



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SOBRE LOS RECURSOS NATURALES**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN LIMNOLOGÍA Y ACUICULTURA**

**“ESTUDIO ESPACIAL DE LA INCIDENCIA DE
PARÁSITOS HELMINTOS EN PECES TIRO
(*Goodea atripinnis*)
DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
LIMNOLOGÍA Y ACUICULTURA**

PRESENTA

M.V.Z. ROBERTO MARCOS ANTONIO

DIRECTORA DE TESIS

M. C. MARIA ELENA GRANADOS GARCÍA

MORELIA, MICHOACÁN., MÉXICO;
NOVIEMBRE 2008



A LAS COMUNIDADES RIBEREÑAS QUE HABITAN EL
LAGO DE PATAZCUARO

A MI QUERIDA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLAS DE HIDALGO QUE UNA VEZ MAS ME DIO LA
OPURTUNIDAD DE REALIZAR OTRO GRAN SUEÑO Y DE
QUIEN SIEMPRE ESTARE INFINITAMENTE
AGRADECIDO

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. María Elena Granados García, directora de este trabajo, por todo el apoyo recibido, tanto en lo académico, como en lo personal.

A la Biol. Mar. Claudia Zúñiga Pacheco, Ex directora del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Pátzcuaro, por haberme permitido hacer uso de las instalaciones a su cargo.

Al Biol. Martin Arceo Zataray del Centro Acuícola de Pátzcuaro dependiente de la SAGARPA, por facilitarme la lancha en la cual realice lo muestreos de campo.

Al Ingeniero Químico, Sergio Sabanero por su apoyo en el laboratorio del CRIP, Pátzcuaro.

A Don Lencho y Don Nico, por el apoyo recibido en el trabajo de campo principalmente en la colecta de lo peces.

Al Dr. Gerardo Pérez-Ponce de León, por ayudarme a identificar los parásitos helmintos colectados y por otorgarme numero de catalogo para los mismos y por quien siempre tendré un respeto muy especial por su dedicación en el campo de la investigación.

Al Dr. Fernando W. Bernal Brooks, integrante de la mesa sinodal, por sus valiosos comentarios al presente trabajo, su interés por mejorarlo y sobretodo por brindarme su amistad y apoyo.

Al M.C. Javier Alvarado Díaz y a la M.C. Anabel Huipe Ramos, por aceptar formar parte de la mesa de sínodo.

Al M.V.Z. Raymundo Sánchez Rodríguez y a la Lic. Leticia Padilla Gil, por su apoyo incondicional y por brindarme su amistad.

A mis grandes amigos Dr. Rodolfo Lucio, M.C. Heriberto Medina, M.C. Brenda Utrilla, y Pasante de Biol. Caludia, por todo el apoyo recibido tanto económico, como académico, por sus comentarios y consejos.

Al M.C. Orlando Vallejo Figueroa, por ser un gran ejemplo a seguir para mí.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
	2.1 Relación Huésped-Patógeno.....	3
	2.2 Los parásitos en peces mexicanos.....	4
	2.3 Estudio de helmintos en el lago de Pátzcuaro.....	5
	2.4 Biología del hospedero.....	9
	2.4.1 Familia Goodeidae.....	9
	2.4.2 <i>Goodea atripinnis</i>	9
	2.4.3 Hábitat.....	10
	2.4.4 Biología.....	10
	2.4.5 Alimentación.....	10
III.	JUSTIFICACIÓN.....	14
IV.	OBJETIVOS.....	14
V.	METODOLOGIA.....	15
	5.1 Descripción de los sitios de muestreo.....	15
	5.2 Material.....	16
	5.3 Colecta y revisión de hospederos.....	16
	5.4 Identificación de parásitos.....	17
	5.5 Caracterización de las infecciones.....	18
VI.	RESULTADOS.....	19
	6.1 Registro helmintológico.....	19
	6.2 Caracterización taxonómica de los helmintos.....	20

6.2.1	<i>Posthodiplostomum minimum</i>	20
6.2.2	<i>Proteocephalus sp.</i>	22
6.2.3	<i>Ligula intestinalis</i>	24
6.2.4	<i>Rhabdochona lichtenfelsi</i>	26
6.2.5	<i>Eustrongylides sp.</i>	27
6.2.6	<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	29
6.3	Caracterización de las infecciones.....	32
6.3.1	Helmintos colectados en órganos.....	32
6.3.2	Helmintos totales.....	33
6.3.3	Muestreos espaciales.....	36
VII.	DISCUSIÓN.....	39
7.1	Registro helmintológico.....	39
7.2	Caracterización de la infección.....	42
7.3	Análisis de comunidades.....	43
VIII.	CONCLUSIONES.....	44
	APÉNDICE 1.....	46
IX.	LITERATURA CITADA.....	47

ESTUDIO ESPACIAL DE LA INCIDENCIA DE PARÁSITOS HELMINTOS EN PECES TIRO (*Goodea atripinnis*) DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN

Roberto Marcos Antonio
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA-UMSNH)

Resumen

El presente trabajo contiene un diagnóstico de la parasitosis del tiro ***Goodea atripinnis*** en cuatro sitios específicos del lago de Pátzcuaro Michoacán (Punta Santiago, Jarácuaro, Ucasanastacua y Santa Fe). La colecta de ejemplares se realizó durante la época de lluvias (mayo – noviembre) del 2007, mediante una red tipo chinchorro, de 30 m por 2 m y abertura de malla de 0.5 cm. colectándose un total de 66 peces. Se realizó una revisión externa e interna de los organismos que permitió cuantificar e identificar los helmintos presentes. Encontrando un total de seis especies de helmintos, pertenecientes a cuatro grupos: nemátodos, tremátodos, cestodos e hirudíneos. De acuerdo al total de hospederos estudiados, la abundancia de ***Posthodiplostomum minimum*** en su forma de metacercaria representa el parásito que ataca en mayor cantidad al tiro ***G. atripinnis***, y en forma secundaria el adulto de ***Rhabdochona lichtenfelsi***.

Palabras clave: Pátzcuaro, Lago, Helmintos, Peces, Goodeidae

I. INTRODUCCIÓN

El parasitismo es una forma de vida que se ha originado entre los distintos grupos zoológicos y probablemente en diferentes épocas. La helmintología forma parte del área de la parasitología animal y se ocupa del estudio de los llamados “gusanos” parásitos del hombre, animales y plantas (Salgado y Osorio, 1987).

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

Las comunidades de helmintos en peces de agua dulce son significativamente más pobres en cuanto al número de especies, abundancia y diversidad en comparación con otras clases de vertebrados, en particular aves y mamíferos. En el caso de los peces, se considera que la simplicidad del tubo digestivo ofrece menor número de sitios por ocupar, su carácter ectodérmico 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 (Kennedy *et al.*, 1986).

El conocimiento de los parásitos que infectan a un hospedero o grupos de hospederos es un fuerte indicio de las relaciones tróficas en un ecosistema, ya

que se puede conocer de qué organismos se alimenta el hospedero y a cuáles sirve de alimento, con lo cual el parásito podría completar su ciclo de vida.

Así, el conocimiento de la frecuencia y localización de helmintos parásitos del tiro (*Goodea atripinnis*) en el lago de Pátzcuaro contribuirá a conocer la relación huésped parásito establecida entre esta especie de goodeido y los gusanos helmintos, presentes en el lugar.

Los estudios realizados sobre los parásitos de Pátzcuaro abarcan el sentido temporal más no así el espacial. Por esta razón, el presente estudio da inicio a un análisis por localidad dentro del mismo lago.

II ANTECEDENTES

2.1. Relación Huésped-Patógeno

Rohde (1993) define al parasitismo como una estrecha asociación entre dos organismos, uno de los cuales (el parásito) depende del otro (el hospedero) y como resultado de esta relación existen beneficios para el primero y daño para el segundo.

Los parásitos (hongos, protozoarios, crustáceos y helmintos), se fijan al hospedero por medio de órganos especiales, como las ventosas. La penetración en el hospedero es el primer paso para que un organismo patógeno se multiplique e invada los órganos vitales. Esto normalmente ocurre por medio de la ingestión, ruptura de piel, traspasamiento de las láminas branquiales o penetración de las membranas en los huevecillos. La muerte del hospedero o sobrevivencia dependerá de su capacidad de resistir la infección (Pillay, 2004).

Como una muestra de la gran diversidad existente entre parásitos, el grupo de los helmintos, incluye organismos vermiformes que pueden ser parásitos del hombre, animales y plantas y aunque en la naturaleza infectan a individuos o poblaciones, es muy difícil comprobar el daño que ocasionan ya que pueden estar provocando efectos negativos poco evidentes (Lira, 2002).

Los peces pueden ser parasitados por helmintos de acuerdo a dos estrategias de colonización: autogenia, especies que cierran su ciclo de vida en un ambiente acuático y por lo tanto alcanzan su madurez sexual en peces, anfibios y reptiles; alogenia, especies que utilizan como hospederos definitivos a vertebrados externos al ambiente acuático. Estos últimos tienen un mayor potencial de colonización debido a su capacidad de traspasar barreras geográficas.

Otro factor importante es el grado de especificidad de los parásitos hacia los hospederos de acuerdo a su capacidad de transmisión: generalistas, aquellos que

parasitan a diferentes especies de hospederos y por tanto poseen una mayor capacidad de transmisión; mientras los especialistas invaden una especie en particular y poseen por tanto, una transmisión restringida (Esch *et al.* 1990; Kennedy, 1990).

La dieta del hospedero como factor estructurador de gran parte de las comunidades de helmintos estudiados 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, los selectivos presentan una dieta 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, 1989).

El establecimiento de la estructura de las comunidades de helmintos responde asimismo a la vagilidad del hospedero, ya que el desplazamiento comprende áreas extensas y diversos lugares, o restringirse a movimientos locales sobre áreas pequeñas. Lo primero le permite al hospedero ampliar su exposición a diferentes parásitos en sus distintos sitios de distribución (Kennedy, 1990).

2.2. Los parásitos en peces mexicanos

Entre las principales helmintiasis que afectan a los peces dulceacuícolas de México se encuentran las metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921), este parásito fue estudiado por Dubois (1936). *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) aparece reportado en el estudio de Braun (1899) y *Diplostomum tylocephalum* estudiado por Diesing (1850). Las tres especies mencionadas se han registrado en 25, 33 y 4 especies de peces respectivamente (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

Flores y Flores (2003) en un estudio recapitulativo de parásitos en México, describen la fauna parasitológica representada por monogéneos. El registro comprende 32 especies y cinco géneros distribuidos en 21 estados de la República Mexicana, como parásitos de 43 diferentes especies de peces, agrupados en 12 familias y dos elasmobranquios de la familia Rhinobatidae. El 53.4% de los peces parasitados corresponden a las familias de los Cichlidae, Cyprinidae (11.6%) y Serranidae (9.3%).

2.3. Estudios de helmintos en el lago de Pátzcuaro

La región del lago de Pátzcuaro ha sido objeto de estudio desde muy diferentes puntos de vista, en áreas tan diversas como geología, botánica, zoología, sociología, economía. Los trabajos del Dr. Eduardo Caballero marcan la etapa inicial de las investigaciones helmintológicas en este ecosistema lacustre detectando en 1940, la presencia de la sanguijuela *Illinobdella patzcuarensis* en el pez blanco (Ancona *et al*, 1940).

