancia promedio, es el número promedio de parásitos de una especie que alberga cada hospedero revisado

Intensidad promedio, corresponde al número promedio de parásitos de una especie por cada hospedero infectado.

Intervalo de intensidad, que representa al número de parásitos máximo y mínimo recuperados del total de la muestra.

c) Análisis de comunidades

Este análisis fue llevado a cabo tanto para las especies intestinales como para las que se encontraron en el total de órganos revisados, debido a que en muchos de los trabajos sólo se toman en cuenta especies intestinales dando por hecho que este órgano es el que alberga una mayor cantidad de parásitos, sin embargo, en este estudio el 60 % de las especies registradas se localizaron en un sitio diferente del intestino.

El estudio sobre la comunidad de parásitos se realizó a dos niveles: infracomunidad y componente de comunidad; Bush y Holmes (1986) definieron estos términos refiriéndose al primero de ellos como las poblaciones de todas las especies de helmintos en un hospedero individual, y al segundo, como todas las infracomunidades en una muestra de hospederos

Las jerarquías anteriores involucran atributos ecológicos como riqueza y abundancia, que se refieren al número de especies presentes y al número de individuos por especie respectivamente. Otros atributos se señalan a continuación:

\* Diversidad, obtenida a través del índice de Brillouin (Magurran, 1988) que se utiliza para comunidades totalmente censadas, mide su homogeneidad y es sensible a la presencia de especies raras. Sus valores varían de 0 - 5 aproximadamente y la medida es proporcional a la diversidad, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$HB = \ln N! - \sum \ln n_i! / N$$

donde N = número total de individuos en la muestra

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

Este índice es el más ampliamente utilizado, lo que permite establecer comparaciones siguiendo una misma referencia;

\* Equidad, obtenido para el índice de Brillouin, indica la proporción que cada individuo de las diferentes especies de parásitos representa en la muestra. Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$EHB = HB / HB \text{ máx}$$

HB = Índice de Brillouin

HB máx = índice de Brillouin máximo

Tanto la diversidad como la equidad fueron calculadas con el programa Ecological Methodology (Krebs, 1989). Este programa proporciona automáticamente los valores de ambos atributos a través del Índice de Shannon, cuyos datos se presentan en las Tablas 1', 2' y 3' con fines exclusivamente comparativos con otros trabajos.

\*Dominancia, se calculó a través del índice Berger - Parker, que refleja la medida en que una o más especies dominan numéricamente a niveles de infracomunidad y componente de comunidad, la fórmula es:

$$B-P = N_i \text{ máx} / N$$

$N_i$  = número máximo de individuos de una especie

N = número total de individuos

\* Similitud, calculada a nivel de componente de comunidad. Para el caso de la similitud cuantitativa, se obtuvo la abundancia proporcional ( $P_i$ ) de cada especie de helminto recolectada en cada muestreo, sumándose después los valores  $P_i$  mínimos de cada par de las especies de parásitos compartidos (Holmes y Podesta, 1968).

Para obtener la similitud cualitativa, se usó el coeficiente de Sorensen y se calculó con el programa Symilar (Krebs, 1989), que considera "presencia" y "ausencia" de las especies por cada par de muestras con base en la siguiente fórmula:

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

donde  $j$  = número de especies que comparten ambas muestras

$a$  = número de especies presentes en la muestra A

$b$  = número de especies presentes en la muestra B

Los valores de ambos tipos de similitud van de 0 a 1 siendo este último el valor máximo

## VII. RESULTADOS

### Registro helmintológico y caracterización de las infecciones

La Tabla 1 muestra el registro de las especies de helmintos encontrados en el "pescado blanco". En total, dicho registro lo constituyen 10 especies de helmintos distribuidas en 5 grupos. Dentro de los tremátodos, se encontraron tres especies, dos en estado de metacercaria: *Posthodiplostomum minimum* y *Diplostomum* sp. y una en estado adulto *Allocreadium mexicanum*; dos especies de céstodos, una como adulto *Bothriocephalus acheilognathi* y un plerocercario del orden Proteocephalidea gen. sp.; un acantocéfalo en etapa de cistacanto *Polymorphus brevis*; tres nemátodos, dos adultos: *Spinitectus osorioi* y *Pseudocapillaria tomentosa* (= *Capillaria patzcuarensis*) y la larva de *Eustrongylides* sp.; finalmente un hirudíneo adulto: *Myzobdella patzcuarensis*.

Las diez especies de parásitos se presentan simultáneamente sólo en un año (1990), mientras que en 1996 se recolectaron cuatro. Por otro lado, la presencia de dos especies fue constante a lo largo de todo el período: *P. minimum* y *P. brevis*; *Pseudocapillaria tomentosa* y *A. mexicanum* se registraron en 8 muestreos; *Diplostomum* sp. y *Eustrongylides* sp., lo hicieron en 7 y 6 años respectivamente. Los proteocefálicos e hirudíneos fueron los organismos con menor presencia en las muestras, apareciendo los primeros en 4 años y los últimos en 5.

Del total de especies, cinco se recolectaron en estado larvario, lo cual les confiere un carácter alogénico a 4 de ellas (*P. minimum*, *Diplostomum* (T.) sp., *P. brevis* y *Eustrongylides* sp.), puesto que éstas cierran su ciclo de vida en hospederos fuera del ambiente acuático (todas ellas en aves); el plerocercario es un parásito autogénico, ya que completa su ciclo en hospederos acuáticos; en el lago se ha registrado a *Proteocephalus pusillus* parasitando peces (Mejía, 1987)<sup>11</sup>, *P. filaroides* en anfibios (Pulido, 1994) y *P. variabilis* en reptiles (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2001). El resto de las especies son

<sup>11</sup> Mejía, M. H. 1987. Helmintofauna del "tiro" *Goodea atripinnis* Jordan 1880, en el Lago de Patzcuaro, Michoacán. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en sus hospederos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U N A M. 122 pp.



Tabla 1. Registro helmintológico del "pescado blanco" (*Chirostoma esior*) en el Lago de Pátzcuaro.

Helminto	1987 N= 76	1988 N= 105	1989 N= 54	1990 N=93	1991 N= 57	1992 N= 95	1993 N= 45	1994 N= 50	1995 N= 45	1996 N= 30
<b>TREMATODA</b>										
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Met/ Al/FL/Me/O/Ce										
<i>Diplostomum</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X			
Met/ Al/ Ce										
<i>Allocreodinium mexicanum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ad/ Au/ Int										
<b>CESTODA</b>										
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ad/ Au/ Int										
Proteocephalídea gen.										
Pler/ Au/ Me										
<b>ACANTHOCEPHALA</b>										
<i>Polymorphus brevis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cist/ Al/ Me										
<b>NEMATODA</b>										
<i>Spinitectus osoroti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ad/ Au/ Int										
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	
Ad/ Au/ Int										
<i>Eustrongylides</i> sp.										
L/ Al/ Me										
<b>HIRUDINEA</b>										
<i>Myrobella patzcuarensis</i>	X	X	X	X						X
Ad/ Au/ Sup. Corp.										

Ad= adulto, L= larva; Cist= cisticanto; Pler= plerocercario; Met= metacercaria, Al= alogénico, Au= autogénico; H= hígado, Me= mesentero, O= ojo, Ce= cerebro; Int= intestino; Sup. corp.= superficie corporal.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 2. Abundancia promedio, intervalo de intensidad y prevalencia de los helmintos de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich. Los valores de la tabla siguen el orden anterior.

Helminto	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<i>P. minimum</i>	104.18 (3-683) 97.37	51.44 (2-324) 95.24	52.56 (2-148) 96.3	65.07 (1-504) 91.4	58.61 (1-272) 100	60.01 (1-378) 85.26	52.15 (1-446) 82.22	66.92 (8-244) 78	58.48 (1-484) 97.78	20.03 (1-190) 73.33
<i>Diplostomum</i> sp.	0.2 (1-9) 6.6	1 (1-60) 16.19	0.11 (2-2) 5.56	0.07 (1-2) 6.45	0.56 (1-27) 8.77	0.05 (1-2) 4.21	0.09 (1-2) 6.67	-	-	-
<i>Allocreadium mexicanum</i>	0.57 (1-12) 10.53	0.22 (1-14) 4.76	0.11 (6-6) 1.9	1.89 (1-97) 11.83	0.28 (5-11) 3.51	0.06 (1-3) 3.16	0.37 (1-14) 6.67	0.22 (1-10) 4	-	-
<i>Bothrocephalus acathilognathus</i>	0.17 (2-11) 2.63	0.95 (100-100) 0.95	0.07 (4-4) 1.9	1.87 (1-54) 16.13	0.47 (1-17) 7.02	0.17 (3-6) 4.21	1.84 (3-54) 8.89	0.04 (1-1) 4	3.15 (2-93) 8.89	-
Proteocephalidea gen. sp.	-	-	-	0.03 (3-3) 1.07	0.21 (2-5) 5.26	0.11 (2-6) 3.16	0.07 (3-3) 2.22	-	-	-
<i>Polymorphus brevis</i>	0.09 (1-4) 5.26	0.14 (1-2) 13.33	0.06 (1-2) 3.7	0.14 (1-8) 6.45	0.09 (1-3) 5.26	0.2 (1-5) 8.42	0.07 (1-1) 6.67	0.14 (1-5) 6	0.6 (1-17) 8.89	1.4 (1-20) 26.67
<i>Spurtechus osotor</i>	0.3 (1-6) 9.21	1.47 (1-42) 19.05	0.22 (1-5) 7.41	1.33 (1-30) 15.05	0.68 (1-16) 12.28	0.82 (1-18) 9.47	0.69 (1-11) 13.33	0.02 (1-1) 2	0.07 (3-3) 2.22	-
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>	0.12 (3-6) 2.63	0.1 (1-5) 3.81	0.07 (1-3) 3.7	0.19 (1-8) 6.45	0.09 (1-3) 5.26	0.04 (1-2) 3.16	0.31 (1-8) 8.89	-	0.04 (2-2) 2.22	-
<i>Eustrongylides</i> sp.	-	-	-	0.01 (1-1) 1.07	0.03 (1-1) 3.5	0.04 (1-1) 4.21	-	0.2 (1-3) 10	0.18 (1-3) 11.11	0.06 (1-1) 6.67
<i>Myzobolus patzcuarensis</i>	0.03 (1-1) 2.63	0.02 (1-1) 1.9	0.24 (1-3) 16.67	0.02 (1-1) 2.15	-	-	-	-	-	0.1 (1-1) 10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

18-B

autogénicas e involucran a peces como hospederos definitivos: *A. mexicanum*, *B. acheilognathi*, *S. osorioi*, *P. tomentosa* (= *C. patzcuarensis*) y *M. patzcuarensis*.

