



00381

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

11
Zej

FACULTAD DE CIENCIAS

**SISTEMATICA DEL GENERO Posthodiplostomum DUBOIS, 1936
Y ALGUNOS ASPECTOS EPIZOOTIOLÓGICOS DE LA
POSTODIPLOSTOMIASIS EN EL LAGO DE PATZCUARO,
MICHUACAN, MEXICO**

**TESIS CON
FALLA DE CENSURA**

T E S I S
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A :**
GERARDO PEREZ PONCE DE LEON



MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Lago de Patzcuaro, Mich., abordándose algunos aspectos de la biología del trematodo *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936. Este helminto es uno de los más importantes por el efecto producido sobre los peces dado que, no solo es el que se presenta en la mayor parte de éstos, sino que también es el que mayores intensidades de infestación alcanza. De Octubre de 1989 a Mayo de 1991 se analizó un total de 913 hospederos, pertenecientes a distintas clases de vertebrados de los cuales, 694 fueron peces, representando a siete especies de tres familias; 151 anfibios, con dos especies en dos órdenes; 20 reptiles, con dos especies de dos familias y, por último, 48 aves incluyendo a seis especies de tres familias diferentes. Los peces, anfibios y reptiles fueron obtenidos mediante la captura comercial que se realiza en el lago o bien, empleando artes de pesca tales como el chinchorro y la red de cuchara. Las aves fueron cazadas con arma de fuego.

La recolección y el estudio de tal diversidad de hospederos permitió obtener una gran cantidad de metacercarias y adultos de *P. minimum*, en sus hospederos intermedios y definitivos respectivamente. Los ejemplares así obtenidos permitieron a su vez evaluar la variabilidad morfológica intraespecífica del diplostómido, empleando como herramienta el análisis por componentes principales. De esta manera se demostró que la variación en formas y tamaños de los especímenes es inducida por el hospedero y que todas ellas corresponden a la misma especie, *P. minimum*. Este análisis reveló también la existencia de caracteres que son muy variables y algunos cuya variación es muy limitada, como es el caso de la extensión de las vitelógenas en el segmento anterior del cuerpo; con base en el análisis de tales caracteres y en la definición de su valor taxonómico, se realizó la revisión de las especies incluidas en el género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936; dicha revisión permitió reducir la composición específica del mismo de 21 a 11. A partir de lo anterior, se modificó la diagnosis del género y se elaboró una clave para la determinación de las especies congénicas.

En el trabajo se analiza la posición del género *Posthodiplostomum* dentro de los esquemas de clasificación propuestos por diferentes autores así como también, se discute la validez de la especificidad hospedatoria como un criterio de peso para separar especies en estrigeidos y diplostómidos.

Por otra parte, se describen algunas características

epizootiológicas de la postodiplostomiasis entre las poblaciones de siete especies de peces endémicas del lago; el hábitat específico de las metacercarias es considerado, se caracteriza la helmintiasis en dos periodos climáticos y se señala la relación entre la talla y sexo de los organismos con la infección con *P. minimum*. Con respecto al hábitat específico, el hígado resultó ser el hábitat preferentemente parasitado por las metacercarias de *P. minimum*. Con base en la prevalencia de la infección se determinó que la postodiplostomiasis es un padecimiento que se presenta en más del 50% de la población de cada una de las especies consideradas, excepto en *A. lacustris*; en términos de abundancia, existen dos grupos de especies en el lago, uno donde el parámetro alcanza valores altos (incluye a *Ch. estor*, *Ch. attenuatum* y *A. robustus*), y otro grupo donde no alcanza valores representativos (*Ch. grandocule*, *G. stripinnis*, *N. diazi* y *A. lacustris*). Este comportamiento prevalece en ambos periodos climáticos, sequía y lluvias. De todos los hospederos considerados, únicamente en el "choromu" *N. diazi*, existe un incremento significativo de la abundancia de la infección de acuerdo con el aumento en la talla de los hospederos; asimismo, los machos tuvieron abundancias significativamente superiores a las de las hembras.

Finalmente, en este estudio se discuten las posibles causas que determinan el comportamiento de la helmintiasis entre sus hospederos y se señala el tipo de estudios que es necesario desarrollar a partir de aquí, para determinar en forma precisa la manera en la que se establece esta relación parasitaria en los peces del Lago de Pátzcuaro.