Flores (1953) descubrió formas larvianas del céstodo *Ligula intestinalis* en la cavidad abdominal del pescado blanco de Pátzcuaro. Posteriormente, Chávez y Osorio (1979) observaron la presencia de metacercarias de tremátodos, formas diplostómulas en el cerebro y en el hígado del pez blanco en el lago de Pátzcuaro. Osorio (1984) por su parte estudió un tipo de dermatitis humana en Erongarícuaro y determinó la causa en una cercaría, semejante a *Cercaría phyase*.

Salgado y Osorio (1987) realizaron un muestreo en el lago de Pátzcuaro en 216 ejemplares de *Menidia estor*, 178 de *Goodea atripinnis*, 209 de *Micropterus salmoides* y 184 de *Cyprinus carpio*; Detectando la presencia de 14 especies de helmintos; cinco especies de tremátodos (tres en formas larvianas y dos en adultos); dos especies de céstodos adultos; una especie de acantocéfalo en estado larvario; cinco especies de nemátodos (tres formas larvianas y dos adultos) y, además, una sanguijuela (*Annelida hirudínea*) (cuadro 1).

Cuadro 1 Parásitos en peces del Lago de Pátzcuaro. (Salgado y Osorio, 1987)

HOSPEDERO	PARASITO	LOCALIZACION ANATOMICA
Tremátodos		
<i>M. estor, estor</i>	<i>Posthodiplostomum minimum</i>	Hígado, músculo, ojo, cerebro
<i>M. salmoides</i>	<i>Diplostomulum ssp.</i>	Cerebro
<i>G. atripinnis</i>	<i>Allocreadium mexicanum</i>	Estómago e intestino
	<i>Crepidostomum cooperi</i>	Ciegos pilóricos e intestino
	<i>Clinostomum complanatum</i>	Hígado
Cestodos		
<i>M. estor, M. salmoides</i>	<i>Bothriocephalus acheilognati</i>	Intestino
<i>C. carpio, G. atripinnis y M. salmoides</i>	<i>Proteocephalus pusillus</i>	Intestino
Acantocéfalos		
<i>M. estor, G. atripinnis, M. salmoides y C. carpio</i>	<i>Arhythmorhynchus brevis</i>	Hígado e intestino
Nemátodos		
<i>M. estor</i>	<i>Spinitectus carolini</i>	Intestino
<i>G. atripinnis M.</i>	<i>Spiroxys sp.</i>	Intestino

<i>salmoides</i> y <i>C. carpio</i>		
<i>M. estor</i> , <i>G. atripinnis</i> , <i>C. carpio</i>	<i>Capillaria patzcuarensis</i>	Intestino
<i>G. atripinnis</i>	<i>Rhabdochona kidderi</i>	Intestino
<i>G. atripinnis</i> , <i>M. salmoides</i> y <i>C. carpio</i>	<i>Eustrongylides sp.</i>	Músculo
Anélidos		
<i>M. estor</i> y <i>G. atripinnis</i>	<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	Boca y aletas

Mejía (1987) realizó el primer estudio sobre la helmintofauna del “Tiro”, *Goodea atripinnis*, en el lago de Pátzcuaro, encontrando ocho especies endoparásito y una ectoparásita para *G. luitpoldii*: *P minimum*, *C complanatum*, *P pusillus*, *A brevis*, *C patzcuarensis*, *Spiroxys sp.* *Eustrongylides sp.* *R milleri* y *M patzcuarensis*.

Peresbarbosa en 1992, describe la estructura de la comunidad de helmintos en tres especies de Godeidos del lago de Pátzcuaro, *Allophorus robustus*, *Neophorus diaza* y *Goodea atripinnis*. Registrando para *G. atripinnis* un total de cuatro especies de helmintos: *P minimum*, *Protocephalidae*, *Spiroxys sp.* y *R milleri*.

Pérez-Ponce (1992) en su estudio sobre la ocurrencia del género *Posthodiplostomum* en el lago de Pátzcuaro, incluye su descripción biológica y su ecología parasitaria.

Melendez y Rosas (1995) describen algunos aspectos ecológicos de las helmintiasis que afectan a las principales especies de peces endémicas de lago de Pátzcuaro, entre ellas al tiro *G. atripinnis*, encontrando nueve especies de

parásitos para esta, dos trematodos: *Posthodiplostomum minimum* y *Ochetosoma sp.*, dos céstodos: *Protrocephalidae* y *Ligula intestinalis.*, un acanthocephalo: *Arhythmorhynchus brevis.*, tres trematodos: *Eustrongylides sp.*, *Spiroxys sp.*, *Rhaddochona (F.) milleri .*, y un hirudineo: *Myzobdella patzcuarensis*

Arizmendi (2002) realizó un análisis de la estructura de la comunidad de helmintos del pez blanco (*Menidia estor*) en el lago de Pátzcuaro, a lo largo de diez años y registró 10 especies de helmintos. Dentro de los tremátodos se encontraron tres especies, dos en estado metacercaria: *P minimum* y *Diplostomum sp.* y una en estado adulto *A mexicanum*; dos especies de céstodos, una como adulto *B acheilognati* y un plerocercarioide *Protrocephalidae sp.*; un acantocéfalo en etapa cisticanto *Polymorphus brevis*; tres nemátodos, dos adultos; *Spinitectus osorioi* y *Pseudocapillaria tomentosa* y la larva de *Eustrongylides sp.*; finalmente un hirudíneo adulto: *Myzobdella patzcuarensis*.

Lira (2002) realizó un estudio helmintológico en seis localidades de la Mesa Central de México, mediante la colecta de siete especies de peces pertenecientes a la familia Atherinidae: *Menidia attenuatum*, *M. estor* (lagos de Pátzcuaro y Zirahuén). *C. grandocule* (lago de Pátzcuaro); *C. jordani* (lago de Cuitzeo); *C. humboldtianum* (lago de Zacapu); en el estado de Michoacán y en el estado de Puebla, *Poblana letholepis* (lago la Mina) y *P. alchichica squamata* (lago Chuechulac). Este trabajo reporta 15 especies de helmintos, que incluye seis tremátodos; tres céstodos; un acantocéfalo; cuatro de nemátodos y un hirudíneo.

2.4. Biología del Hospedero

2.4.1. Familia Goodeidae

De acuerdo con Álvarez (1972) el Valle de México fue cubierto por el Océano Atlántico al final del periodo Cretácico y un subsecuente levantamiento continental dio por resultado la formación de numerosas lagunas estuarinas en la Altiplanicie habitadas por peces de las familias Atherinidae y Cyprinodontidae. Como resultado de una pérdida progresiva de salinidad por la continua lluvia, junto con los procesos de aislamiento debido a la actividad volcánica, solamente el género *Chirostoma* (*Menidia*, Miller *et al*, 2005) y la familia *Goodeidae* sobrevivieron a la transformación ecológica lo que dio lugar a una gran diversidad de géneros taxonómicos como es el caso de los *Goodeidae* y una diversidad de especies como en el caso de *Chirostoma*.

Los tiros y las cheguas son peces de la familia *Goodeidae*, que agrupa peces dulceacuícolas, exclusivamente mexicanos, y se caracterizan por un marcado dimorfismo sexual, cortejo nupcial y viviparidad. Estos fenómenos conllevan una serie de adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas propias del grupo (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986). Estos peces son abundantes en las aguas dulces del país, en el lago se encuentran tres especies: *Goodea atripinnis* (tiro), *Allophorus robustus* (chehua) y *Allotoca diazi* (choromu). Los godeidos son pequeños, con una talla de 60 a 160 milímetros en el lago de Pátzcuaro. La reproducción se lleva a cabo de febrero a julio, en tallas que van de 70 a 130 milímetros (Mendoza, 1962).

2.4.2. *Goodea atripinnis*

Pez conocido con el nombre Purépecha de “tiro”. De 13-15 centímetros de longitud, los machos son más pequeños; presentan cuerpo alto, grueso en la proximidad de la región cefálica, que se adelgaza y comprime posteriormente; presenta pedúnculo caudal corto, robusto y muy comprimido. La cabeza

deprimida, parte superior plana, boca pequeña, mandíbula inferior que rebasa ligeramente a la superior, ojos grandes, dientes faríngeos bien desarrollados, aparato digestivo muy largo, que llega a medir hasta 90 cm. No existe diferenciación entre esófago, estómago e intestino. Escamas cuadradas, de 32-39 longitudinales y de 40-56 branquiespinas. La aleta dorsal posee 12-14 radios, opuesta y muy parecida a la anal con 12-13 radios, pectorales muy cortas, ventrales pequeñas, la caudal es amplia (Rosas, 1976).

2.4.3. Hábitat.

Se les encuentra en aguas lénticas, templadas o semicalidas, neutras o alcalinas, de fondo lodoso, poca profundidad, con abundante maleza acuática.

2.4.4. Biología.

Pez vivíparo que se reproduce durante todo el año, con mayor intensidad en los meses cálidos del año. Existe dimorfismo sexual: la hembra es más grande y más oscura que el macho. La camada incluye 20 embriones por hembra. El estado adulto lo alcanzan a los dos años.

2.4.5 Alimentación.

Bentófago, come principalmente restos de plantas vasculares que se encuentran en el fondo lodoso, considerándose como especie selectiva en sus dietas, alimentándose todo el día de forma más o menos ininterrumpida. Y al mismo tiempo ingiere la fauna acompañante, compuesta por crustáceos, ostrácodos, insectos y materia orgánica (Nepita, 1993; Peresbarbosa, 1992).

2.5 El lago de Pátzcuaro

2.5.1 Ubicación geográfica

El lago de Pátzcuaro se sitúa en el altiplano Mexicano a 360 km al noreste de la ciudad de México, entre las coordenadas 245000E, 2185000N y 197000E, 2140000N. (Fig. 1).

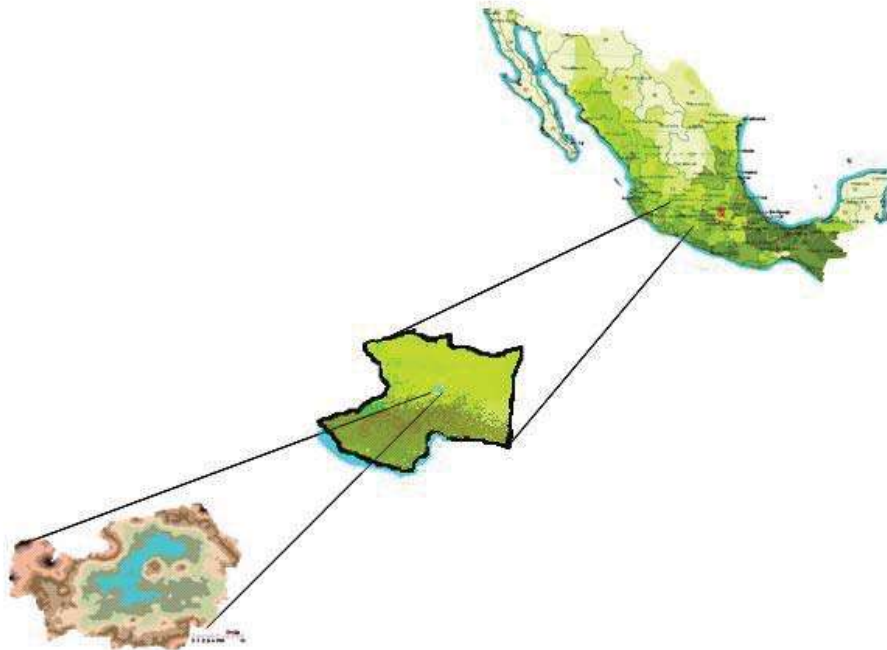


Figura 1. Ubicación del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Desde la época prehispánica se pone de manifiesto, a través de los relatos que hacen los cronistas, que la pesca era una actividad cotidiana entre el pueblo Purépecha, y que la realizaban con gran conocimiento. Actualmente la pesquería del lago se clasifica como artesanal o de pequeña escala (Orbe y Acevedo, 1991).