Los hábitats específicos con mayor número de especies (4) fueron el intestino y mesenterio, siguiendo con dos especies el cerebro y por último albergando a una sola especie: hígado, ojos y superficie del cuerpo.

La caracterización de las infecciones ocasionadas por los helmintos del "pescado blanco" se presenta en la Tabla 2. De acuerdo con estos resultados, la especie más ampliamente distribuida en dicho hospedero es *Posthodiplostomum minimum*, ya que sus prevalencias alcanzan el 100% en 1991 y como valor mínimo 73.33% en 1996. Los valores de abundancia promedio llegan a 104.18 helmintos en 1987 y a 20.03 como mínimo en 1996.

Con base en la prevalencia, podemos separar a un grupo de parásitos formado por: *S. osorioi* y *P. brevis* con valores de entre 2 y 26.67%; el resto se presentaron con porcentajes no mayores de 16.67, registrado en 1989 para *M. patzcuarensis*.

Considerando la abundancia promedio, los registros fueron en general homogéneos, con valores menores a 1, excepto para *A. mexicanum* y *B. acheilognathi*, que llegaron en el primer caso a 1.89 en 1990 y en el segundo a 1.87 y 1.84 para 1990 y 1993 respectivamente.

### **Clasificación de las especies de parásitos**

Los registros previos (ver Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) acerca del nivel de especificidad hospedatoria de los helmintos en el lago de Pátzcuaro, nos permiten establecer como especies generalistas a: *Posthodiplostomum minimum*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Proteocephalidea* gen. sp., *Polymorphus brevis* y *Myzobdella patzcuarensis*, parasitando 4 familias de peces; a *Pseudocapillaria tomentosa* y *Eustrongylides* sp con registro en 3 y como especialistas a: *Allocreadium mexicanum*, *Diplostomum (Tyloodelphys)* sp. y *Spinitectus osorioi*, todas registradas exclusivamente para aterínidos, aunque la última se encontró de manera accidental en un ciprínido (Aparicio *et al.*, 1988)<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Aparicio, R. M.; G. Pulido; B. Melgoza; C. Rodríguez, I. López, B. Mendoza y L. García-Prieto 1988. Taxonomía y ecología de la helmintofauna de la "acumara" (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes del VIII Congreso Nac. de Parasitología Pachuca, Hgo.

## Descripción de las Comunidades

### Infracomunidades intestinales

La Tabla 3 concentra los atributos que describen la estructura de las infracomunidades de helmintos recolectados del tubo digestivo de *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro. Con base en la riqueza y la abundancia, esta comunidad es de tipo depauperado, ya que los valores de dichos atributos no son mayores a  $0.49 \pm 0.65$  y  $5.3 \pm 12.8$  respectivamente. De la misma manera, los índices de diversidad y equidad de Brillouin son muy bajos, alcanzando como máximo  $0.05 \pm 0.16$  para el primer atributo y  $0.06 \pm 0.2$  para el segundo a lo largo de los diez años. Lo anterior es consecuencia en primera instancia, de los elevados porcentajes de hospederos que albergaron cero ó una especie de parásito (mayor a 91%). Del porcentaje restante, que corresponde a infecciones mixtas, *A. mexicanum* fue la especie que dominó en 4 de los 6 años en que dichas infecciones se presentaron (1987, 1990, 1993 y 1994); *B. acheilognathi* y *P. tomentosa* lo hicieron en 1991 y *S. osorioi* en 1988. En tres años (1989, 1992 y 1995), las infracomunidades estuvieron representadas por una sólo especie, mientras que en el último año muestreado (1996), no se recolectaron especies intestinales.

En la Figura 3 se presentan las curvas que describen la riqueza y la diversidad de estas infracomunidades a lo largo de los 10 años muestreados; se observan dos picos para ambos parámetros (en 1990 y 1993) que sugieren regularidad y constancia para dichos atributos. En los tres últimos años hay un decremento en los valores graficados, de tal manera que la riqueza alcanza cero en el último muestreo. Paralelamente, la diversidad llega a cero en 4 años, lo cual coincide con los niveles más bajos de riqueza.

### Infracomunidades totales -

La Tabla 4 contiene los resultados sobre las infracomunidades de helmintos recolectados del total de órganos revisados del "pescado blanco".

Los valores que se obtuvieron para la riqueza resultaron ser bajos y se mantuvieron estables durante todos los muestreos, oscilando en un intervalo de 1.4 a 1.9. Contrario a esto, el número de parásitos por hospedero fue mayor, siendo el promedio más bajo de 21.6

Tabla No. 3. Composición de las infracomunidades intestinales de *Chironoxima estor* en el Lago de Patzcuaro, Mich.

Parámetros	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Riqueza prom. (intervalo)	0.24 ± 0.51 (0-2)	0.29 ± 0.51 (0-2)	0.15 ± 0.36 (0-1)	0.49 ± 0.65 (0-2)	0.28 ± 0.49 (0-2)	0.2 ± 0.4 (0-1)	0.37 ± 0.61 (0-2)	0.1 ± 0.36 (0-2)	0.13 ± 0.34 (0-1)	-
Abund. Prom. (intervalo)	1.94 ± 2.6 (0-16)	2.74 ± 11.5 (0-100)	0.48 ± 1.38 (0-100)	5.3 ± 12.8 (0-100)	1.52 ± 3.96 (0-17)	1.09 ± 3.43 (0-18)	3.2 ± 8.91 (0-55)	0.28 ± 1.5 (0-11)	3.26 ± 15.1 (0-93)	-
Diversidad (Índice de Brillouin)	0.02 ± 0.12 (0-0.69)	0.02 ± 0.1 (0-0.43)	-	0.05 ± 0.16 (0-0.17)	0.01 ± 0.07 (0-0.09)	-	0.03 ± 0.12 (0-0.11)	0.01 ± 0.04 (0-0.31)	-	-
Equidad (Índice de Brillouin)	0.03 ± 0.14 (0-0.49)	0.1 ± 0.13 (0-0.6)	-	0.06 ± 0.2 (0-0.18)	0.02 ± 0.13 (0-1)	-	0.04 ± 0.17 (0-0.11)	0.1 ± 0.05 (0-0.4)	-	-
Especie dominante (Índice Berger - Parker)*	A. mexicanum (0.77)	S. osorioi (0.74)	-	A. mexicanum (0.76)	B.achetlog y P.tomentosa (0.5)	-	A. mexicanum (0.78)	A. mexicanum (0.9)	-	-
Infracomunidades Dominadas (%)	100	66.66	-	62.5	100	-	66.66	100	-	-
% 0-1 especies	96.05	97.14	100	91.39	98.24	100	93.33	98	100	100
Número de hospederos	76	105	54	93	57	95	45	50	45	30

\* = Valor calculado sobre el porcentaje de infracomunidades dominadas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 3. Riqueza promedio y diversidad de la infracomunidad de helmintos intestinales de *C. estor* en el lago de Pátzcuaro, Mich.

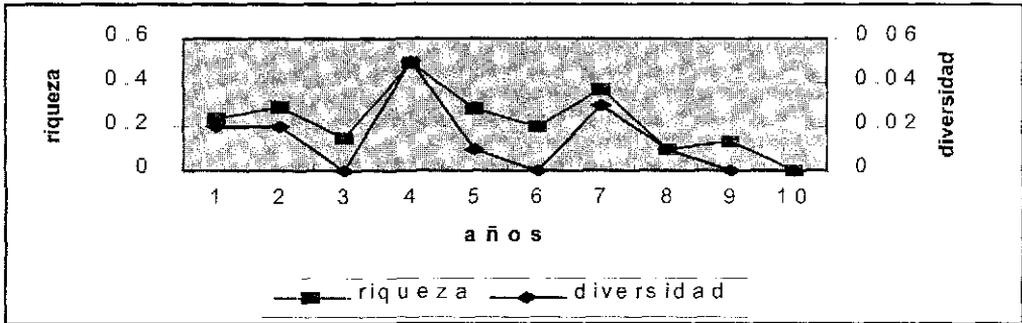
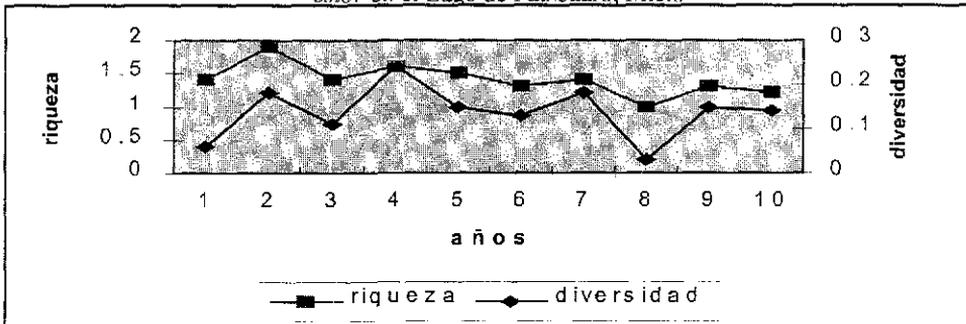


Figura 4 Riqueza promedio y diversidad de la infracomunidad de helmintos totales de *C. estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

20-B

Tabla No. 4. Composición de las infracomunidades totales de *Chirostoma estor* en el Lago de Patzcuaro, Mich.