Los recursos pesqueros se destinan a el abasto familiar y la comercialización. La pesca en el lago de Pátzcuaro presenta dos temporadas, una alta que abarca los

meses de enero a junio, período que coincide con la reproducción de la mayoría de las especies y otra baja en los meses restantes (Orbe y Acevedo, 2002).

2.5.2. Clima

Templado, con lluvias en verano. El área se caracteriza por presentar temperaturas medias de 16°C, máximas de 37°C y mínimas de 5°C; la precipitación anual es de 900 a 1400 milímetros, la mayor parte de la cual ocurre durante el periodo que va de fines de mayo a octubre y que alterna con una estación seca, de noviembre a principios de mayo (Toledo y Barrera-Bassols, 1984). Durante el año la temperatura del lago varía de 15 - 25°C, de la superficie al fondo es bastante homogénea, lo que indica una circulación continua del agua a lo largo del año (Alcocer y Bernal-Brooks, 2002).

2.5.3 Morfometría

El lago de Pátzcuaro se encuentra en una región cerrada, sin salidas superficiales aparentes (Bradbury, 2000; Gómez-Tagle, 1997)). Durante las últimas décadas ese cuerpo de agua ha mostrado un descenso de nivel de 2,041 a 2,035 m.s.n.m. (Bernal-Brooks, *et al.*, 2001). Chacón (1993) estima que para 1986-1988 la superficie de aguas abiertas libres de vegetación acuática era de 82.9 km², de los cuales 30.3 km² corresponden al Seno norte, 24.4 km² al cuello y 28.2km² a los Senos ubicados en el sur. Los 47.1 km² restantes de la superficie total del lago quedan repartido en superficies de las islas, zonas de vegetación acuática emergente y áreas de anegamiento.

2.5.4 Calidad del agua

El lago en su evolución natural pasó de ser oligotrófico de aguas claras y limpias a ser un lago mesotrófico, condición que alcanzó en los últimos años, lo que se observa al revisar algunos parámetros físico-químicos del agua como la visibilidad, que hace 50 años era de más de dos metros y que actualmente oscila entre 0.2 y 0.5 metros. Esta disminución se debe principalmente a los sólidos suspendidos, producto de la fácil resuspensión en un ambiente cada vez más somero. El lago

es receptor de sedimentos, aguas negras, fertilizantes que aumentan al no tener salida, lo que causa el deterioro paulatino de la calidad el agua.

2.5.6 Ictiofauna

En el lago se encuentran especies nativas e introducidas, algunas de importancia comercial y pesquera. La ictiofauna nativa está representada por pez blanco, *Menidia estor*, charal blanco, *Menidia grandocule*, charal pinto, *Menidia patzcuaro*, charal prieto, *Chirostoma attenuatum*, tiro, *Goodea atripinnis*. chegua, *Allophorus robustus*, choromu, *Allotoca diazi*, acúmara *Algansea lacustris* y un anfibio, el achoque, *Ambystoma dumerili*. Las especies introducidas son: carpa común, *Cyprinus carpio*, lobina negra, *Micropterus salmoides*, tilapia, *Oreochromis aureus* y un charal, *Chirostoma humboldtianum*, (cuadro 2).

Cuadro 2. Ictiofauna nativa del lago de Pátzcuaro, (Miller *et al*, 2005), e ictiofauna introducida.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Especies nativas		
Pez blanco	<i>Menidia estor</i>	Atherinopsidae
Charal del lago	<i>Menidia grandocule</i>	Atherinopsidae
Charal pinto	<i>Menidia patzcuaro</i>	Atherinopsidae
Charal prieto	<i>Menidia attenuata</i>	Atherinopsidae
Acúmara	<i>Algansea lacustris</i>	Cyprinidae
Tiro	<i>Goodea atripinnis</i>	Goodeidae
Chegua	<i>Allophorus robustus</i>	Goodeidae
Choromu	<i>Allotoca diazi</i>	Goodeidae
Especies introducidas		
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Centrarchidae
Tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	Cichlidae
Charal	<i>Chirostoma humboldtianum</i>	Atherinidae

III JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto propone la realización de un estudio sobre la incidencia de parásitos helmintos en el tiro (*Goodea atripinnis*) del lago de Pátzcuaro con el objeto de conocer los tipos de helmintos que lo parasitan, siendo esta la primera vez que se realiza un estudio espacial mediante muestreo directo en diferentes sitios específicos en éste cuerpo de agua y con ello respaldar las actividades futuras de acuacultura regional de especies nativas mexicanas.

IV OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar la incidencia de parásitos en el pez tiro (*G. atripinnis*) en diferentes sitios específicos del lago de Pátzcuaro.

1.2 Objetivos particulares

- 4.2.1 Determinar los principales órganos afectados del tiro *G. atripinnis* por los helmintos parásitos.
- 4.2.1 Caracterizar las infecciones ocasionadas por helmintos en tiro *G. atripinnis* mediante parámetros ecológicos como prevalencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad
- 4.2.3 Describir y analizar la estructura de las comunidades de helmintos en tiro *G. atripinnis* para cuatro sitios específicos del lago de Pátzcuaro.

V. METODOLOGIA

5.1 Descripción de los sitios de muestreo

Las colectas de tiro (*G. atripinnis*) se llevaron a cabo durante la época de lluvias (mayo-octubre) de 2007. Se seleccionaron cuatro sitios específicos del lago de Pátzcuaro (fig. 2) donde cada uno está en un área representativa.

Sitio 1. Punta Santiago, con abundancia de aves ictiófagas y por tanto se considera se encuentre una gran variedad de parásitos, considerando la hipótesis de que las heces fecales de estas especies intermediarias generan un foco de dispersión de parásitos.

Sitio 2. Isla de Jarácuaro, con un área principal para la pesquería de godeidos ya que en este punto se presenta poca profundidad, aguas lénticas, abundancia de malezas acuáticas y por tanto el hábitat idóneo del tiro y de moluscos (caracoles) que sirven como hospederos intermediarios.

Sitio 3. Ucasanastacua, que se encuentra en la parte media del lago de Pátzcuaro, y al igual que Jarácuaro presenta condiciones similares.

Sitio 4. Santa Fe, en la parte norte del lago, en esta parte del lago, se ha observado que las aguas son mas claras, oxigenadas (Rosas, 1990), existe menor presencia de aves, además de que es la parte más profunda del lago (Orbe y Acevedo, 2002), y por tanto se considera que no se encontrara tanta diversidad de parásitos o gran cantidad de ellos.

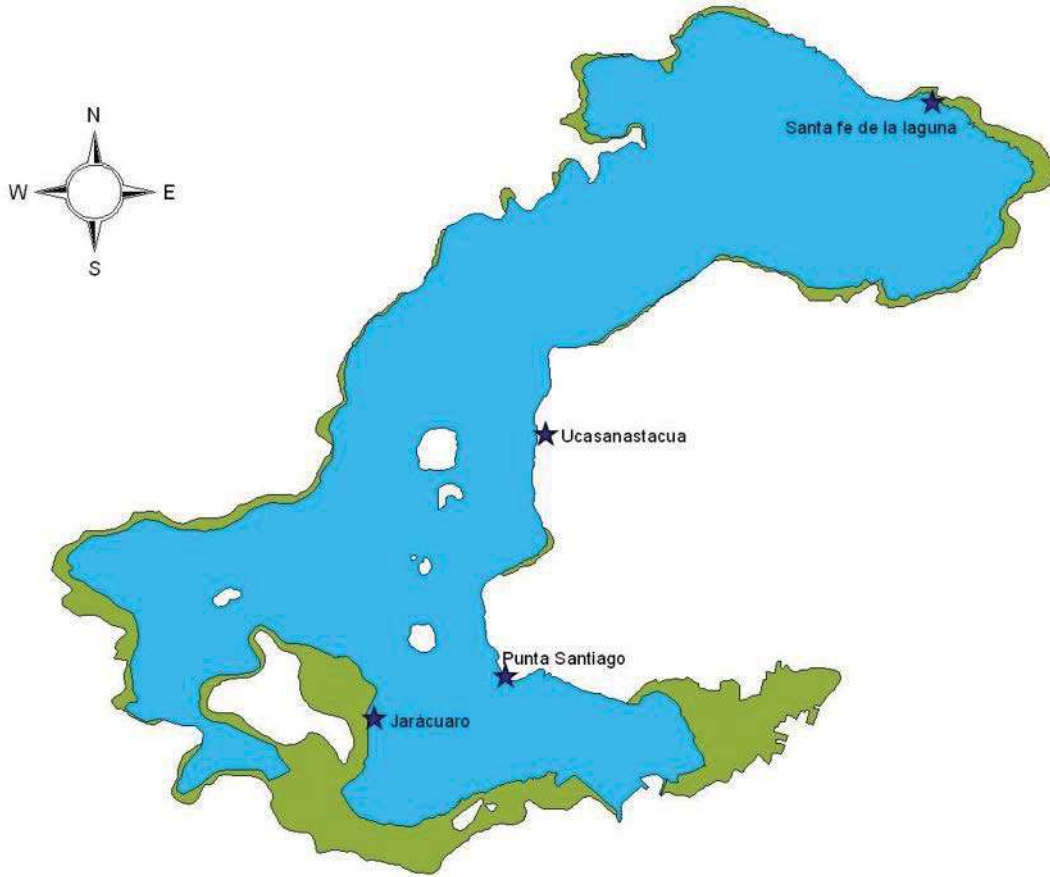


Figura 2 Sitios de muestreo en el lago de Pátzcuaro

5.2 Material

Las muestras de peces capturados con chinchorro fueron transportadas al laboratorio en una hielera. El equipo utilizado en el laboratorio consistió en un microscopio estereoscópico, balanza granataria, regla, estuche de disección, libreta de campo, alcohol al 70%, una vela, cajas de petri, portaobjetos y pequeños frascos para coleccionar los parásitos.

5.3 Colecta y revisión de hospederos

Los hospederos se obtuvieron a través de captura directa, utilizando dos artes de pesca el chinchorro y la red mariposa, colectándose un total de 67 ejemplares.

A los 67 ejemplares obtenidos se les practicó una revisión externa e interna para cuantificar e identificar helmintos. La revisión externa consistió en observar cuidadosamente la superficie del cuerpo (aletas, escamas) y orificios (boca, ano y opérculos). 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, mismas que también fueron examinadas cuidadosamente. Los ojos fueron retirados de sus cavidades, así como el cerebro del cráneo. Todo el material fue colocado en cajas de petri con agua para la revisión bajo microscopio.

La técnica de revisión depende del tipo de órgano, aunque en todos los casos bajo el microscopio estereoscópico: hígado, corazón y cerebro fueron comprimidos entre dos cajas de petri de vidrio; ojos 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 fueron debidamente documentados. Sobre el hospedero, se registraron la longitud total, el peso y el sexo (Apéndice 1).

5.4 Identificación de parásitos

La identificación de los helmintos fue realizado *in situ*, colectándose material sólo en caso de no haber logrado su determinación taxonómica en vivo.

Inmediatamente después de obtener helmintos, tremátodos, céstodos e hirudíneos, fueron colocados en cajas de petri con agua de la llave a punto de ebullición, a un tiempo determinado, estos se colocaron en pequeños frascos con alcohol al 70% para su conservación, y posterior identificación.

Los nemátodos fueron fijados primeramente en alcohol al 70% caliente, con el objeto de que quedaran estirados; posteriormente se les conservó en el mismo preservador.

La correcta identificación de los parásitos se realizó mediante consulta de claves especializadas para cada grupo de helmintos o las descripciones originales correspondientes: Yamaguti (1971) para los tremátodos; Schmidt (1986) para céstodos; Yamaguti (1961) para nemátodos y Caballero (1940) para hirudíneos. También se contó con la ayuda del Dr. Gerardo Pérez-Ponce de León del Instituto de Helminología de la UNAM, para la identificación de helmintos.

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

Especies autogénicas y alogénicas, especies generalistas y especialistas (ver antecedentes).

El material de referencia está depositado en la colección nacional de Helmintos (CNHE), en el Instituto de biología de la UNAM, Los números de catálogos se anotan en la descripción de cada especie de helminto, a excepción de *Myzobdella patzcuarensis*, de la cual no se pudo conservar muestras.

5.5. Caracterización de las infecciones

El nivel de infección de cada especie de helminto en la muestra de hospederos; se expresan a través de parámetros ecológicos tales como prevalencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad, de acuerdo con Bush *et al.* (1997).

Prevalencia.- El porcentaje de hospederos parasitados en la muestra por una especie particular de helminto.

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

Intensidad promedio.- Número promedio de una especie de parásitos por cada hospedero infectado en la muestra.

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

VI. RESULTADOS

6.1 Registro helmintológico

Las especies de helmintos encontrados en el tiro *G. atripinnis* asciende a seis, distribuidos en cuatro grupos, un tremátodo en estado de metacercaria *Posthodiplostomum minimum*; dos cestodos los plerocercoides de *Proteocephalus sp* y de *Ligula intestinalis*; dos especies de nematodos, la larva de *Eustrongylides sp.*, un adulto *Rhabdochona lichtenfelsi*; y un hirudíneo adulto; *Myzobdella patzcuarensis*. (Cuadro 3).

De las seis especies de parásitos identificados tres ocurren simultáneamente en los cuatro sitios muestreados: *P. minimum*, *R. lichtenfelsi* y *Eustrongylides sp*; en tres; *L. intestinales*; en dos *M. patzcuarensis* y *Proteocephalus sp*.

Del total de especies, cuatro se encontraron en estado larvario, de los cuales tres son de carácter alogénico (*P. minimum*, *L. intestinales* y *Eustrongylides sp.*) ya que cierran su ciclo de vida fuera del ambiente acuático. *Proteocephalus sp* es autogénico, así como los adultos *R. lichtenfelsi* y *M. patzcuarensis*, ya que involucran a vertebrados acuáticos como hospederos definitivos.

(Cuadro 3) Registro helmintológico de *G atripinnis* del lago de Pátzcuaro

Helminto	Ubicación	Etapa en el ciclo de vida del parásito	Estación P, J, U, S.
Tremátodo			
<i>P. minimum</i>	Higado, intestino, corazón, ojo y cerebro	Metacercaria	P, J, U, S
Cestodo			
<i>Proteocephalus</i>	Intestino, hígado	Plerocercoides	J, S

<i>L intestinalis</i>	Cavidad abdominal	Plerocercoides	J, U, S
Nemátodo			
<i>Eustrongylides</i> <i>sp</i>	Cavidad abdominal	Larva	P, J, U, S
<i>R lichtenfelsi</i>	Intestino	Adulto	P, J, U, S
Hirudinea			
<i>M</i> <i>patzcuarensis</i>	Superficie del cuerpo	Adulto	P, J

P= Punta Santiago J= Jarácuaro U= Ucasanastacua S= Santa Fe

6.2 caracterización taxonómica de los helmintos

Todas las especies encontradas ya habían sido registradas previamente en el tiro (*G atripinnis*) y en otros peces de la localidad. Por tanto sólo se hizo una breve descripción de las características taxonómicas.

Phylum Platyhelminthes, Gengenbaur, 1859

Clase Trematoda Rudolphi, 1808

Familia Diplostomatinae Poirier, 1886

Género Posthodiplostomum Dubois, 1936

Posthodiplostomum minimum (MacCallum, 1921) Dubois 1936

(metacercarias)

Ejemplares depositados en La CNHE, con número de catalogo 6443

Caracterización. La metacercaria está contenida en un quiste amplio, con la posibilidad de realizar movimientos de alargamiento y contracción dentro de éste. La pared del quiste comprende dos capas, una interna formada por el parásito y otra externa formada por el hospedero.

Las metacercarias presentan una constricción que nace de la superficie dorsal del cuerpo y lo separa en dos regiones bien definidas, una anterior y otra posterior. La primera es más grande, alargada y con forma de “cuchara”, desprovista de

pseudoventosas; mientras la región posterior varía de forma, de cónica a casi esferoidal y contiene los esbozos genitales y la bolsa copulatriz invaginada.

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

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

Taxonomía. El género *Posthodiplostomum* fue establecido por Dubois en 1936. Las metacercarias se caracterizan por presentar el cuerpo conformado por dos regiones y por la ausencia de pseudoventosas (Hoffman, 1960).

La colección y estudio de gran diversidad de hospederos (peces, anfibios, reptiles y aves) en el lago de Pátzcuaro, permitió a Pérez-Ponce de León (1992) obtener un número considerable de metacercarias y adultos de un estrigeido del género *Psthodiplostomum*. Con base en este material, dicho autor estableció que la única especie que se distribuye en México es *P. mimimum*, y demuestra que la variación en formas y tamaños de estos parásitos es inducida por el hospedero de tal forma que todos pertenecen a la misma especie.

Registros. En México el estado adulto de *P. minimum* se ha encontrado como parásito de aves ictiófagas de las especies *Nycticorax nycticorax*, *Egretta thula* y *Casmerodius albus* (Pérez-Ponce de León, 1992). Las metacercarias presentan amplia distribución en peces y con registro en distintas localidades de los estados de Colima, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco,

Veracruz y Yucatán (Pérez-Ponce *et al.*, 1996; Guzmán, 1997; Salgado *et al.*, 1997; Pérez-Ponce *et al.*, 2000).

Ciclo de vida. Los adultos de *P. minimum* parasitan intestinos de aves ictiófagas, donde alcanzan la madurez sexual y producen huevos que salen junto con las heces hacia el agua. En el medio ocioso ocurre la eclosión del miracidio, el cual a su vez penetra a un caracol que actúa como primer hospedero intermediario. En la glándula digestiva se desarrollan las fases asexuales del parásito, y este proceso termina con la liberación de gran cantidad de cercarias, que atraviesan el caracol a través de la pared del cuerpo. Las cercarias no pueden sobrevivir más de 24 horas, debiendo penetrar un segundo hospedero intermediario (pez), donde invaden diferentes tejidos y de preferencia llegan al hígado, para enquistarse y transformarse en metacercarias. El ciclo de vida finaliza cuando los peces son ingeridos por aves ictiófagas (Pérez-Ponce, 1992).

Phylum Platyhelminthes, Gengenbaur, 1859

Clase Cestoda Rudolphi, 1809

Orden Proteocephalidae Mola, 1928

Familia Proteocephalidae La Rue, 1911

Género *Proteocephalus* Weinland, 1858

Plerocercoides

Ejemplares depositados em La CNHE, con número de catalogo 6444

Los proteocefálicos presentan forma cilíndrica, escólex redondeado y e invaginado en algunos individuos, evaginado en otros, con cuatro ventosas y un órgano apical.

Debido a que la incorporación de los céstodos a nivel específico se lleva a cabo mediante características del adulto, se asigna a la familia *Proteocephalidae*, con base en los rasgos del escólex y la presencia del órgano apical.

Ciclo de vida. El hospedero definitivo de esta especie abarca peces, anfibios y reptiles. Los huevos salen con las heces fecales y permanecen en el agua hasta que un copépodo (primer hospedero intermediario) ingiere las oncosferas que se encuentran dentro del huevo; aproximadamente a las 24 h de su ingreso, penetran al canal alimenticio. El embrión, bastante activo, posee tres pares de ganchos. En las siguientes 36-48 h éste sufre un período de crecimiento y diferenciación gradual con una mayor velocidad al principio que al final, así alcanza el estado de procercoide y tiempo después de plerocercoide. Al octavo día se distingue el órgano apical, y el plerocercoide ya es infectivo, aunque el desarrollo dentro del copépodo aún no haya terminado. Diez días después de la infección, el plerocercoide llega a la madurez (Mead y Olsen, 1971).

Finalmente, el hospedero definitivo, ingiere al copépodo. Después de dos semanas de la ingestión, es posible encontrar céstodos segmentados en el intestino del hospedero definitivo. Si los plerocercoides son ingeridos junto con el copépodo al 8-9 día de maduración, estos migran a través del intestino y entran a una fase de desarrollo donde se enquistan en una densa masa fibrosa del tejido conectivo, y sufren una transformación en plerocercoides maduros. Estos quistes se encuentran en el hígado, túnica serosa, intestino delgado, estómago, mesenterio y más comúnmente en músculos de la región abdominal. Dentro del quiste, los plerocercoides incrementan y aparentemente dejan el quiste una vez que alcanzaron su estado de desarrollo de tal forma que regresan al intestino donde se desarrollan como adultos, aunque en ocasiones cuando el hospedero que contiene a los plerocercoides enquistados es ingerido, estos se desenquistan y alcanzan su madurez en el intestino (Mead y Olsen, 1971).

Phylum Platyhelminthes, Gengenbaur, 1859

Clase Cestoda Rudolphi, 1809

Orden Pseudophyllidea Carus, 1863

Familia Diphyllbothriidae Luhe, 1910

Ligula intestinalis (Linnaeus, 1758) Bloch, 1782

(plerocercoides)

Ejemplares depositados en La CNHE, con número de catálogo 6440

Caracterización. El plerocercoides de color blanco y aplanado dorsoventralmente, alcanza una longitud de 26.28cm. y una anchura de 0.85cm. El extremo anterior es redondeado, con un escólex triangular y pequeño; los botrios están diferenciados por un surco dorsoventral; no presenta cuello, el estróbilo sólo presenta segmentación más o menos marcada en la región anterior y posee un surco medio tanto en la superficie dorsal como ventral. No se observan primordios de las estructuras reproductoras.

Comentarios taxonómicos. *Ligula* muestra rasgos morfológicos tales como escólex triangular y pequeño, carece de cuello, sin segmentación posterior y con evidentes surcos ventral y dorsal (Hoffman, 1967; Schmidt, 1986).

Los plerocercoides de esta especie se señalan como frecuentes en los peces de los lagos y ríos mexicanos. Pérez-Ponce de León *et al.* (1992) realizó el primer registro de la forma adulta en aves del lago de Pátzcuaro, Hospedero que constituye la principal fuente de dispersión del parásito.