Parámetros	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Riqueza promedio (intervalo)	1.4 ± 0.7 (0 - 4)	1.9 ± 3.5 (1 - 5)	1.4 ± 0.7 (0 - 4)	1.6 ± 0.9 (0 - 3)	1.5 ± 0.6 (1 - 3)	1.3 ± 0.8 (0 - 4)	1.4 ± 0.9 (0 - 4)	1.0 ± 0.7 (0 - 3)	1.3 ± 0.6 (0 - 3)	1.2 ± 0.7 (0 - 3)
Abundancia promedio (intervalo)	105.7 ± (0 - 683)	55.1 ± 65.1 (1 - 329)	53.4 ± 41.1 (0 - 151)	70.7 ± 88.8 (0 - 505)	61 ± 59.2 (1 - 288)	61.51 ± 75.22 (0 - 378)	55.6 ± 85.71 (0 - 457)	67.6 ± 59.3 (0 - 244)	62.5 ± 108.05 (0 - 554)	21.63 ± 38 (0 - 190)
Diversidad promedio (Ind.de Brillouin)	0.06 ± 0.1 (0 - .29)	0.18 ± 0.3 (0 - .04)	0.11 ± 0.2 (0 - .06)	0.24 ± 0.3 (0 - .02)	0.15 ± 0.3 (0 - .07)	0.13 ± 0.3 (0 - .05)	0.18 ± 0.3 (0 - .06)	0.03 ± 0.1 (0 - .06)	0.15 ± 0.3 (0 - 0.07)	0.14 ± 0.3 (0 - 0.2)
Equidad promedio (Ind.de Brillouin)	0.06 ± 0.1 (0 - .29)	0.19 ± 0.3 (0 - .04)	0.14 ± 0.3 (0 - .06)	0.23 ± 0.3 (0 - .02)	0.15 ± 0.2 (0 - .07)	0.15 ± 0.3 (0 - .05)	0.19 ± 0.3 (0 - .06)	0.03 ± 0.1 (0 - .06)	0.16 ± 0.3 (0 - .07)	0.19 ± 0.4 (0 - 0.2)
Especie dominante (Ind. Berger-Parker)	<i>P</i> minimum (0.95)	<i>P</i> minimum (0.83)	<i>P</i> minimum (0.89)	<i>P</i> minimum (0.82)	<i>P</i> minimum (0.9)	<i>P</i> minimum (0.79)	<i>P</i> minimum (0.79)	<i>P</i> minimum (0.96)	<i>P</i> minimum (0.82)	<i>P</i> minimum (0.72)
Infracomunidades Dominadas (%)	100	91.3	100	80	96.15	88.88	75	100	78.57	100
% 0 - 1 especies	71.05	76.16	59.25	44.08	54.38	59.99	51.11	62	66.66	53.32
Número de hosp.	76	105	54	93	57	95	45	50	45	30

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

y el más alto de 105.7. Sin embargo, los índices de Brillouin para la diversidad y la equidad fueron bajos (el de diversidad más bajo fue  $0.03 \pm 0.09$  y el más alto  $0.24 \pm 0.33$  y el de equidad fue  $0.03 \pm 0.09$  el menor y  $0.23 \pm 0.31$  el mayor); esto es debido a que en todos los años *P. minimum* se comportó como la especie dominante con porcentajes del 75 al 100% de infracomunidades dominadas, además de que del 44.1 al 76.2 % correspondió a peces que albergaron una o ninguna especie.

Por otro lado, la gran mayoría de las infracomunidades en las que se registró una sola especie (96.43%), *P. minimum* fue el parásito presente. La riqueza y la diversidad no muestran variación a lo largo de los muestreos (Figura 4).

#### Componente de comunidad.-

Los atributos que describen la estructura de la comunidad de los helmintos del "pescado blanco" a este nivel se presentan condensados en la Tabla 5. El número total de especies de helmintos obtenido por muestreo varió de 4 a 10. A pesar de que la abundancia de los parásitos fue muy heterogénea, pues se obtuvieron valores desde 648 parásitos hasta 8,030 por año, la dominancia para el total de especies resultó muy elevada, llegando en dos ocasiones a 0.99 y obteniendo como valor más bajo 0.92; *Posthodiplostomum minimum* se considera la especie estructuradora y dominante en todos los años, por ser la más abundante. Como un efecto directo de lo anterior, la diversidad y la equidad resultaron muy bajas, registrándose valores desde 0.09 a 0.55 para el primer parámetro y de 0.03 a 0.17 para el segundo.

Por otro lado, entre las especies intestinales, *Spinitectus osorioi* dominó en cuatro muestreos obteniendo un valor del índice Berger - Parker de hasta 0.75; *Allocreadium mexicanum* lo hizo en tres años con una dominancia de hasta 0.78 y *Bothriocephalus acheilognathi* en dos, dominando numéricamente con 0.96 al resto de las especies. Como resultado de lo anterior, se obtuvieron valores reducidos de diversidad y de equidad; para el primer caso, variaron de 0.22 hasta 1.71 e incluso en el último año fue de 0, dado que no se obtuvieron especies intestinales, efecto representado en la Figura 5. La equidad alcanzó valores desde 0.14 hasta 0.91. En la Tabla 5 se observa que en el muestreo correspondiente al 1990, justo en el que la diversidad es más alta y la equidad ocupa el segundo lugar más

Tabla No. 5. Descripción del Componente de comunidad de *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

Año de muestreo	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Peces revisados	76	105	54	93	57	95	45	50	45	30
Peces parasitados	74	105	52	86	57	84	39	41	44	25
No. de especies de helmintos	8 tot. 4 intest.	8 tot. 4 intest.	8 tot. 4 intest.	10 tot. 4 intest.	9 tot. 4 intest.	9 tot. 4 intest.	8 tot. 4 intest.	6 tot. 3 intest.	6 tot. 3 intest.	4 tot. 0 intest.
Índice Berger-Parker (Intestinales)	0.49 <i>Alloc.</i>	0.54 <i>Spinitec.</i>	0.46 <i>Spinitec.</i>	0.36 <i>Alloc.</i>	0.45 <i>Spinitec.</i>	0.75 <i>Spinitec.</i>	0.57 <i>Bothrio.</i>	0.78 <i>Alloc.</i>	0.96 <i>Bothrio.</i>	-
Índice Berger-Parker (Totales)	0.99 <i>Postho.</i>	0.93 <i>Postho.</i>	0.98 <i>Postho.</i>	0.92 <i>Postho.</i>	0.96 <i>Postho.</i>	0.97 <i>Postho.</i>	0.94 <i>Postho.</i>	0.99 <i>Postho.</i>	0.93 <i>Postho.</i>	0.93 <i>Postho.</i>
Diversidad (Índ. de Brillouin) Intest.	1.65	1.43	1.57	1.71	1.63	1.07	1.56	0.72	0.22	0
Diversidad (Índ. de Brillouin) Totales	0.14	0.52	0.16	0.55	0.33	0.21	0.45	0.09	0.41	0.41
Equidad (Índice de Brillouin) Intestinales	0.87	0.73	0.91	0.87	0.86	0.56	0.81	0.56	0.14	0
Equidad (Índ. de Brillouin) Totales	0.05	0.17	0.05	0.17	0.11	0.07	0.15	0.03	0.16	0.2
Abundancia Intest.	88	287	26	492	87	104	145	14	147	0
Abundancia Totales	8,030	5,821	2,886	6,570	3,479	5,844	2,502	3,377	2,814	648

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Figura 5. Riqueza y diversidad del componente de comunidad de helmintos intestinales de *C. estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

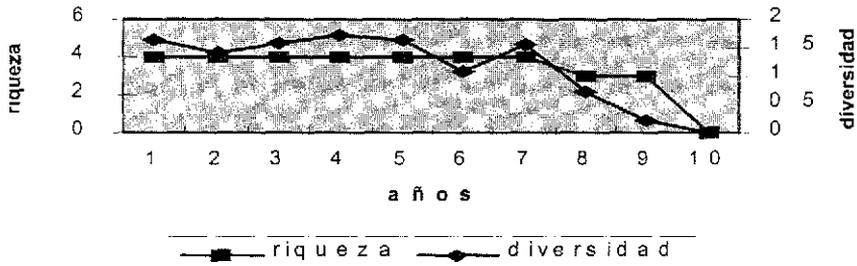
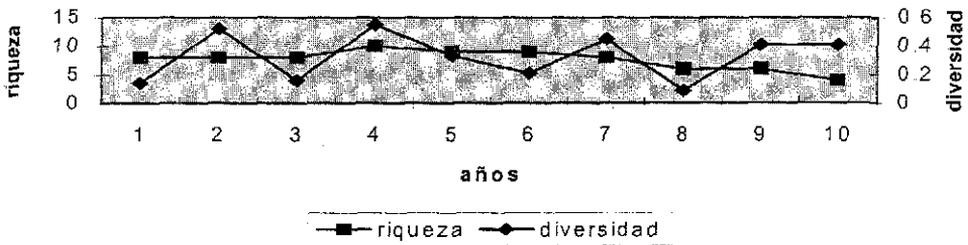


Figura 6. Riqueza y diversidad del componente de comunidad de helmintos totales de *C. estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

elevado (0.87), se presenta la menor dominancia registrada a lo largo de los diez años (0.36) ejercida por *A. mexicanum*. Asimismo, en 1995 *B. acheilognathi* ejerce la mayor dominancia obtenida en los muestreos, lo cual origina los niveles más bajos de diversidad y equidad registrados (0.22 y 0.14 respectivamente).

En general, no se observa variación en los valores de diversidad, aunque sí una ligera tendencia a la disminución de los valores de riqueza en los tres últimos muestreos (Figura 6).

#### Similitud cuantitativa y cualitativa

##### Componente de comunidad

En la Tabla 6, se presenta la matriz que incluye los valores de similitud cuantitativa y cualitativa a nivel de componente de comunidad. En ella se observa que la similitud cuantitativa de las comunidades a lo largo de los diez muestreos es muy alta, ya que no se obtuvieron valores menores de 0.922, ello debido a los muy elevados y constantes niveles de abundancia proporcional que aporta *P. minimum*. Asimismo, cualitativamente hay una gran similitud entre dichas comunidades, ya que el 80% de los valores fueron superiores a 0.70; incluso se obtuvo el valor máximo (1.0) para este atributo para los pares de años comparados: 1987 – 1988, 1987 – 1989, 1988 – 1989 y 1991 – 1992, lo cual significa que comparten la totalidad de especies registradas en los 4 periodos.

Sin embargo, se observa una disminución en los índices cualitativos a través del tiempo, lo cual indica que el número de especies que comparten es cada vez menor, reflejando el decremento en el número de las mismas en el registro, ya que durante los primeros 5 años se obtuvieron de 8 a 10, mientras que durante los últimos 5, se recolectaron de 4 a 9 (ver Tabla 5).