Los plerocercoides en los peces alcanzan una longevidad tal que asegura la persistencia de la especie en una localidad hasta por tres años o más (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1992).

En México, los plerocercoides de *L. intestinales* parasitan a las familias de peces *Atherinidae* y *Goodeidae*, en donde en la mayoría de los casos se ha registrado un helminto por hospedero; por el hecho de que los plerocercoides son de gran tamaño, en comparación con la longitud de la mayoría de los peces. Sin embargo, una sola larva puede ocasionar diversos efectos como acción exfoliativa característica de los céstodos y desplazamiento de las vísceras del pez, lo que causa grandes trastornos funcionales que causan disminución en la producción de gametos y la muerte del hospedero.

Registros previos. Los plerocercoides de *L. intestinales* se han detectado en las siguientes especies de peces y localidades: *Girardinichthys multiradiatus*, (Ciénega de Lerma y San Pedro Tlaltizapán); *Chirostoma attenuatum*, *C. ocotlanae*, *C. bartoni*, *C. consocium*, (lago de Chapala); *Chirostoma sp.*, *C. estor*, *Goodea atripinnisi*, (lago de Pátzcuaro); *Poblana alchichica*, (lago Alchichica); *Xenotoca variata*, (Presa Santo Domingo); *C. jordani*, (Atlangatepec), Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Flores, 1998) y la forma adulta en las aves *Podilymbus podiceps* (lago de Pátzcuaro) (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1992).

Ciclo de vida. Los huevos de ligua salen al medio ambiente acuático hasta que surge el coracidio, el cual infecta la cavidad del cuerpo del primer hospedero intermediario (copépodo), para llegar a la forma de procercoide; cuando los peces (segundos hospederos intermediarios) ingieren al artrópodo, el parásito alcanza el estadio de plerocercoides en la cavidad del cuerpo donde permanece por un amplio período, hasta que esta forma infectiva es ingerida por un ave (hospedero definitivo), para alcanzar la madurez en el intestino y reiniciar de esta manera nuevamente el ciclo de vida (Dubinina, 1964).

Phylum Nematodo Cobb, 1919
Clase Secernentea (Phasmidia) Dougherty, 1958
Orden Spirurida Diesing, 1861
Familia Rhabdochonidae (Travassos, Artigas et Pereira, 1928) Skrjabin, 1946
Género Rhabdochona Railliet, 1916
Rhabdochona lichtenfelsi

Adulto

Ejemplares depositados em La CNHE, con número de catalogo 6442

Los ejemplares adultos colectados, habitan en el intestino. Un dimorfismo sexual muy marcado diferencia a las hembras que son más grandes que los machos. El cuerpo mantiene prácticamente el mismo grosor en toda su extensión y está cubierto por una cutícula lisa. Las hembras presentan una cauda muy fina y completamente recta. La vulva normalmente está en posición ecuatorial y el ano en la región anterior, a la altura del anillo nervioso. Los huevos presentan uno o dos filamentos en ambos polos, aunque en algunos casos resultan difíciles de observar. En los machos, la región caudal se encuentra enrollada centralmente. No poseen gubernaculum y tienen dos espículas desiguales: la larga mide de 0.32 a 0.41mm. y presenta una bifurcación en la parte terminal; la corta mide entre 0.06 y 0.12mm. Las papilas caudales presentan el siguiente patrón: de siete a ocho preanales, cinco subventrales, seis postanales y una lateral.

Choquette (1951) subrayó que las únicas dos especies en donde se describe una bifurcación especular pertenecen al género *Rhabdochona*, y que el patrón papilar y el tamaño de las espículas es suficiente para distinguir entre las dos especies.

La variedad en la morfología de los huevos, constituye una característica taxonómica de gran importancia para la determinación del género. Skrjabin (1961) señaló que la ausencia de filamentos constituye un rasgo característico de familia y del género. Skrjabin (1953) ya había concedido gran importancia a los filamentos y propuso dividir a las especies del género *Rhabdochona* en dos

subgéneros: *Rhaddochona* (*Rhaddochona*), especies que carecen de filamentos y *R. (filochona)*, con filamentos.

Ciclo de vida. Las formas adultas de *Rhaddochona*, obtenidas a partir del intestino de peces de agua dulce, cuyas heces liberan los huevos del parásito al agua donde se desarrolla el primer estado larvario. Esta etapa es, ingerida por insectos, especialmente efemerópteros, donde alcanza los estados larvarios dos y tres. Los peces, a su vez ingieren insectos y en el intestino se desarrolla la larva cuatro, y después de 17 días de haber entrado al hospedero adquiere la forma adulta en el intestino del mismo pez (Peresbarbosa 1992).

Phylum Nematodo Cobb, 1919

Clase Secernentea (Phasmidia) Dougherty, 1958

Orden Ascaridida Railliet et Henry, 1915

Familia Dioctophymatidae Railliet, 1916

Género: *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909

Eustrongylides sp.

(larvas)

Ejemplares depositados en La CNHE, con número de catalogo 6441

Caracterización. Cuerpo de color rojo (en estado vivo) y de forma cilíndrica. La longitud varía entre 2.6-13.3 cm, la región cefálica cuenta con un conjunto de doce papilas en arreglo de seis papilas dispuestas en tres grupos; dos laterales, dos subventrales y dos subdorsales para cada círculo, respectivamente.

El aparato digestivo de estos vermes inicia con una cavidad bucal y continúa con un esófago glandular. Posteriormente tras un adelgazamiento en el diámetro, éste último se une al intestino que se abre al exterior en un ano terminal.

Taxonomía. La identificación de los ejemplares se basa en las formas adultas. La designación del género *Eustrongylides* radica en las características diagnósticas referidas por Yamaguti (1961) y Pérez-Ponce de León (com. pers).

Jägerskiöld (1909) estableció al género *Eustrongylides* para incluir a un grupo de nemátodos colectados en el estómago y proventrículo de aves acuáticas. Las especies de *Eustrongylides* parasitan a cinco órdenes de aves (*Pelecaniformes*, *Ciconiformes*, *Anseriformes*, *Gaviiformes* y *Podicipediformes*), cada una de ellas puede encontrarse hasta en cuatro diferentes órdenes de aves, lo que indica su reducida especificidad hospedatoria (Karmanova, 1986).

Registros. Los nemátodos del género *Eustrongylides* se han colectado en las siguientes localidades en México: laguna de Yuriria en Guanajuato, lago de Pátzcuaro en Michoacán, lago de Cuitzeo en Michoacán y Guanajuato, lago de Tequesquitengo en Puebla, Río Nexapa en Puebla (Pérez-Ponce *et al.*, 1996; Pérez-Ponce *et al.*, 2000).

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

Los peces al consumir oligoquetos adquieren las larvas que se alojan en el mesenterio y mucosa del intestino. En el cuarto estadio, los sistemas reproductores empiezan a diferenciarse, de tal forma que las aves piscívoras adquieren la infección al ingerir peces parasitados por la larva de cuarto estadio. Con el desarrollo precoz de las larvas, los gusanos maduran en el hospedero definitivo y los huevos son producidos en grandes cantidades.

Las especies de *Eustrongylides* viven pocas semanas y por tanto tienen facilidad para transmitirse a aves acuáticas migratorias, las cuales pasan sólo cortos períodos en localidades específicas donde adquieren las infecciones por el consumo de peces dulceacuícolas. Por esta razón los helmintos deben madurar pronto para diseminar sus huevos en el área en que los hospederos permanecen en localidades específicas donde adquieren las infecciones por el consumo de peces dulceacuícolas, antes de que partan las aves a anidar (Anderson, 1992).

Phylum Annelida Lamarck, 1809

Clase Hirudinea Lamarck, 1818

Orden Glossiphoniiformes Caballero, 1952

Familia Piscicolidae Johnston, 1865

Género *Myzobdella* Leidy, 1851

Myzobdella patzcuarensis (Caballero, 1940)

Adulto

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

El aparato digestivo comienza en la boca, que se abre en el centro de la ventosa oral, y continúa con una proboscis musculosa; el esófago, un conducto corto y delgado, comunica con el estómago, y este último presenta ensanchamiento entre un testículo y otro, que adelgaza hacia el extremo posterior del cuerpo. El intestino sigue un curso sinuoso que comunica con un recto amplio, el que a su vez desemboca en el ano en la región posterior y dorsal del cuerpo.

El aparato reproductor masculino incluye cinco pares de testículos de forma ovoide o esférica con conductos eferentes que salen de cada testículo por la parte

lateral del cuerpo. Estos conductos llegan a la región anterior, y ahí donde se unen para formar un conducto deferente que da origen al epidídimo. Este último engrosa para dar origen a los bulbos eyaculadores que en la región anterior forman los cuernos en el atrio.

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

Taxonomía. La especie *M. patzcuarensis* presenta características diagnósticas que coinciden con las propuestas por Caballero (1940), Pérez-Ponce de León, (com. pers).

El género *Myzobdella* fue creado por Leydi en 1851, designando a *M. lugubris* como especie tipo, al encontrarla parasitando al cangrejo *Callinectes sapidus*, en aguas salobres (Moore, 1946).

Sawyer *et al.* (1975) encontraron una sinonimia entre los géneros *Illinobdella* y *Myzobdella*, con base en características fisiológicas, principalmente las diferentes tolerancias a la salinidad y reconocieron como válida la especie propuesta por Caballero (1940).

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

Registros. Esta especie ha sido registrada en el lago de Pátzcuaro, el Infiernillo en Michoacán, en Motul Yucatán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) y en el lago de Cuitzeo en Michoacán y Guanajuato (Sánchez, 1997).

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

6.3 Caracterización de la infección

6.3.1 Helmintos colectados en órganos en los cuatro sitios de muestreo

El número total de helmintos colectados en cuatro sitios del lago de Pátzcuaro ascienden a 1613, La cantidad de parásitos colectados por sitio de muestreo se detalla a continuación. Ucasanastacua (532), Jarácuaro (494), Punta Santiago (337) y la menor incidencia corresponde a Santa Fe de la Laguna (250) parásitos (cuadro 4).

En los sitios muestreados el órgano con el mayor número de especies de helmintos fue el intestino donde se encontró a: *P. minimum*, *R. lichtenfelsi* y *Proteocephalus sp*, (cuadro 4), contando un total de 664 parásitos. Del número de helmintos registrados en los distintos órganos afectados el hígado alberga el mayor número de parásitos de una sola especie es decir 872 metacercarias de *P. minimum*. El segundo órgano más afectado es el intestino con 448 metacercarias de *P. minimum*. El parásito helminto en segundo orden de importancia en cuanto a número de helmintos colectados es el adulto *R. lichtenfelsi* con 213 helmintos en intestino; mientras el parásito con menor importancia en orden numérico y que solo se registro en cuatro ocasiones es *M. patzcuarensis* (cuadro 4).

Cuadro 4 Número de helmintos por sitio muestreado en el lago de Pátzcuaro y órganos afectados.

Helminto	P Santiago	Jarácuaro	Ucasanastacua	Santa Fe	Órgano afectado
<i>Pm</i>	168	429	175	100	Hígado
<i>Pm</i>	117	15	288	26	Intestino
<i>Pm</i>	8	17	2	3	Corazón
<i>Pm</i>	1	-	1	1	Ojo
<i>Pm</i>	1	1	1	-	Cerebro
<i>Pm</i>	-	-	1	2	Branquias
<i>Mp</i>	3	1	-	-	Superficie
<i>Eus</i>	4	4	1	6	Cavidad abdominal
<i>RI</i>	35	19	61	98	Intestino
<i>P</i>	-	5	-		Intestino
<i>P</i>		2	-	2	Hígado
<i>Li</i>	-	1	2	12	Cavidad abdominal
Total	337	494	532	250	

Pm=*Posthodiplostomum minimum*, *P*=*Proteocephalus sp*, *Li*= *Ligula intestinalis*,
Eus= *Eustrongylides*, *RI*=*Rhabdochona lichtenfelsi*, *Mp*= *Myzobdella patzcuarensis*

6.3.2 Helmintos totales

De la muestra total de hospederos revisados en tiro (*G. atripinnis*) en los sitios muestreados, las metacercarias de *P. minimum* desempeñan un papel principal en la parasitosis de *G. atripinnis*, con valores de prevalencia superiores al 83% (cuadro 5). Es decir, la gran mayoría de peces obtenidos contó con parásitos, con

una abundancia mayor a 20 helmintos por pez (cuadro 5) y la intensidad promedio de la infección causada por este mismo helminto asciende a 24 metacercarias por pez parasitado. Así las metacercarias de *P. minimum* constituyen el parásito más abundante entre los helmintos del tiro.

El helminto que sigue en orden de importancia como parásito del tiro es *R. lichtenfelsi*, con una prevalencia superior al 40%, abundancia de 3.17, y un promedio de intensidad de 7.88 (cuadro 5).

El parásito con menor presencia fue *M patzcuarensis*, contando con una prevalencia de tan solo 4.47% y abundancia de 0.05 (cuadro 5).

Cuadro 5 Caracterización de la infección ocasionada por helmintos del tiro (*G. atripinnis*) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán (N = 67)

	Hospederos Revisados	Hospederos Parasitados	Prevalencia	Abundancia	Intensidad Promedio	Intervalo de Intensidad
Trematoda						
Pm	67	56	83.58	20.25	24.23	1-117
Cestoda						
P	67	5	7.46	0.13	1.8	1-3
Li	67	6	8.95	0.22	2.5	1-10
Nematoda						
Eus	67	12	17.91	0.22	1.25	1-2
Rl	67	27	40.29	3.17	7.88	2-45
Hirudinea						
Mp	67	3	4.47	0.05	1.33	1-2

Pm=*Postodiplomum minimum*, P=*Proteocephalus sp*, Li= *Ligula intestinalis*,
Eus= *Eustrongylides sp*, Rl=*Rhabdochona lichtenfelsi*, Mp= *Mlzobdella patzcuarensis*

P. minimum y *Rhabdochona* destacan por su prevalencia con 80 y 40% (figura 3), respectivamente (columnas rojas) a diferencia de cómo puede observarse de las otras especies que alcanzan índices muy bajos. La abundancia de *P. minimum* es mayor a 20 helmintos por pez; *Rhabdochona* aparece a razón de 3.17 helmintos por pez (columnas azules); con una intensidad promedio de infección para *P. minimum* de 24 metacercarias por pez parasitado, (columnas verdes).

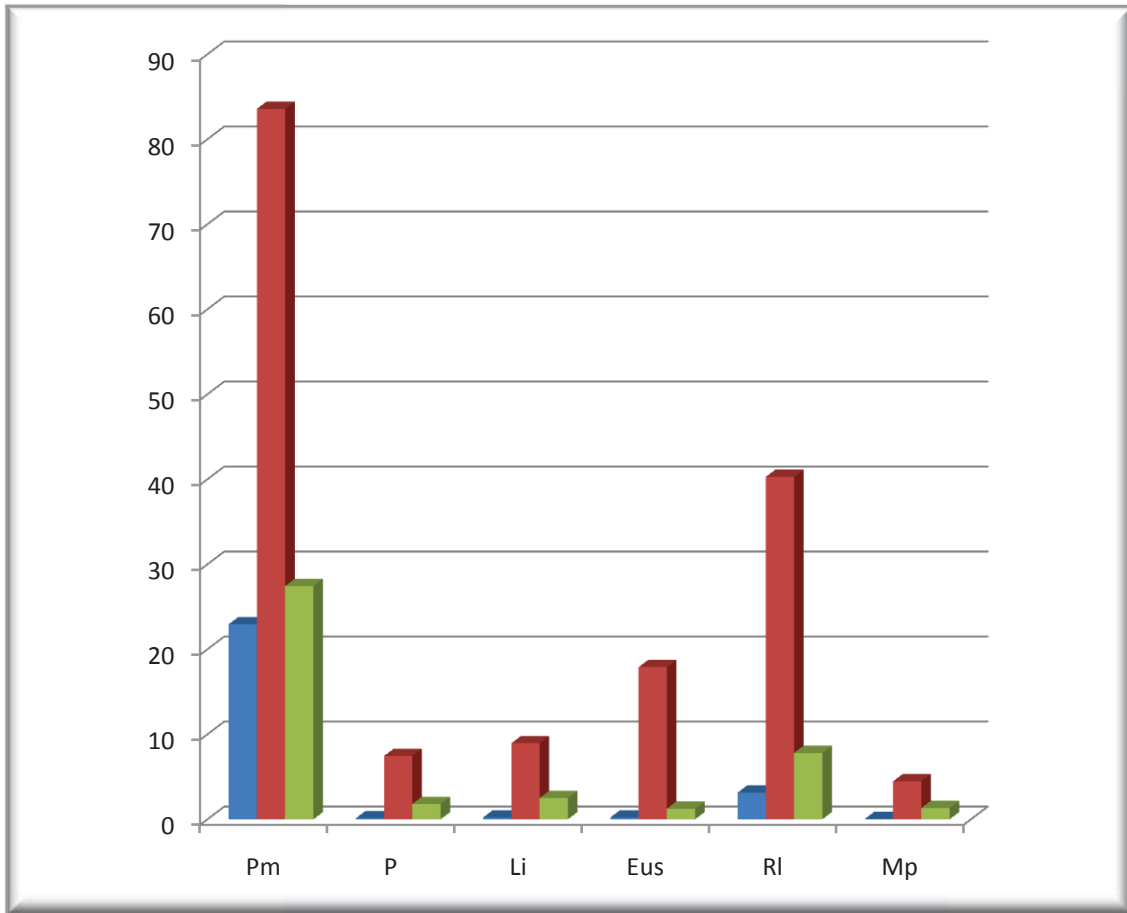


Figura 3 Porcentaje de hospederos (*G. atripinnis*) parasitados por una especie particular de helminto (prevalencia columna roja); número de helmintos de una especie por hospedero revisado, (abundancia, columna azules), intensidad promedio de la infección (columnas verdes).

6.3.3 Muestreos espaciales

Jarácuaro contó con el mayor número de especies de helmintos seis, quedando en segundo lugar en cuanto número de helmintos (494), Santa Fe con cinco y Punta Santiago y Ucasanastacua con cuatro especies de helmintos respectivamente, (cuadro 6).

El sitio de muestreo con mayor número de especies de helmintos no indica una mayor cantidad de ellos, pues como puede observarse en la cuadro 6, fue en el sitio Ucasanastacua donde se encontró la mayor cantidad de helmintos (532), seguido de Jarácuaro (494), Punta Santiago (337) y Santa Fe con la menor cantidad de ellos con (250), (cuadro 6).

Del total de hospederos revisados para Jarácuaro, todos los organismos resultaron parasitados, de las muestras de Punta Santiago un hospedero no resulto parasitado, en Ucasanastacua dos hospederos no resultaron parasitados y Santa Fe cuatro hospederos no resultaron parasitados.

Ucasanastacua dispuso de una colecta de nueve ejemplares únicamente.

Cuadro 6 registro helmintológico en sitios de muestreo espacial

Parásitos	Punta Santiago	Jarácuaro	Ucasanastacua	Santa Fe	Total
Pm	295	462	468	132	1,357
P	0	7	0	2	9
Li	0	1	2	12	15
Eus	4	4	1	6	15
RI	35	19	61	98	213
Mp	3	1	0	0	4
Total	337	494	532	250	1,613

La infección en los cuatro sitios de muestreo señala a las metacercarias de *P. minimum* como los parásitos con mayor prevalencia (cuadro 7). La mayor prevalencia registrada fue en Jarácuaro (95.23%) seguido de Punta Santiago (94.11%) Ucasanastacua (77.77%) y Santa Fe (66%), aun así esto indica que casi la totalidad de los peces se encuentran parasitados. El parásito helminto que sigue en orden de importancia en cuanto a prevalencia es *R. lichtenfelsi*, y registra los siguientes porcentajes por sitio, Ucasanastacua (66.66%) Santa Fe (50%) Jarácuaro (33.33%) y Punta Santiago (23.52%) (cuadro 7).

Para el promedio de intensidad *P. minimum* domina en tres sitios, mientras *R. lichtenfelsi* en uno (Ucasanastacua, cuadro 7). En cuanto a abundancia, *P. minimum* domina nuevamente los cuatro sitios de muestreo, y los valores mas altos corresponden a ucasanastacua con 52 helmintos por hospedero, seguidos de Jarácuaro, Punta Santiago y Santa Fe, con 22, 17.35 y 6.3 helmintos por hospedero revisado respectivamente.

P. minimum posee el intervalo más amplio en tres sitios, Ucasanastacua (8-117), Jarácuaro (4-50), y Punta Santiago (6-39); mientras Santa Fe incluye a *R. lichtenfelsi* con un numero máximo (2-43 helmintos).

Cuadro 7 Caracterización de la infección por parásito helminto de acuerdo a los sitios muestreados en el lado de Pátzcuaro

	Punta Santiago				Jarácuaro				Ucasanastacuá				Santa Fe												
	HR	HP	P	A	IP	II	HR	HP	P	A	IP	II	HR	HP	P	A	IP	II							
T	17	16	94.11	17.35	18.43	6-39	21	20	95.23	22	23.1	4-50	9	7	77.77	52	6.87	8-117	21	13	65	6.3	10.15	1-25	
Pm																									
C																									
P	17	-	-	-	-	-	21	4	19.04	0.33	1.75	1-3	9	-	-	-	-	-	20	1	5	0.1	2	1	
Li	17	-	-	-	-	-	21	1	4.76	0.04	1	1	9	2	22.22	0.22	1	1	20	3					
N																									
Eu	17	3	17.64	0.23	1.33	1-2	21	4	19.04	0.19	1	1	9	1	11.11	0.11	1	1	20	4	20	0.3	1.5	1-2	
RI	17	4	23.52	2.05	8.75	1-15	21	7	33.33	0.90	2.71	2-4	9	6	66.66	6.77	10.16	3-24	20	10	50	4.8	9.6	2-43	
H																									
Mp	17	2	11.76	0.17	1.5	1-2	21	1	4.76	0.04	1	1	9	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	

HR= Hospedero revisado HP= Hospedero parasitado P= Prevalencia A= Abundancia
 IP= Intensidad promedio II= Intervalo de intensidad T=Trematodo C= Cestodo
 N= Nemátodo H= Hirudinea Pm= *Posthodiplostomum minimum*,
 P=*Proteocephalus* sp Li= *Ligula intestinalis* Eus= *Eustrongylides*
 R I=*Rhabdochona lichtenfelsi* Mp= *Myzobdella patzcuarensis*

VII. DISCUSIÓN

7.1 Registro helmintológico

Los estudios antecedentes realizados sobre los parásitos de peces en lago de Pátzcuaro, abarcan el aspecto temporal más no así el espacial. Por esta razón, el presente estudio da inicio a un análisis por localidad dentro del mismo lago.