Tabla 6 Similitud cuantitativa (sobre la diagonal) y cualitativa (bajo la diagonal) para el componente de comunidad de parásitos de *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1987		0.936	0.991	0.932	0.969	0.981	0.948	0.99	0.938	0.928
1988	1.0		0.938	0.962	0.959	0.946	0.962	0.932	0.947	0.929
1989	1.0	1.0		0.931	0.971	0.983	0.948	0.986	0.938	0.932
1990	0.889	0.889	0.889		0.946	0.939	0.969	0.925	0.949	0.922
1991	0.824	0.824	0.824	0.947		0.978	0.964	0.965	0.945	0.928
1992	0.824	0.824	0.824	0.947	1.0		0.956	0.979	0.942	0.931
1993	0.875	0.875	0.875	0.889	0.941	0.941		0.942	0.971	0.928
1994	0.714	0.714	0.714	0.75	0.8	0.8	0.714		0.941	0.932
1995	0.714	0.714	0.714	0.75	0.8	0.8	0.714	0.833		0.939
1996	0.5	0.5	0.5	0.571	0.462	0.462	0.333	0.6	0.6	

## VIII. DISCUSION

### Registro y caracterización de las helmintiasis

El registro helmintológico obtenido en este trabajo para *C. estor* incluye 10 de las 13 especies que para este hospedero y para esta localidad han sido descritas (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996). Las tres especies que no se encontraron fueron: 1) las metacercarias del tipo "Diplostomulum", que podrían corresponder a los géneros *Diplostomum* o *Hysteromorpha*, pero que basándose en registros previos, estos autores consideraron que podrían asignarse al subgénero *Diplostomum (Tylodelphis)* sp.; 2) el céstodo *Ligula intestinalis* que es un helminto ocasional y con escasos registros y 3) el nemátodo *Spiroxys* sp de presencia esporádica (Salazar, 1994<sup>8</sup>; Juárez, 1999<sup>13</sup>)

En general, podemos decir que la composición taxonómica de los helmintos de *C. estor* en el Lago de Pátzcuaro registrada en este estudio coincide con la de trabajos previos (Osorio *et al.*, 1986a; Meléndez y Rosas, 1995<sup>7</sup> y Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000), incluso obteniendo exactamente las mismas especies (Salazar, 1994)<sup>8</sup> En el trabajo de Pérez-Ponce de León y colaboradores (2000), se enlistan ocho especies para *C. estor*, mismas que también registramos, sin embargo, estos autores no encontraron en sus muestreos a *Diplostomum (Tylodelphis)* sp. ni a *Myzobdella patzcuarensis*, explicando la ausencia de esta última por el hecho de que se trata de un ectoparásito que fácilmente se desprende al ser manipulado y sometido, junto con los hospederos, a períodos de congelación. Sobre *Diplostomum* sp, argumentan que es un parásito de escasa presencia. En este punto coinciden con Espinosa (1993)<sup>14</sup>, quien lo caracteriza como especialista de aterinidos y aves de la familia Podycipidae en los lagos de Zirahuén y Pátzcuaro, lo cual deriva en los bajos niveles de prevalencia y abundancia promedio registradas.

Lo anterior sugiere cierta estabilidad, dada probablemente por el hecho de ser este lago una cuenca cerrada, sin afluentes que permitan el flujo de otras especies de

---

<sup>13</sup> Juárez, G. M. L. 1999. Fauna helmintológica del "pescado blanco" *Chirostoma estor* var. *copandaro* del Lago de Zirahuén, Mich. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 62 pp.

<sup>14</sup> Espinosa, H. E. 1993. Composición de la comunidad de helmintos del "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* Meek, 1902 (Pisces) en dos lagos del estado de Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 118 pp.

hospederos y a su vez de parásitos. No obstante, en otros casos en los que ha habido dispersión de helmintos mediante aves, o en el caso de especies introducidas, estos parásitos han sido de carácter generalista, lo que les ha permitido establecerse sin problema en la ictiofauna característica de la localidad.

A pesar de que las prevalencias y abundancias promedio obtenidas en los trabajos anteriormente citados no ponen de manifiesto diferencias con los valores encontrados en este estudio, hay que considerar que no es posible establecer comparaciones de tipo concluyente debido a distintos factores como el número reducido de muestreos, épocas del año en que éstos se levantaron (es decir, durante las lluvias o la sequía, lo cual influye de manera importante en la posible estacionalidad de las especies) y un número menor de hospederos revisados. Sin embargo, ciertas tendencias en el comportamiento de algunas helmintiasis coinciden con el decremento en el grado de infección de los hospederos y el número de parásitos, lo cual se advierte particularmente para *Spinitectus osorioi*, *Pseudocapillaria tomentosa* y *Diplostomum (L.)* sp (Tabla 2). Este último parásito aparece de manera constante en el registro desde 1987 hasta 1993, con abundancias promedio y prevalencias muy bajas (desde 0.05 a 1.1 para el primer parámetro y hasta de 16.19% para el segundo), pero a partir del 1994 y hasta 1996 deja de presentarse; lo anterior pudiera ser resultado, como lo afirman Guzmán-Cornejo y García-Prieto (1999), de los posibles hábitos migratorios del ave que actúa como hospedero definitivo, cuya identidad se desconoce y que directamente influirían en incrementos estacionales de esta helmintiasis, además del desconocimiento generalizado que se tiene sobre el ciclo de vida del parásito; es interesante considerar que justamente en el muestreo de 1993 de Pérez-Ponce de León *et al.* (2000), no se recolectó esta especie, lo cual sugiere fuertemente una disminución real del parásito en este cuerpo de agua. En los muestreos de 1994 y de 1995, *S. osorioi* aparece con las abundancias promedio más bajas registradas (0.02 y 0.07 respectivamente), llegando a 0 parásitos en 1996. Por último, *P. tomentosa* también presenta decrementos en el número de helmintos, que es ya de por sí muy bajo (0.04 – 0.19 parásitos por hospedero); inclusive Moravec *et al.* (2000) refieren a esta especie como de “rara presencia” al haber obtenido una prevalencia tan sólo del 1% (en 110 hospederos) en el “pescado blanco”

Lo anterior sugiere cambios en las condiciones del propio lago, que de alguna manera están afectando a la comunidad de helmintos. Estas condiciones podrían ser: la temperatura del agua, turbidez, material orgánico presente, factores que modifican la disponibilidad de hospederos intermediarios y que son variables según la época del año, aspecto que no fue considerado en este estudio.

Esch (1971) estableció el tipo de parásitos que se encontrarían en un sistema lacustre tanto oligotrófico como eutrófico, caracterizando al primero por la ausencia de interacción con elementos externos al mismo, como pudieran ser aves o mamíferos, lo que a su vez se reflejaría en la presencia de un mayor número de helmintos adultos y uno menor de larvas, en comparación con un lago eutrófico. Considerando lo anterior, efectivamente los datos obtenidos a lo largo de este estudio apoyarían lo señalado por Bernal- Brooks (1998) y Pérez Ponce de León *et al.* (2000) acerca del hecho de que el Lago de Pátzcuaro se encuentra en un proceso de eutrofización, ya que el 50% de la composición helmintológica corresponde a estados larvarios, y de ésta, el 80% de las especies cierra su ciclo de vida en aves, además de que uno de estos parásitos (*P. minimum*) contribuye a la comunidad con valores de abundancia muy elevados; lo anterior indica gran interacción entre elementos del sistema y otros externos como las aves, que obtienen en esta localidad condiciones óptimas para habitar. Sin embargo, recientemente Bernal-Brooks (2002)<sup>2</sup> propone un nuevo esquema acerca de las condiciones ambientales que presenta el lago y sugiere un “mosaico ambiental”, que implica condiciones heterogéneas para este ecosistema, por lo que resulta inadecuado aplicar estos criterios en el presentetrabajo, considerando que Esch (1971) fundamentó sus conclusiones estudiando lagos ambientalmente homogéneos.

Por otro lado, la edad y el grado de inmunidad del hospedero también determinan el grado de parasitismo. Los hospederos jóvenes presentan una menor exposición a la infección; en cuanto a la inmunidad, la maduración y el funcionamiento óptimo del sistema correspondiente, se alcanza con la longevidad del hospedero (Kennedy, 1975). Por último, a lo largo del tiempo los hospederos van cambiando sus hábitos, tanto alimentarios como reproductivos. Como ejemplo de esto último, se han observado variaciones en cuanto a los sitios en donde normalmente se encuentra el “pescado blanco”, ya que con el objeto de desovar, el pez migra a sitios específicos del lago y en una época determinada del año,

estos lugares se caracterizan por la presencia de vegetación abundante que a su vez favorece una gran diversidad de fauna que potencialmente interviene en los ciclos de vida de diferentes parásitos (ver: Biología del hospedero)

El análisis sobre la caracterización de las helmintiasis presentes en el "pescado blanco", nos permite establecer a *P. minimum* como la especie más importante de las 10 que parasitan a este pez, dados sus altos valores de prevalencia y abundancia promedio y al hecho de presentarse con estos niveles de manera constante a lo largo de los diez años de muestreo. Lo anterior es atribuible a las características biológicas propias del parásito, así como a algunos factores ambientales (mencionados en el párrafo anterior); sobre el primer punto se tiene por ejemplo, el carácter generalista de *P. minimum*, dado que sus metacercarias se han registrado en 30 especies de peces dulceacuícolas en México (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) y los adultos parasitan no sólo aves sino otros grupos de vertebrados como anfibios, reptiles y mamíferos, estos últimos de manera experimental (Pérez-Ponce de León *et al.* (2000); en esta localidad, el parásito se ha encontrado en por lo menos siete especies de peces endémicos (Pérez-Ponce de León, 1995), además de especies introducidas (Osorio *et al.*, 1986a; Ramos-Angeles, 1994<sup>9</sup>). Otros factores son el corto tiempo generacional que lo caracteriza, al producir huevos 48 horas después de la infección, su longevidad y la gran producción de estados larvarios a través de los procesos asexuales que se suceden dentro del primer hospedero intermediario, lo cual le confiere gran capacidad de dispersión (Pérez-Ponce de León, 1986)<sup>1</sup>

## **Análisis de Comunidades**

### **Infracomunidades**

Como se mencionó en párrafos anteriores, muchos autores coinciden en caracterizar a la comunidad de parásitos de peces de agua dulce como grupos dominados por una especie, depauperados, con niveles bajos de abundancia, riqueza y diversidad (Kennedy *et al.*, 86; Kennedy, 1990; Rojas *et al.*, 1997; Espinosa *et al.*, 1996; Salazar, 1994<sup>8</sup>; Ramos - Angeles, 1994<sup>9</sup>; Juárez, 1999<sup>13</sup>; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000).

Para el caso de las infracomunidades totales, los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con las características mencionadas anteriormente, además de que al

compararlos con los de Pérez- Ponce de León *et al.* (2000), se observa que no hay diferencia entre ellos, es decir, estos últimos se encuentran en el intervalo de valores obtenido durante los 10 muestreos anuales de este estudio. La dominancia es ejercida por *P. minimum*, parásito generalista obtenido en estado de metacercaria y especie única en el 96.43% de los hospederos que albergaron una sola especie de parásito; es importante destacar que a este nivel, la penetración es el proceso más relevante en la transmisión de las helmintiasis y determina, de manera preponderante la estructura descrita. Ésto a su vez, origina que la enfermedad que produce en los peces (Postodiplostomiasis) constituya un problema de sanidad piscícola, ya que a pesar de que en esta localidad no se ha comprobado que la infección conduzca a la muerte del hospedero, las lesiones sí lo afectan en diferente grado puesto que éstas se encuentran directamente relacionadas con alteraciones digestivas por el colapsamiento de hepatocitos, lo cual provoca una deficiente asimilación de nutrientes con diversas consecuencias como anemia, palidez branquial y reducción de talla y peso (Pérez - Ponce de León, 1986, 1992)<sup>1,3</sup>

De igual manera que las totales, las infracomunidades entéricas de parásitos se constituyen como asociaciones pobres, dominadas por una especie y por tanto con una baja equidad, lo cual lleva a niveles reducidos de diversidad. Lo anterior es resultado de la baja riqueza específica y del alto porcentaje de hospederos con 0 o 1 especie de parásitos en cada muestreo. En la Figura 3, se observa que tanto la riqueza como la diversidad disminuyen en los últimos tres años; incluso en el muestreo de 1996, no se registraron parásitos. Esto sugiere que los hospederos intermediarios han disminuido sus poblaciones, debido probablemente a que el lago no les ofrece condiciones óptimas de desarrollo por los efectos del proceso de contaminación, azolvamiento, etc. (ver INTRODUCCION).

Con respecto a las especies estructuradoras, tenemos que *Allocreadium mexicanum* (parásito especialista de aterínidos), es la especie dominante en cuatro años; con este mismo carácter pero para un solo muestreo aparece *Spinitectus osorioi* (también especialista) y en otro año, dominan con el mismo valor *Bothriocephalus acheilognathi* y *Pseudocapillaria tomentosa*, ambas generalistas.

Estos resultados son similares a los de Pérez-Ponce de León *et al.* (2000), ya que las especies dominantes en las infracomunidades entéricas fueron *Allocreadium*

*mexicanum* y *Pseudocapillaria tomentosa*; ambos resultados concuerdan con lo observado por Kennedy (1990), quien afirma que tanto las infracomunidades como el componente de comunidad en peces dulceacuicolas están dominados por una especie de tipo “generalista” y que sólo cuando éstas son escasas o ausentes, las “especialistas” dominan en ambos niveles; de hecho, Pérez-Ponce de León *et al* (2000) afirman que la comunidad de parásitos intestinales de peces nativos en Pátzcuaro está caracterizada y dominada por helmintos específicos cuya distribución geográfica está restringida a la Mesa Central de México. La presencia de *Allocreadium mexicanum* se explica por el fenómeno denominado “host-switching”; en este caso en particular, a pesar de que *Allocreadium* es un género típico de ciprínidos, es posible que los ancestros de estos peces y los de aterínidos actuales tuvieran una distribución geográfica de tipo simpátrica, lo cual habría favorecido que el helminto fuera capaz de parasitar a aquellos antiguos aterínidos, mientras que por alguna razón los ciprínidos hubieran desaparecido, estableciéndose el parásito de manera exclusiva en las especies de aterínidos. De la misma forma, es la especie dominante probablemente por el hecho de haber establecido con su hospedero una relación de mucho tiempo.

Finalmente hay que destacar la importancia que tienen los mecanismos de transmisión en los procesos de estructuración de las comunidades de helmintos; los resultados de este trabajo coinciden con los de Pérez-Ponce de León *et al*. (2000), en que la mayoría de los parásitos obtenidos (7 de 10) llegan a los peces *vía* ingestión (*A. mexicanum*, *B. acheilognathi*, *P. brevis*, *S. osorioi*, *Eustrongylides* sp., Protocephalidea y *P. tomentosa*, aunque Moravec (1998) afirma que el ciclo de vida de esta última especie no se conoce y Anderson (2000), en la descripción de la subfamilia Capillariinae, señala que puede ser de tipo directo o indirecto con la participación de oligoquetos, dos lo hacen por penetración de la pared del cuerpo (*P. minimum* y *Diplostomum* sp., favorecidos por la amplia capacidad de dispersión de sus formas larvarias) y por último una especie con ciclo de vida directo y ectoparásita (*M. patzcuarensis*)

### Componente de comunidad

Como se mencionó en párrafos anteriores, el número de especies totales registradas (10) para este hospedero coincide con el obtenido por Salazar (1994)<sup>8</sup> Igualmente para este nivel, sus registros de abundancia, diversidad y equidad, se encuentran en los intervalos que en este trabajo presentamos. Establece también, como especie estructuradora de la comunidad a *Posthodiplostomum minimum*.

El componente de comunidad de los parásitos intestinales estuvo dominado en cuatro años por *Spinitectus osorioi*, en tres por *Allocreadium mexicanum* y en dos por *B. acheilognathi*. La primera y última de estas especies coinciden con los registros de Pérez-Ponce de León *et al.* (2000). *B. acheilognathi*, a pesar de ser un parásito generalista en cuanto a especificidad hospedatoria y cuya presencia constante constituye parte del registro ya estable de *C. estor* (Salazar, 1994)<sup>8</sup>, aparece en los presentes datos como especie dominante sólo en algunos muestreos tanto a nivel de infracomunidad como de componente de comunidad, probablemente debido a que es un céstodo que muestra afinidad particularmente por ciprínidos que se alimentan en gran medida de copépodos (hospederos intermediarios de este helminto), mientras que para *Chirostoma estor* este grupo de crustáceos no constituye parte importante de su dieta (García de León, 1985). La presencia del parásito en este cuerpo de agua se ha visto en franca disminución; de hecho, en Pátzcuaro se ha establecido como especie dominante en la comunidad de helmintos intestinales sólo de *Cyprinus carpio* (Pérez Ponce de León *et al.*, 2000)

Comparando la estructura de ambos componentes (intestinales y totales), tenemos que para el primero, los valores de riqueza, abundancia y dominancia resultaron menores que para las últimas; sin embargo, precisamente por estos valores de dominancia, el componente de comunidad de las especies intestinales es más diverso (índice de Brillouin = 0 - 1.71) que el de las totales (índice de Brillouin = 0.09 - 0.55)

Por otro lado, a lo largo de los 10 años de muestreo, se aprecia una disminución en el índice de diversidad para las especies intestinales, lo cual también es evidencia de los cambios en el lago, mismos que fueron discutidos en párrafos anteriores.

De acuerdo con las predicciones de Kennedy (1990), la riqueza de la comunidad de helmintos totales y entéricas, a nivel de componente de comunidad se incrementa al incluir las especies que aparecen en los muestreos de manera accidental o esporádica, que en este caso son: *Myzobdella patzcuarensis*, *Diplostomum* sp y *Pseudocapillaria tomentosa* para el caso de especies totales y sólo *P. tomentosa* para el caso de las intestinales.

A este nivel, también destaca el papel que juega el tremátodo *P. minimum* en la elevada similitud de tipo cuantitativo entre las comunidades a lo largo de todo el tiempo, siempre con valores mayores a 0.9, ya que ello es resultado de las altas abundancias proporcionales de esta especie mantenidas además, de manera constante a lo largo de los 10 años

Cualitativamente, la similitud también fue alta. Sin embargo, se observa una disminución de los índices en el plano cualitativo a través del tiempo, lo cual indica que las especies de helmintos son cada vez menos compartidas por los hospederos, reflejando el decremento en el número de las mismas en el registro, pues durante los primeros cinco años, el número de especies varió de 8 a 10, mientras que durante los últimos cinco, fue de 4 a 6 (Tabla 5)

Los bajos niveles de diversidad y de equidad obtenidos para las infracomunidades así como para el componente de comunidad de helmintos tanto intestinales como totales, son resultado de los elevados valores de dominancia atribuidos a *P. minimum*, y a la presencia de especies con abundancias muy bajas, lo cual coincidió con los resultados obtenidos por Pérez-Ponce de León *et al.* (2000). Sin embargo, se mencionaron otras dos especies como importantes por los valores de prevalencia (aunque siempre mucho menores que los de *P. minimum*): *Spinitectus osorioi* y *Polymorphus brevis*. Esta última (generalista también) junto con *P. minimum*, denotan la importancia que los factores ecológicos tienen en determinar la estructura de las comunidades de parásitos. Pero por otro lado, la presencia de *S. osorioi*, *A. mexicanum* y *Diplostomum* sp es evidencia innegable de que los fenómenos evolutivos están actuando también con suma relevancia en dicha estructuración, dada la naturaleza especialista de estos helmintos. Lo anterior coincide con lo señalado por Janovy *et al.* (1992), quien argumenta que la estructura de la comunidad tiene dos

componentes: a) la presencia de un parásito en un hospedero, que corresponde a fenómenos evolutivos y b) su arreglo, este último dado por factores ecológicos.

#### Análisis comparativo

A la fecha, no se dispone de trabajos similares al presente cuyos seguimientos constituyan una referencia para analizar y comparar con los resultados obtenidos, principalmente por el tamaño de la muestra, la periodicidad de las recolectas, los niveles (infracomunidad y componente de comunidad) y hábitats (totales e intestinales) considerados, por lo que los datos aquí presentados tienen un carácter descriptivo que posteriormente podrían ser un punto de comparación para analizar el comportamiento de las comunidades de parásitos de diferentes hospederos y/o localidades.

Al comparar la estructura de la comunidad de parásitos que se obtuvo para *C. estor* a lo largo de los 10 años de muestreo, contra las correspondientes de todos los peces del lago de Pátzcuaro que han sido estudiados al respecto (Tablas 7 y 8), se encontró que durante estos 10 años, dicha estructura ha mantenido su carácter depauperado, lo cual coincide con el patrón descrito para peces dulceacuícolas (Kennedy *et al.*, 1986; Kennedy, 1990) y en particular con el correspondiente al resto de los peces que habitan este cuerpo de agua (Salazar, 1994<sup>8</sup>; Ramos-Angeles, 1994<sup>9</sup>; Espinosa *et al.*, 1996; Rojas *et al.*, 1997; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000). En las tablas 7 y 8, se muestran los intervalos de los atributos registrados a la fecha, que definen la estructura de la comunidad de parásitos de los peces, incluidos los obtenidos en el presente trabajo, con el fin de analizarlos de manera comparativa

En general, encontramos que no existen grandes diferencias entre ellos; sin embargo, estos datos se pueden analizar desde diferentes puntos de vista. Acerca de las infracomunidades tanto totales como intestinales, podemos afirmar que las de los peces de este estudio son más parecidas a las de peces nativos que a las de los introducidos, cuyos valores de los diferentes atributos son menores, excepto para el caso de *Micropterus salmoides*, con los cuales mantiene gran semejanza (Tabla 7). Esto se explica por el hecho de que este hospedero conservó la fauna específica desde su introducción y posteriormente la enriqueció con parte de la fauna local, lo que eleva los niveles de dichos atributos; tal

Tabla 7. Estructura de las infracomunidades totales e intestinales de *Chirostoma estor* (10 años) y demás peces del lago de Patzcuaro, Mich. (Salazar, 1994; Ramos-Angeles, 1994; Espinosa et al., 1996, Rojas et al., 1997 y Pérez Ponce de Leon et al., 2000).