El registro helmintológico de un hospedero, es de suma importancia ya que la identidad de los mismos sirve para analizar su biología y así entender las relaciones que existen entre parásito y hospedero.

Así mismo es importante mencionar que solamente se han realizado cuatro trabajos, donde se estudia la helmintofauna del tiro (*G atripinnis*), entre otras especies de peces estudiadas.

El mayor número de especies de helmintos corresponde a Jarácuaro con seis. Aquí, la poca profundidad de las aguas lénticas, en combinación con la abundancia de malezas acuáticas integran un hábitat idóneo para el tiro, y habitan una gran cantidad de moluscos (caracoles) que sirven como hospederos intermediarios de los helmintos.

Ucasanastacua presentó cuatro especies de helmintos, pero en términos de abundancia fue el sitio con mayor número de helmintos y al igual que Jarácuaro presenta similitudes en las condiciones del hábitat. En este último sitio se colectaron solamente nueve peces a diferencia de los otros sitios donde se obtuvieron más peces.

Punta Santiago presentaron cinco especies de helmintos. En una primera hipótesis por la abundancia de aves ictiófagas, cabría la posibilidad de encontrar una gran variedad y cantidad de parásitos. Las heces fecales de estas especies intermediarias podrían constituir un foco de dispersión de parásitos, aunque la

carencia de malezas acuáticas (como en los anteriores sitios mencionados) limita una condición de hábitat ideal para una gran cantidad de hospederos intermediarios (caracoles) que a su vez son consumidos por el tiro.

Santa Fe presentó cinco especies de helmintos, aunque, por el contrario fue el sitio donde hubo menor número de helmintos registrados. En este sitio existe menor presencia de aves y el agua en este sitio es mas profunda (Orbe y Acevedo, 2002). A diferencia de otros sitios de muestreo, no proliferan las malezas acuáticas en abundancia y sobre esta se consideró que no existiría tanta diversidad de parásitos o gran cantidad de ellos.

Ucasanastacua es el sitio donde se encontró el mayor número de helmintos, con 532, seguido de Jarácuaro, Punta Santiago y Santa Fe, con 494, 337 y 250 parásitos helmintos respectivamente.

Desde este punto de vista, la riqueza en el registro helmintológico obtenido en este estudio para el tiro *G. atripinnis*, es de seis especies de helmintos, de las cuales una es trematodo: *P. mínimum*; dos son cestodos: *Protheocephalus sp*, *L. intestinales*; dos nemátodos: *Eustrongylides sp*, *R. lichtenfelsi*; y un hirudineo: *M. patzcuarensis*.

De las nueve especies descritas por (Mejía, 1987) se registraron cinco para el presente estudio: *P. minimum*, *Proteocephalus sp*, *Eustrongylides sp.*, *Rhabdochona lichtenfelsi*, y *Mizobdella patzcuarensis*. De las especies que no se registraron solo *Capillaria patzcuarensis*, es la que se encuentra en 18 hospederos de un total de 178, los demás parásitos *Clinostomum complanatum*, *Arhythmorhynchus brevis*, y *Spiroxys sp*, se registran en uno, seis y dos hospederos respectivamente, destacando que el autor menciona que *Eustrongylides sp* y *Spiroxys sp*, invaden al pez de manera accidental.

De las nueve especies de helmintos descritas por Salgado y Osorio (1987) para el tiro, solo se encontraron cinco especies: *P. minimum*, *P. pusillus*, *Eustrongylides* sp, *R. lichtenfelsi* y *M. patzcuarensis*. No encontrando a los helmintos *C. complanatum*, *A. brevis*, *C. patzcuarensis*, y *Spiroxys* sp. Destacando que los autores registraron un número muy bajo de estas especies de helmintos.

En el presente estudio, se registraron tres de las cuatro especies descritas por Peresbarbosa, (1992) *P. minimum*, *Proteocephalus* sp, y *Rhadbochona lichtenfelsi*. La larva de *Spiroxys* sp. no contó con ejemplares en las muestras obtenidas para el presente estudio, y el autor citado anteriormente obtuvo organismos de esta especie en tres hospederos de un total de 35. Lo que indica que se trata de un parasito de baja prevalencia.

De las nueve especies de helmintos descritas por Melendez y Rosas (1995) para el tiro, se encontraron seis, las cuales son las mismas que se registraron para el presente trabajo. No encontrando los siguientes helmintos: *Ochetosoma* sp, *Arhythmorhynchus brevis* y *Spiroxys* sp. Destacando que para *Ochestosoma* sp. se registra un helminto en un hospedero., *Arhythmorhynchus brevis* se registra en dos hospederos y *Spiroxys* sp, en un hospedero.

Dos especies sobresalen en su incidencia sobre los cuatro sitios muestreados: *P. minimum* y *R. lichtenfelsi*. El primero de ellos parásito generalista, alogénico, que alcanza su etapa adulta en diversas especies de aves y de manera accidental a anfibios y reptiles (Pérez-Ponce, 1992). El segundo especialista de la familia de los godeidos y autogénico, que adquiere la etapa adulta en el pez (Mejía-Madrid et al., 2005).

El estado de desarrollo más común es el larvario, y conto con cuatro especies: *P. minimum*., *Proteocephalus* sp., *L. intestinales*., *Eustrongylides* sp. Tres de las especies mencionadas son alogénicas, ya que cierran su ciclo de vida en aves

fuera del ambiente acuático; mientras *Proteocephalus sp*, completa su ciclo de vida en ambientes acuáticos como especie autogénica.

El estado adulto solamente registra dos especies: *R. lichtenfelsi* y *M. patzcuarensis*, siendo esta última generalista, autogénica.

Se recomienda, la realización de estudios combinados tanto espaciales como temporales, es decir muestreos en los sitios de estudio en diversas épocas del año, que permitan contar con un conocimiento de las comunidades de helmintos presentes en el lago y su participación en la trama alimenticia. Asimismo, se pueden establecer las preferencias y patrones de alimentación de los hospederos, los posibles patrones de migración y finalmente, valorar el riesgo del resurgimiento de enfermedades con riesgo de salud pública.

Así mismo se recomienda un estudio para evaluar, el impacto de las helmintiasis dado que no existen evidencias de mortalidad provocados por los parásitos. Además de un análisis fisicoquímico de calidad del agua para poder correlacionar factores que incidan en la presencia de parásitos en peces del lago de Pátzcuaro.

7.2 Caracterización de la infección

La caracterización de las helmintiasis del tiro (*G. atripinnis*), permitió identificar dos especies de parásitos con altas prevalencias y abundancias: En particular las metacercarias de *P. minimum* y el adulto *R. lichtenfelsi*, *P. minimum* resalta por ser la especie más relevante entre seis especies de parásitos registrados en el presente estudio, en función de altos valores de prevalencia y abundancia en los cuatro sitios muestreados.

Cabe destacar, el carácter generalista, alogénico, de *P. minimum*. El estado de metacercaria registra su incidencia en 30 especies de peces dulceacuícolas en México (Pérez-Ponce *et al* 2000); y particularmente, en el lago de Pátzcuaro se ha encontrado en por lo menos siete especies de peces endémicos (Pérez-Ponce,

1995). Para alcanzar la etapa adulta, dichos helmintos parasitan a vertebrados externos al ambiente acuático y por la movilidad, tienen un mayor potencial de colonización al traspasar barreras geográficas, que favorecen una gran dispersión.

7.3 Análisis de comunidades

El componente de comunidad de los parásitos totales en los cuatro sitios estuvo dominado por *P. minimum*, parásito generalista en estado de metacercaria, es importante destacar que a este nivel, la penetración es el proceso más relevante en la transmisión de las helmintiasis. Esto a su vez, puede constituir, un problema de sanidad piscícola, ya que aun cuando la infección no conduzca a la muerte del hospedero, puede provocar una deficiente asimilación de nutrientes, con diversas consecuencias como anemia, palidez branquial y reducción de talla y peso.

En segundo orden para los mismos cuatro sitios fue *R. lichtenfelsi* que es un parásito especialista de goodeidos y se encontró en estado adulto.

Finalmente hay que destacar la importancia que tienen los mecanismos de transmisión en los procesos de estructuración de las comunidades de helmintos; de los seis parásitos obtenidos cuatro llegan a los peces vía ingestión: *R. filochona*, *L. intestinalis*, *Esustrongylides sp* y *Proteocephalus sp*; Uno lo hace por penetración de la pared del cuerpo: *P. minimum*; y una especie con ciclo de vida directa y ectoparásita: *M. patzcuarensis*.

VIII. CONCLUSIONES

1.- El registro helmintológico de *Goodea atripinnis* en el lago de Pátzcuaro cuenta con seis especies de parásitos pertenecientes a cuatro grupos, un tremátodo y se encontró en estado de metacercaria *Posthodiplostomum minimum*; dos cestodos los plerocercoides de *Proteocephalus sp* y *Ligula intestinales*; dos especies de nemátodos la larva de *Eustrongylides sp.*; un adulto *Rhabdochona lichtenfelsi*; y un hirudíneo adulto; *Myzobdella patzcuarensis*.

2.- Dos especies sobresalen por el constante registro en los cuatro sitios muestreados; *P. minimum* y *R. lichtenfelsi*.

3.- *Posthodiplostomum minimum* aparece como el parásito con mayor prevalencia y abundancia en los cuatro sitios muestreados, lo cual permite establecer a esta especie como la más dominante de las seis registradas.

4.- La infección por *P. minimum* quizás se encuentre relacionada con una mayor presencia de hospederos intermediarios (moluscos) en el lago.

5.- No existe preferencia por parte de los parásitos sobre el sexo de los peces muestreados.

6.- El nematodo *R. lichtenfelsi* es el segundo parásito helminto con mayor dominancia en el tiro *G. atripinnis*.

7.- El intestino resulto ser el órgano que albergó el mayor numero de especies de helmintos, siendo estas *P. minimum*, *R. lichtenfelsi* y *Proteocephalus sp*.

8.- El órgano más afectado por los helmintos es el hígado, con 872 parásitos, de una solo especie, siendo estas las metacercarias de *P. minimum*.

9.- El tiro (*G. atripinnis*) resulta un hospedero intermediario de un número de parásitos que alcanzan su madurez en peces, anfibios, reptiles y aves.

10.- El sitio de muestreo donde se encontró la mayor cantidad de helmintos fue Ucasanastacua (532), mientras que el sitio con mayor número de especies de helmintos fue Jarácuaro con (6), destacando que en estos sitios hay una mayor cantidad de malezas acuáticas.