Hospederos	<i>C. estor</i> *	<i>C. estor</i>	<i>C. atte</i>	<i>C. gran</i>	<i>A. rob</i>	<i>A. diaz</i>	<i>G. atri</i>	<i>A. lacus</i>	<i>C. carpio</i>	<i>M. salm</i>	<i>O. nilotic</i>
Riqueza (Totales)	1 - 1.9	1.1-1.45	1.06-1.7	.08-1.04	2.42	1.7 - 1.8	1.37-1.5	0.7	0.1	.96- 1.6	0.032
Riqueza (Intestinales)	1 - 49	0.26	.17 - .5	0.01	0.97	0.7	0.42	0.21	0.08	0.32	0.03
Abundancia (Tot.)	22 - 106	45.7- 79	50 - 144	2.4 - 5.7	60- 69.6	22 - 77	18.3	2.7	0.15	111-137	0.06
Abund. (Intestinales)	0.28-5.3	4.91	.59 - 3.4	0.03	21.25	20.2	2.44	1.24	0.08	7.24	0.06
Diversidad (Totales)	03 - 24	03- 15	02 - 26	.004-.03	53- 55	4- 25	21- 18	0.07	-----	.005-. 18	-----
Diversidad (Intest.)	01 - 05	0.01	02 - 06	-----	0.17	0.04	0.23	0.007	-----	0.008	-----
Equidad (Totales)	01 - .06	.033- .17	02 - 26	.004-.05	4 - 52	.3 - 4	0.21	0.008	-----	.005-. 19	-----
Equidad (Intestinales)	01 - .06	0.008	0.06	-----	0.16	0.04	0.035	0.009	-----	0.01	-----
Especie dominante (Totales)	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>P.m.</i>	<i>O.m.</i>	<i>B.a.</i>	Aneyro.	<i>S. sp.</i>
Especie dominante (Intestinales)	<i>A.m.</i> <i>S.o.</i> <i>B.a.</i> <i>P.I</i>	<i>P.I</i>	<i>A.m.</i> <i>S.o.</i>	<i>A.m.</i>	Proteo.	<i>R.I.</i>	<i>R.I.</i>	<i>S. sp.</i>	<i>B.a.</i>	<i>C.c.</i>	<i>S. sp.</i>

*C. estor* = *Chirostoma estor* (*C. estor* \* = datos obtenidos en este estudio); *C. atte* = *Chirostoma attemiatum*; *C. gran* = *Chirostoma grandocute*; *A. rob* = *Allophorus robustus*; *A. diaz* = *Allotoca diaz*; *G. atri* = *Goodea atripinnis*; *A. lacus* = *Algaense lacustris*; *C. carpio* = *Cyprinus carpio*; *M. salm* = *Micropterus salmoides*; *O. nilotic* = *Oreochromis niloticus*.

*P.m.* = *Posthodiplostomum minimum*; *O.m.* = *Ochthoacanthus mexicanum*; *B.a.* = *Bothriocephalus acheilognathi*; Aneyro = *Ancyrocephalidae*; *S. sp.* = *Spiroxya* sp.; *A.m.* = *Allocreadium mexicanum*; *P.I.* = *Pseudocapillaria tomentosa*; Proteo. = *Proteocephalidae*; *R.I.* = *Rhabdoctona fichtenfelsi*; *C.c.* = *Crepidostomum cornutum*; *S.o.* = *Spinitectus osornoi*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 8. Estructura de los componentes de comunidad de helmintos totales e intestinales de *Chirostoma estor* (10 años) y demás peces del lago de Pátzcuaro, Mich. (Peresbarbosa, 1992; Espinosa, 1993; Salazar, 1994; Ramos-Angeles, 1994; Espinosa *et al.*, 1996; Rojas *et al.*, 1997; Pérez Ponce de León *et al.*, 2000)

Hospederos	<i>C. estor</i> *	<i>C. estor</i>	<i>C. atte</i>	<i>C. gra</i>	<i>A. robu</i>	<i>A. diazi</i>	<i>G. atripi</i>	<i>A. lacust</i>	<i>C. carp</i>	<i>M. salm</i>	<i>O. nilo</i>
Riqueza (Totales)	4 - 10	10	4 - 9	5	8	8	4			3 - 7	
Riqueza (Intestinales)	4 - 10				3	3	2				
Abundancia (Totales)	648-8030	13,252	4,324 - 15,859	1,037	2,405	2,067	525			3,109 - 4,969	
Abundancia (Intestinales)	0 - 492				178	1,666	30				
Diversidad (Totales)	0.09-0.55	0.292	0.05 - .1	0.203	1.28	0.911	0.412			0.02- 475	
Diversidad (Intestinales)	0 - 1.71				0.599	0.041	0.709				
Equidad (Totales)	.03 - .2	0.088	.03	0.088	0.378	0.305	0.209			.015-.18	
Equidad (Intestinales)	0 - 0.91				0.38	0.02	0.78				
Especie dominante (Tot.)	<i>P. m.</i>	<i>P. m.</i>	<i>P. m.</i>	<i>P. m.</i>	<i>P. m.</i>	<i>O. sp.</i>	<i>P. m.</i>			Ancyro.	
Especie dominante (Intestinales)	<i>A. m.</i> <i>S. o.</i> <i>B. a.</i>				Proteo	<i>O. sp.</i>	<i>R. l.</i>				

*C. estor*= *Chirostoma estor* (*C. estor* \*= datos obtenidos en el presente estudio), *C. atte*= *Chirostoma attenuatum*, *C. gra*= *Chirostoma grandocule*, *A. robu*= *Allophorus robustus*, *A. diazi*= *Allotoca diazi*, *G. atripi*= *Goodea atripinnis*, *A. lacust*= *Algansea lacustris*, *C. carp*= *Cyprinus carpio*, *M. salm*= *Micropterus salmoides*, *O. nilo*= *Oreochromis niloticus*

*P. m.* = *Posthodiplostomum minimum*, *O. sp.* = *Ochetosoma sp.*; Ancyro= Ancyrocephalidea, *A. m.* = *Allocreadium mexicanum*, *S. o.* = *Spinitectus osorioi*, *B. a.* = *Bothriocephalus acheilognathi*, Proteo = Proteocephalidea *R. l.* = *Rhabdochona lichtenfelsi*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

31-B

como lo demuestra el registro helmintológico del centrárquido que hace Ramos-Angeles (1994)<sup>9</sup>, en el que aparecen, además de sus parásitos especialistas, otros como *P. minimum*, *P. brevis*, *Eustrongylides* sp., *Spiroxys* sp., *P. tomentosa*, Proteocephalidea gen sp.

Para el caso del componente de comunidad de las especies totales, se observa que los goodeidos son los que registran los valores más altos de diversidad y equidad (Tabla 8); lo anterior, probablemente se deba al hábitat que ocupan estos peces en el lago, ya que viven en fondos lodosos, con abundante maleza y a poca profundidad, lo cual constituye un refugio adecuado para un gran número de hospederos intermediarios potenciales. Además de los parásitos que llegan a los peces por penetración, también llegan a ellos a través de la ingestión y en el caso de *G. atripinnis*, que es una especie herbívora, lo hacen como fauna acompañante de las algas filamentosas que son su alimento principal.

Desde una perspectiva más particular, el análisis entre la infracomunidad de parásitos de *C. estor* (10 años) y las del resto de las especies nativas muestra que existen ligeras diferencias, aunque éstas se presentan más marcadas con los miembros de la familia Goodeidae y en particular con la de *Allophorus robustus*, cuyos intervalos correspondientes a la riqueza, equidad y diversidad son los más altos tanto de especies totales como entéricas (Tabla 7); lo anterior probablemente se debe a que además de la helmintofauna típica de la familia (el registro helmintológico de este pez incluye un 22.22% de organismos con carácter especialista), este goodeido es de hábitos carnívoros (no- estricto), incluyendo diversos tipos de insectos, crustáceos y peces (Rojas *et al*, 1997), que en consecuencia lo expone a un mayor número de especies que actúan como hospederos intermediaios

A pesar de que los peces que habitan el Lago de Pátzcuaro poseen una helmintofauna de naturaleza depauperada, existen diferencias en las especies de parásitos que estructuran estas comunidades. Las infracomunidades totales de los parásitos de aterínidos y goodeidos están dominadas por *P. minimum*, tremátodo generalista y alogénico; *Octomacrum mexicanum* y *B. acheilognathi* (especies autogénicas, especialista y generalista respectivamente) dominan las comunidades de ciprínidos; los monogéneos de la familia Ancyrocephalidae a las del centrárquido *M. salmoides* y el nemátodo *Spiroxys* sp.

a *O. niloticus*, en ambos casos se trata de especies autógenas, especialista la primera y generalista la última.

Para las infracomunidades entéricas, las especies dominantes para todos los aterínidos son prácticamente las mismas: *Allocreadium mexicanum*, *Spinitectus osorioi*, *Pseudocapillaria tomentosa* y *Bothriocephalus acheilognathi*, todas ellas autógenas, especialistas las dos primeras y generalistas las últimas. Las especies que dominan las comunidades de parásitos del resto de los peces son también todas autógenas, dos especialistas (*Rhabdochona lichtenfelsi* y *Crepidostomum cornutum*) y las demás generalistas (Proteocephalidae, *Spiroxys* y *B. acheilognathi*).

A nivel de componente de comunidades totales, tanto las de aterínidos como las de goodeidos están estructuradas también por *P. minimum*, excepto en *Allotoca diazi*, cuya especie dominante es *Ochetosoma* sp. y por último, los ancirocefálicos dominan los componentes totales de *M. salmoides*.

Los helmintos que estructuran la comunidad a este mismo nivel pero intestinales son, para *C. estor* a lo largo de 10 años, *A. mexicanum*, *S. osorioi* y *B. acheilognathi* (autégenas todas, especialistas y generalista sólo la última); los otros únicos datos conocidos son para goodeidos, que en el caso de *Allophorus robustus* tiene como especie dominante a los proteocefálicos, *Allotoca diazi* a *Ochetosoma* sp. y *Goodea atripinnis* a *Rhabdochona lichtenfelsi* (Rojas *et al.*, 1997).

Por otro lado, Dogiel *et al.* (1961) afirman que los hábitos alimentarios de los hospederos determinan en alto grado la estructura de la comunidad de sus parásitos, es decir, la herbivoría disminuye la posibilidad de ingestión de grandes cantidades de hospederos intermediarios que intervienen en los ciclos de vida de los parásitos, por lo que se esperaría que éstos presentaran niveles más bajos de riqueza, abundancia y diversidad. Así, tenemos que *G. atripinnis*, *A. lacustris* y *O. niloticus* (Tabla 7) son de hábitos herbívoros, no obstante consumen organismos que constituyen la fauna acompañante de la materia vegetal que ingieren. Por su parte, *C. carpio* es considerado un pez omnívoro detritófago; las especies del género *Chirostoma* son carnívoras y mientras *C. estor* a edad temprana consume protozoarios, rotíferos y microcrustáceos, en etapa adulta se alimenta de gran variedad de insectos e incluso peces (principalmente otros aterínidos y goodeidos).

Por último, *C. grandocule* y *C. attenuatum* son carnívoros preferentemente del zooplancton (García de León, 1985).

Comparativamente, se aprecia que las infracomunidades totales de los herbívoros *A. lacustris*, *O. niloticus* y *C. carpio*, presentan valores de riqueza y abundancia más bajos que los carnívoros, ocurriendo lo mismo para la diversidad en las dos últimas especies. Sin embargo, este patrón no se observa para *G. atripinnis* cuyos valores de riqueza y diversidad a este nivel, se mantienen iguales a los de las especies carnívoras, lo cual se explica al analizar las especies registradas para el "tiro" (*G. atripinnis*); al respecto, Pérez - Ponce de León *et al.* (2000) registró ocho especies como parte del componente de comunidad de este pez, de las cuales siete se transmiten por ingestión, de tal manera que los valores de abundancia promedio y prevalencia resultaron muy bajos, incluso tres de éstas representadas por un solo individuo; esto significa que el "tiro" está consumiendo un número importante de especies, pero que indudablemente constituyen la fauna acompañante de su alimento.

La importancia de este trabajo radica en el seguimiento de datos realizado a lo largo de diez años, de tal manera que permite establecer predicciones concretas. Así, la estructura de la comunidad posee un valor predecible dado por la similitud cualitativa a lo largo de este periodo. Lo anterior se traduce en que a futuro, es muy probable encontrar las mismas especies registradas en este estudio, siempre y cuando las condiciones bióticas y abióticas del lago permanezcan sin alteraciones graves y repentinas, como aparentemente ha sucedido durante este lapso.

Considerando los valores de similitud cuantitativa, se esperaría que *P. minimum* se presentara con muy altas prevalencias y abundancias promedio, como consecuencia dominando la comunidad; mientras que el resto de las especies registrara dichos valores muy disminuidos.

Los datos que presentamos en esta investigación establecen la importancia de los parásitos en el monitoreo indirecto de cambios ambientales. De hecho, está documentado que la presencia o ausencia de helmintos permite, por un lado, inferir la riqueza de vertebrados e invertebrados en un hábitat particular mediante el conocimiento de sus ciclos

biológicos; por el otro, indica el estrés de un hospedero individual, lo que a menudo refleja alteraciones ambientales (Pérez-Ponce de León y L. García-Prieto, 2001)

Retomando la idea anterior, la disminución de la riqueza y de la diversidad en la comunidad de parásitos en el último tercio del tiempo, constituye un indicativo indirecto de cambios bióticos y/o abióticos que de manera paulatina se han sucedido en el ecosistema. En el caso particular, algunos de estos cambios pudieran ser: a) disminución en la población de hospederos intermediarios; b) disminución en la de hospederos definitivos donde completar los ciclos de vida; c) cambios en la vegetación, lo cual altera el hábitat de hospederos; d) variaciones en la turbidez del agua, que determinan las abundancias del fitoplancton y por tanto del zooplancton.

## IX. CONCLUSIONES

- 1 La composición del registro helmintológico de *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich., lo constituyen 10 especies pertenecientes a 5 grupos de helmintos; tres especies de tremátodos: *Posthodiplostomum minimum*, *Allocreadium mexicanum* y *Diplostomum (Tylodelphys) sp.*; tres de nemátodos: *Spinitectus osorioi*, *Pseudocapillaria tomentosa* y *Eustrongylides sp.*; dos de céstodos: *Bothriocephalus acheilognathi* y plerocercoides del orden Protocephalidea gen. sp.; un acantocéfalo: *Polymorphus brevis* y un hirudíneo: *Myzobdella patzcuarensis*.
- 2 Del total de las especies obtenidas, el 50% se presentaron como estadios larvarios
- 3 El 60% de los parásitos registrados, se localizaron en un sitio diferente del intestino.
- 4 *Posthodiplostomum minimum* fue el parásito con mayor prevalencia y abundancia promedio a lo largo de los diez años de manera constante, lo cual permite establecer a esta especie como la más importante de las diez que parasitan a este aterínido
5. Las infracomunidades de helmintos intestinales se caracterizaron por ser de tipo depauperado. Asimismo, los índices de diversidad y de equidad son muy bajos a lo largo de los diez muestreos.
- 6 Los hospederos con cero o con una especie de parásitos intestinales constituyeron del 91.39% al 100% del total de la muestra.
- 7 Las infracomunidades de helmintos totales, también de tipo depauperado y con índices de diversidad y equidad muy bajos, resultaron dominadas por las metacercarias de *P. minimum*, con valores del índice de Berger – Parker de 0.72 a 0.96

8. En el 96.43 % de los peces que presentaron una sólo especie de helminto en cualquier hábitat, *P. minimum* fue el parásito presente.
9. El componente de comunidad de helmintos tanto intestinales como totales, resultó ser pobre, con valores bajos de abundancia, riqueza y diversidad.
10. *Spinitectus osorioi*, *A. mexicanum* y *B. acheilognathi* son las especies que dominan el componente de comunidad de helmintos intestinales, mientras que *P. minimum* es el tremátodo que lo hace para el caso del componente de comunidad de helmintos totales.
11. La riqueza y abundancia obtenidas para el componente de comunidad disminuyeron ligeramente hacia el último tercio de los diez años, lo que podría relacionarse con cambios en las condiciones bióticas y/o abióticas del lago.
12. A nivel de componente de comunidad, la similitud tanto cuantitativa como cualitativa es muy alta, debido en el primer caso, a las altas abundancias promedio y prevalencias con las que se presenta *P. minimum*. A nivel cualitativo, los índices de similitud indican que las especies compartidas en los primeros cinco años, son prácticamente las mismas; sin embargo, se aprecia una ligera disminución en los valores de dichos índices hacia la segunda mitad del periodo, particularmente en el último par de años, lo cual significa que además de la riqueza, el número de especies compartidas es cada vez menor.
13. Comparativamente, tanto las infracomunidades como el componente de comunidad descritos para *Chirostoma estor* durante los muestreos, se han mantenido depauperados, al igual que las correspondientes a todos los peces del Lago de Pátzcuaro que han sido estudiadas.
14. Es la primera vez que se realiza un seguimiento por diez años de la estructura de la comunidad de helmintos en peces dulceacuícolas, lo cual hace posible establecer predicciones concretas acerca de la riqueza y de la abundancia de dicha comunidad.

15. Los helmintos son indicadores indirectos de cambios ambientales en el Lago de Pátzcuaro; particularmente, la disminución de la riqueza y de la diversidad de la comunidad de parásitos a lo largo del tiempo, es evidencia de cambios bióticos y/o abióticos en este ecosistema

APÉNDICE I

Datos de sexo, longitud patrón y peso de los hospederos

n = 650	Número de hembras	Número de machos	Longitud (mm) mín. - máx. (promedio)	Peso (gr) mín. - máx. (promedio)
	342	308	90 - 305 (166)	7.2 - 621.9 (51.44)

APENDICE 2'

Tabla 1'. Valores de diversidad y equidad calculados al través del Índice de Shannon de las infracomunidades de helmintos intestinales de *Chirotostoma estor* en el lago de Pátzcuaro, Mich.

Parámetros	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Diversidad (Ind.de Shannon)	0.03 ± 0.15 (0 - 0.88)	0.02 ± 0.13 (0 - 0.65)	-	0.06 ± 0.21 (0 - 0.19)	0.02 ± 0.13 (0 - 0.5)	-	0.04 ± 0.17 (0 - 0.13)	0.008 ± 0.06 (0 - 0.44)	-	-
Equidad (Ind.de Shannon)	0.03 ± 0.15 (0 - 0.54)	0.02 ± 0.13 (0 - 0.65)	-	0.06 ± 0.21 (0 - 0.19)	0.02 ± 0.13 (0 - 1)	-	0.04 ± 0.17 (0 - 0.13)	.1 ± 0.06 (0 - 0.44)	-	-

Tabla 2'. Valores de diversidad y equidad calculados al través del Índice de Shannon de las infracomunidades de helmintos totales de *Chirotostoma estor* en el lago de Pátzcuaro, Mich.

Parámetros	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Diversidad (Ind de Shannon)	0.07 ± 0.1 (0 - 0.34)	0.22 ± 0.4 (0 - .34)	0.14 ± 0.3 (0 - .07)	0.28 ± 0.4 (0 - .02)	0.17 ± 0.3 (0 - .08)	0.17 ± 0.3 (0 - 0.6)	0.23 ± 0.4 (0 - .07)	0.04 ± 0.1 (0 - .07)	0.17 ± 0.3 (0 - .08)	0.2 ± 0.4 (0 - 0.3)
Equidad (Ind de Shannon)	0.06 ± 0.1 (0 - .34)	0.2 ± 0.3 (0 - 0.05)	0.15 ± 0.3 (0 - .07)	0.23 ± 0.3 (0 - .02)	0.15 ± 0.2 (0 - .08)	0.15 ± 0.3 (0 - .06)	0.2 ± 0.3 (0 - .07)	0.04 ± 0.1 (0 - .07)	0.16 ± 0.3 (0 - .08)	0.2 ± 0.3 (0 - 0.3)

Tabla 3'. Valores de diversidad y equidad calculados al través del Índice de Shannon del componente de comunidad de helmintos intestinales y totales de *Chirotostoma estor* en el lago de Pátzcuaro, Mich.