APÉNDICE 1

Biometría, sexo y peso del hospedero

N= 66	Número de hembras	Número de machos	Longitud Minima-Maxima (promedio)	Peso Minimo-Maximo (promedio)
	34	32	9.5 - 14.2 11.85 cm	11.5 – 46.5 29gr

IX. LITERATURA CITADA

- Alvarez, J., (1972) Ictiología michoacana. V. Origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán. Anales de la Escuela Nacional Ciencias Biológicas (México) 19, 155-161
- Arizmendi, E. M., (2002) 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. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. D.F., pp. 14-17.
- Anderson, R. C., (1992) NEMATODES PARASITES OF VERTEBRATES. THEIR DEVELOPMENT AND TRANSMISSION. CAB International. Cambridge. 578p.
- Ancona, I., (1940) Sanguijuelas del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie, *Illinobdella patzcuarensis*. XIV. México. Anales del Instituto Biología Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bernal-Brooks, W. F., Gómez-Tagle, R. A., y Alcocer, D. J., (2001) Lake Pátzcuaro (México): a controversy about the Ecosystem water regime approached by field references, climatic variables y GIS. In Hydrobiologia.
- Bradbury, P. J., (2000) Limnologic history of Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México for the past 48,000 years: impact of climate and man. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 163:69-95.
- Bush, A. O. y J. C. Holmes., (1986) Intestinal helminthes of lesser scaup ducks: patterns of association. Can. J. Zool. 64: 132-141.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty., J. M. Lots y W. Shostak., (1997) Paratitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. Journal of Parasitology 83: 575-583.

- Caballero y Caballero, E., (1940) Sanguijuelas del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie *Illinobdella patzcuarensis* XIV, Anales del Instituto de Biología (México)., núm. 11; pp. 449-464.
- Chacón T. A. y Aguilera, R. R., (1991) Avances en la biotecnología de cultivo de la Acúmara de Pátzcuaro *Algansea lacustris* Steindachner en estanques rústicos. Ponencia en el Primer Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 11-15 de noviembre de 1991.
- Chacón, T. A., (1993). Pátzcuaro un lago amenazado, bosquejo Limnológico. UMSNH. 144p.
- Choquete, L. P., (1951) On the nematode genus *Rhabdochona* Ralliet, 1916 (Nematoda: Spiruroidea) Can. Journal Zoology. 29:1-16.
- Colmes, J. C. y R. Modesta., (1968) The helminthes of wolves and coyotes from the forested regions of Alberta. Canadian Journal of Zoology. 46: 1193-1204.
- Cuevas, C. A. y O. Mendivil., (1977) Condiciones hidrológicas y evaluación de plancton. Inédito. SEPESCA. 46p.
- De Buen, F., (1944). Los lagos Michoacanos. II. Pátzcuaro. Revista de la Sociedad Mexicana Historia Natural (México) 5; 99-125.
- Díaz, P. E. y Ortiz, J. D., (1986) Reproducción y ontogenia de *Gyrordinichtys viviparus* (Pises: Goodeidae). Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas., México. 30: 45-66.
- Dubinina, M. N., (1964) Cestodes of the family Ligulidae yand their Taxonomy. Proceedings Symposium of Parasitology. Worms and Aquatic conditions. Prague. Pp.113-124.
- Esch, G. W., A. W. Shostak., D. J. Marcogliese y T. M. Goater., (1990) Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. In:

PARASITE COMMUNITIES: PATTERNS AND PROCESSES. Esch, G., A. Bush y J. Aho., Edt. Chapman y Hall. Londres. pp 1-19.

Flores, B. L., (1953) Céstodos de vertebrados I. *Bothriocephalus manubriiformis* (Linton, 1889). Ciencia, 13: 31-36.

Flores, C. J. y Flores, C. R., (2003) Monogéneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. Revista Técnica Pecuaria en México. Año/Vol. 41. México., 2: 175-192.

Gómez-Tagle, R. A., (1997) Levantamiento Agrológico Forestal de la Cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Y diagnóstico de posibilidades de recuperación y desarrollo, mediante sistemas de información geográfica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 130p.

Goreinsten, S. y Pollard, H. P., (1983) The Tarascan civilization: A late prehispanic cultural system. Vanderbilt university. Pub. Anthrop. No. 28. Nashville, Tennessee. 199p.

Guzmán, C. M. C. (1997) Análisis de las principales trematodiasis que afectan a algunas especies de peces del Lago de Cuitzeo. Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 57p.

Hofman, G. L., (1960) Synopsis of Strigeoidea (Trematoda) of fishes and their life cycles. Fishery Bulletin of the fish and wildlife Service 60: 439-469.

Hofman, G. L., (1967) Parasites of North American Freshwater fishes. University of California Press. Berkeley. 486P.

Mejía-Madrid, M. H., Dominguez, D. O., y Pérez-Ponce De L. G., (2005) Adult Endohelminth of Goodeinae (Cyprinodontiformes: Goodeidae) from México with Biogeographical Considerations. Comparative Parasitology. 72(2), pp 200-211.

Karmanova, E. M., (1986) Dioctophymidae of animals and man and diseases caused by them. In: FUNDAMENTALS OF NEMATOLOGY. Vol. XX. Academy of Sciences of the URSS (traducido y publicado para el

departamento de agricultura de Estados Unidos) New Delhi. pp 123-125

Kennedy, C. R., Bush O. A., y Aho, m. J., (1986) Patterns in helminth communities: why are birds and fish differen? Parasitology. 93: 205-215.

Kennedy, C. R., (1990) Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? In: Parasite communities: Patterns and Processess. G. W. Esch (ed.) Chapman an Hall. Londosn. 335 p.

Krebs, J. C., (1985) Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. 2da Ed. Editorial, Haría. Nueva York. 753p.

Lamothe, A. R., (1997) Manual de Técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editores. México, D.F. pp. 18-27

Lazaro-Chávez, M. E. y Osorio Sarabia, D., (1979) “Diplostomiasis en peces de agua dulce en el Estado de Michoacán”. Resumen del III congreso Nacional de zoología., Universidad Autónoma de Aguascalientes, p. 37

Lira, G. G. (2002) Helmintos parásitos de algunas especiesde Aterínidos (Pisces: Atherinidae) de la Mesa Central de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. D.F., pp. 30-57.

Magurran, E. A., (1988) ECOLOGICAL DIVERSITY AND ITS MEASUREMENT. Princeton Univerity Press. Princeton, New Jersey. 179p.

Mead, W. R., Y W. O. Olsen., (1971) The life Cycle and development of *Ophiotaenia filaroides* (La Rue, 1909) Proteocephalata: *proteocephalidae*. Journal of Parasitology 57: 869-879.

Mejia, M. H., (1987) Helmintofauna del tiro *Goodea atripinis* Jordan, 1880, en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en sus hospederos. Tesis Profesional. Facultad de ciencias. UNAM. pp 20-100

- Melendez S. D. C. y Rosas G. M., (1995) Algunos aspectos ecológicos de las helmintiasis que afectan a las especies endémicas del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de ciencias. UNAM. pp 32-73.
- Mendoza, E., (1962) The reproductive cycles of three viviparous teleosts, *Allophorus robustus*, *Goodea luitpoldii* and *Neoophorus diazi*. Biological Bulletin, 123: 351-365.
- Miller, R. R., W. L. Minckley., S. M. Norris., (2005) Freshwater Fishes of México. The University of Chicago. pp 184-290
- Moore, J. P., (1946) The anatomy and systematic position of *Myzobdella lugubris* Leidy (Hirudinea). Notations of the National Academy of Natural Sciences of Philadelphia 184: 1-12.
- Nepita, V. M.R., (1993) Hábitos alimenticios en tres especies de Godeidos del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología. Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo. p28.
- Noble, N. E., (1989) Parasitology. THE BIOLOGY OF ANIMAL PARASITES. Lea and Febiger, London. 574p.
- Orbe, M. A. y Acevedo, G. J., (1991) Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Informe Técnico. Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro. INP. Secretaría de Pesca. 82p.
- Orbe, M. A. y Acevedo, G. J., (2002) El lago de Pátzcuaro: lagos y Presas de México. AGT Editor, S. A. México., pp. 127-128.
- Osorio-Tafall, B. F., (1984) Materiales para el conocimiento del microplancton del lago de Pátzcuaro, Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas., 2, 331-333.

- Peresbarbosa, R. E., (1992). Estructura de la comunidad de helminros en tres especies de Goodeios (Piseces: Goodeidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. D.F., pp 8-44.
- Pérez-Ponce de León, G., (1992) Sistemática del género *Posthodiplostomum*. Dubois, 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la postodiplostomiasis en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 181p
- Pérez-Ponce de León, G., Garcia, P. L. y Mendoza, G. B., (1992) Primer registro de la forma adulta de Ligula intestinales en aves de México. Anales del Instituto de Biología UNAM., Ser. Zoología 63 (2): 259-263.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García, D. Osorio, V. León., (1996) Listados Faunísticos de México. VI. Helminths parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, UNAM, México D. F., México. 100p.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, V. León-Régagnon y A. Choudhury. (2000) Helminth communities of native and introduced fishes in lake Pátzcuaro, Michoacán, México. Journal of Fish Biology 57: 3003-325.
- Pillay, T. V. R., (2004) Acuicultura, Principios y Prácticas. Ed. Limusa. México. D.F.
- Rohde, K., (1993) ECOLOGY OF MARINE PARASITES CAB Internacional. Walling ford. 298p.
- Rosas, M. M., (1976) Peces Dulceacuícolas que se Explotan en México y Datos Sobre su Cultivo. Secretaría de Industria y Comercio. I.N.P. México. 135p.
- Salgado, M. G. y Osorio, S. D., (1987) Helminths de algunos peces del lago de Pátzcuaro. Revista Ciencia y Desarrollo **74**: 41-57.

- Salgado, M. G., Pineda, L. R., y Vidal, M. V. M., (1997) A checklist of metazoan parasites of cichlid fish from México. *Journal of Helminthology Society of Washington* 64(2): 195-207.
- Skrajabin, K. I., (1961) Key to the parasitic Nematodes. Spirurata y Filiarata. Volumen I. Academy of Sciences of the USSR. Helminthological Laboratory. Israel
- Sawyer, R. T., Zawler, A. R., y Overstreet, M. R., (1975) Marine leeches of the Eastern United States and the Gulf of Mexico with a key to the Species. *Journal. Of Natural History* 9: 663-667.
- Sawyer, R. T., (1986) Leech biology and behaviour. VOL. II. FEEDING, BIOLOGY, ECOLOGY AND SYSTEMATICS. Oxford University Press, Oxford. 793p.
- Schmidt, D. G., (1986) Handbook of tapeworm identification. C.R.C. Press, Inc. Boca Ratón, Florida. 566pp.
- Scholz, T., J. Vargas, V., F. Morevec., C. Vivas., y E. Mendoza., (1996) Céstoda and Acanthocephala of fishes from cenotes (=sinkholes) of yucatán, México. *Folia Parasitologica* 43: 141-152.
- Secretaria de Pesca (SEPESCA). (1990) Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10 000 hectáreas y nivel de aprovechamiento. Lago de Pátzcuaro (Informe final). SEPESCA. 106p.
- Tamayo, P. y R. Juárez., (1983) Monografía del Lago de Pátzcuaro. Delegación Fedederal de Pesca en el Estado de Michoacán. SEPESCA. 59p.
- Toledo, M. P. y N. Barrera-Bassols., (1984) Ecología y desarrollo rural en Pátzcuaro. Instituto de Biología UNAM. México. 224p.
- Yamaguti, S., (1961) sistema helminthum. Vol. III The Nematodes of Vertebrates Part I. Interse. Pub. Inc. Nueva York. 679p.
- Yamaguti, S., (1971) Sinopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Keigaku Pub. Co. Tokio. I, II. 1076p.