Año de muestreo	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Diversidad (Ind de Shannon) Intest.	1.75	1.47	1.83	1.14	1.73	1.14	1.62	0.95	0.25	0
Diversidad (Ind de Shannon) Totales	0.14	0.53	0.16	0.56	0.34	0.22	0.46	0.09	0.41	0.42
Equidad (Ind de Shannon) Intest.	0.88	0.74	0.92	0.87	0.86	0.57	0.81	0.6	0.16	0
Equidad (Ind de Shannon) Totales	0.46	0.17	0.05	0.17	0.11	0.07	0.15	0.04	0.16	0.21

38-B

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## LITERATURA CITADA

- Anderson, R. C.** 2000 *Nematode Parasites of Vertebrates. Their development and transmission.* CABI Publishing. 2ª edición. London. 650 pp
- Arredondo, F. J. L. y C. Aguilar.** 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en lagos mexicanos con especial énfasis en su ictiofauna *In:* Gómez Aguirre, S. y V. Arenas (eds.). *Contribuciones en Hidrobiología* UNAM: 91 – 113
- Barbour, C. D.** 1973. The Systematic and Evolution of the genus *Chirostoma* Swainson (Pisces: Atherinidae). *Tul. Stud. Zool. And Bot.* **18:** (3) 227 – 240.
- Bernal – Brooks, F.** 1998. The lakes of Michoacán (México): a brief history and alternative points of view. *Freshwater forum.* **10:** 20 – 34
- Brooks, D. R.** 1980. Allopatric speciation and non-interactive parasite community structure. *Syst. Zool.* **29:** 449 – 464
- Bush, A. O. and J. C. Holmes.** 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. *Can. J. Zool.* **64:** 132 – 141.
- Caballero, C. E.** 1940. Sanguijuelas del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie *Ilinobdella patzcuarensis*. XVI *An. Inst. Biol. Mex.* **11** 449 -- 464.
- Chacón, T. A., L.G. Ross and M. C. Beveridge.** 1989. Lake Patzcuaro, Mexico: results of a new morphometric study and its implications for productivity assessments. *Hydrobiology.* **184:** 125 - 132
- Chacón, T. A., R. Pérez y E. Muzquiz.** 1991. Síntesis limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Biología Acuática I*, Laboratorio de Biología Acuática. Escuela de Biología. U.M.S.N.H.: 48 pp
- Choudhury, A. and T. A. Dick.** 2000. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *Journal of Biogeography* **27:** 935 – 956.
- Choudhury, A. and G. Pérez-Ponce de León.** 2001. *Spinitectus osorioi* n. Sp (Nematoda: Cystidicolidae) from *Chirostoma* spp (Osteichthyes: Atherinidae) in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *J. Parasitol.* **87** (3): 648 - 655.
- De Buen, F.** 1944. Limnobiología de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. Mex.* XVI (1): 261 – 312.

- Dogiel, V. A.** 1964 *General Parasitology*. Oliver and Boyd, Edinburg. 343 pp.
- Dogiel, V. A., G. K. Petrushevski and Y. I. Polyanski.** 1961 *Parasitology of Fishes* (English translation). Edinburgh: Oliver & Boyd London. 1 – 47 pp.
- Esch, G. W.** 1971 Impact of ecological succession on the parasite fauna in centrarchids from oligotrophic and eutrophic systems *American Midland Naturalist*. **86**: 160 – 168
- Esch, G. W., C.R. Kennedy and J. M. Aho.** 1988 Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*. **96**: 519 – 532.
- Esch, G. W. and C. J. Fernandez.** 1993. *A Functional Biology of Parasitism*. Chapman y Hall New York: 337 pp
- Espinosa- Huerta, E.; L. García- Prieto and G. Pérez Ponce de León.** 1996 Helminth community structure of *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Atherinidae) in two Mexican lakes. *The Southwest Naturalist*. **41**: 288 – 292
- Flores-Barroeta, L.** 1953 Céstodos de Vertebrados I *Bothriocephalus manubriiformis* (Linton, 1889) *Ciencia* **8**: 31 – 36
- García, E.** 1973 *Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köpen*. Instituto de Geografía. UNAM. 246 pp.
- García de León, F.** 1985 Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépede en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Boletín CIC* 8. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo 8 – 15
- Guzmán – Cornejo, M. C. y L. García – Prieto.** 1999 Trematodiasis en algunos peces lago de Cuitzeo, Michoacán, México *Revista de Biología Tropical* **47**: 593 – 596
- Holmes, J. C. and R. Podesta.** 1968. The helminths of wolves and coyotes from the forested regions of Alberta. *Can. J. Zool.* **46**: 1193 – 1204.
- Janovy, J. Jr., R. E. Clopton and T. J. Percival.** 1992. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. *J. Parasitol.* **78** (4): 630 – 640
- Kennedy, C. R.** 1975 *Ecological animal parasitology*. Blackwell Scientific Pub Oxford. 163 pp.

- Kennedy, C. R.** 1990. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? *In: Parasite Communities: Patterns and Processes*. G. W. Esch (ed.) Chapman and Hall. London 335 pp.
- Kennedy, C. R.** 1995. Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology* **110**: 233 – 245.
- Kennedy, C. R., A. O. Bush and J. M. Aho.** 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*. **93**: 205 – 215
- Krebs, C. J.** 1989 *Ecological Methodology*. Harper and row Pub. U.S.A. 654 pp.
- Lamothe, A. R.** 1997. *Manual de Técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. AGT Editores. México, D.F. 43 pp
- Lizárraga, O. E. y P. Tamayo.** 1988. Análisis de la producción pesquera del lago de Pátzcuaro, Michoacán en el periodo 1980 – 1987. Informe de Labores. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras- Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca 49 – 70 pp
- Lizárraga, O. E. y P. Tamayo.** 1990. Aspectos poblacionales del pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan, 1879) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, durante un ciclo anual. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca 5 – 27 pp.
- Lot, A. y A. Novelo.** 1988. Vegetación y flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. México. *The Southwestern Naturalist*. **33** (2): 167 – 175.
- Magurran, E. A.** 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.
- Margolis, L.G., W. Esch, J. C. Holmes, M. A. Kurriss and A. G. Schad.** 1982. The use of ecological terms in Parasitology. *J. Parasitol.* **68** (1): 131 – 133
- Mendoza- Garfías, B., L. García- Prieto y G. Pérez-Ponce de León.** 1996. Helmintos de la “acúmara” *Algansea lacustris* en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. México. *Anales del instituto de Biología, UNAM (Serie Zoología)* **67**: 77 – 88.
- Moravec, F.** 1998 *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Academia Praga 464 pp.
- Moravec, F.** 2001 *Trichinelloid Nematodes: Parasitic in cold- blooded vertebrates*. Academia. Praha. 429 pp.

- Moravec, F., G. Salgado-Maldonado and D. Osorio-Sarabia.** 2000. Records of the bird capillariid Nematode *Ornithocapillaria appendiculata* (Freitas, 1933) *n.comb* from freshwater fishes in Mexico, with remarks on *Capillaria patzcuarensis* Osorio – Sarabia *et al.*, 1986. *Systematic Parasitology* **45**: 53 – 59 pp.
- Noble, N. E. and E. Noble.** 1989. *Parasitology. The biology of animal parasites.* Lea and Febiger, London 574 pp.
- Osorio-Sarabia, D., G. Pérez-Ponce de León y G. Salgado-Maldonado.** 1986 a Helmintos de peces del lago de Pátzcuaro, Michoacán. I Helmintos de *Chirostoma estor* en el "pescado blanco". *Taxonomía. Anales del Instituto de Biología (Serie Zoología)* U.N.A.M. **57**: 61 – 92.
- Osorio-Sarabia, D., G. Pérez-Ponce de León y L. García.** 1986 b. Helmintos de peces en Pátzcuaro, Michoacán II. Estudio histopatológico de la lesión causada por metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en hígado de *Chirostoma estor* *An. Inst. Biol Mex* **57**: Ser Zool (2): 247 – 260.
- Pérez - Ponce de León, G.** 1995. Host – induced morphological variability in adult *Posthodiplostomum minimum* (Digenea Neodiplostomidae). *Journal of Parasitology*. **85**: 818 – 820
- Pérez-Ponce de León, G., D. Osorio-Sarabia y L. García-Prieto.** 1992. Helminthofauna del "juile" *Rhamdia guatemalensis* (Pisces: Pimelodidae) del Lago de Catemaco, Veracruz. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat* **43**: 25 -31.
- Pérez-Ponce de León, G., B. Mendoza-Garfias and G. Pulido-Flores.** 1994 Helminths of the "charal prieto", *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Atherinidae) from Patzcuaro Lake, Michoacan, Mexico. *J. Helminthol. Soc. Wash.* **61**: 139 – 141.
- Pérez- Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León – Rêgagnon.** 1996. *Listado Faunístico de México VI Helmintos Parásitos de Peces de aguas continentales de México.* México: Instituto de Biología. UNAM 100 pp
- Pérez- Ponce de León, G., L. García-Prieto, V. León-Rêgagnon and 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. y L. García-Prieto.** 2001 Los parásitos en el contexto de la Biodiversidad y la Conservación. *Biodiversitas.* CONABIO. **6** (34): 11 – 15
- Pérez- Ponce de León, G., A. Jiménez-Ruiz, B. Mendoza-Garfias and L. García – Prieto.** 2001 Helminth parasites of garter snakes and mud turtles from several localities of the Mesa Central of Mexico. *Comp.Parasitol.* **68**: 9 - 20.

- Price, W. P.** 1980. *Evolutionary Biology of Parasites*. Monographs in Population Biology 15. Princeton University Press New Jersey. 237 pp.
- Pulido, F. G.** 1994. Helmintos de *Rana dunni* especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Mich. México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*. México. Ser Zool, 65 (1): 205-207 pp.
- Ramírez-Casillas, L. P.** 1987. Helmintofauna de la "lobina" *Micropterus salmoides* Lacépède en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala, UNAM 102 pp.
- Rojas, P. E., G. Pérez-Ponce de León and L. García-Prieto.** 1997. Helminth community structure of some freshwater fishes from Pátzcuaro, Michoacán, México. *Tropical Ecology* 38: 129 - 131
- Rosas, M. M.** 1970. Pescado blanco (*Chirostoma estor*) Sec. Ind. y Com. Comisión Nacional de Pesca. Boletín 29 pp
- 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 pp.
- Salgado, M. G.** 1980. Acantocéfalos de aves I. Sobre la morfología de *Arhythmorhynchus Brevis* Van Cleave, 1916 (Acanthocephala: Polymorphidae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser Zool.* 51 (1): 85 – 94
- Salgado, M. G., S. Guillén y D. Osorio** 1986. Presencia de *Bothriocephalus Acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Céstoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. *An. Inst. Biol. Mex.* 57: Ser. Zool. (1): 213 – 218
- Salgado, M. G. y D. Osorio-Sarabia** 1987. Helmintos de peces en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Ciencia y Desarrollo.* 74: 41 - 57.
- Salgado-Maldonado, G. and C. R. Kennedy.** 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatán Peninsula, México. *Parasitology.* 112: 581 - 590
- Schmidt, D. G.** 1986. *Handbook of tapeworm identification*. CRC Press, Inc. Boca Ratón, Florida. 675 pp
- Toledo, M. V. y Barrera - Bassols, I.** 1984. *Ecología y desarrollo urbano en Pátzcuaro*. Instituto de Biología, UNAM México 224 pp.
- Whitfield, P. J.** 1979. *The biology of parasitism*. Edward Arnold. London. 277 pp.

**Yamaguti, S.** 1961. *Systema helminthum*. Vol. III The Nematodes of Vertebrates Part I  
Intersc. Pub. Inc. Nueva York. 679 pp.

**Yamaguti, S.** 1971. *Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku Pub. Co.  
Tokio I, II. 1076 pp