ABSTRACT

This work was done in Lake Patzcuaro, Michoacan; some aspects of the biology of the trematode *Posthodiplostomus minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 were studied. *P. minimum* is one of the most important helminths in the lake because of the damage produced in fish as well as the fact that they reach higher values of prevalence and mean intensity. From October, 1989 to May, 1991, 913 hosts were analysed. The hosts belonged to different groups of vertebrate, 694 fishes (including 7 species from 3 families); 151 amphibians (from 2 families); 20 reptiles (2 species in 2 families) and 48 birds (including 6 species from 3 families). Fishes, amphibians and reptiles were obtained from the commercial capture in the lake which is done with gill net, "chinchorro" and spoon net. Birds shot down.

The study of several kinds of vertebrate host gave the chance of getting a large number of metacercariae and adults of *P. minimum*, in their intermediate and definitive hosts. With the specimens obtained, the morphological intraspecific variability was established, using the principal component analysis. This analysis showed that the variability in size and form of specimens was host-induced. It also, showed that some morphological characters had a large variability and others had a narrow variability such as the vitellaria extension in forebody. Considering the characters with the higher taxonomic value, the revision of the species of *Posthodiplostomus* was made. In this, the specific composition of the genus was reduced from 21 to 11. The genus diagnosis was modified and a key to determine species was elaborated.

In the present work, the taxonomic position of the genus *Posthodiplostomus* was considered in accordance with different classifications arrangement of several authors. The validity of the host specificity as a criteria to separate species in strigeids and diplostomids is discussed.

Some epizootologic characteristics of postdiplostomiasis in seven endemic fishes species were analyzed. Samples from two climatic periods in the study area, rain and dry, were considered and the habitat, distribution and host-parasite relationship were studied.

The liver was the most infected organ. According with the prevalence, it was determined that the disease is present in more than 50% of the fish populations considered, except in the case of *A. lacustris*. Considering the abundance, two groups of host were established, one of them in which this parameter reached high values (*Ch. estor*, *Ch. attenuatum*, *A. robustus*). The other group had lower values of abundance (*Ch. grandocule*, *N. diasi*, *G. stripinnis*, *A. lacustris*). This situation was present in both climatic periods. From all host considered, only in the "choroma" *N. diasi* there exist a significant increase in abundance of infection in accordance with the increase in size of the host; males were significantly more infected than females.

Finally, in this study the possible causes who determine the epizootiology of the disease in the hosts are discussed and the studies that should be done in the future are mentionend.

CONTENIDO

DEDICATORIAS.
AGRADECIMIENTOS.
RESUMEN.
ABSTRACT.

I. INTRODUCCION.

1. POSTODIPILOSTOMIASIS.	
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Historia del género <i>Posthodiplostomum</i> Dubois, 1936..	3
1.3. Ciclo biológico de <i>Posthodiplostomum minimum</i>	7
2. EL LAGO DE PATZCUARO.....	9
3. BIOLOGIA DE LOS HOSPEDEROS.....	11
3.1. Familia Atherinidae.....	12
3.2. Familia Cyprinidae.....	14
3.3. Familia Goodeidae.....	16

II. ANTECEDENTES.

1. ESTUDIOS SOBRE <i>Posthodiplostomum</i> spp.....	19
2. ESTUDIOS HELMINTOLOGICOS REALIZADOS EN EL LAGO DE PATZCUARO.....	20

III. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION: OBJETIVOS..... 30

IV. MATERIAL Y METODO.

1. AREA DE ESTUDIO.....	35
2. MUESTREO PROSPECTIVO.....	37
3. PROGRAMA DE MUESTREO.....	38
4. RECOLECTA DE HOSPEDEROS.....	39
5. EXAMEN HELMINTOLOGICO.....	40
6. INFECCIONES EXPERIMENTALES.....	42
7. FIJACION, TINCION Y MONTAJE DEL MATERIAL RECOLECTADO.....	42
8. ANALISIS DE RESULTADOS.....	43

V. SISTEMÁTICA DEL GÉNERO <i>Posthodiplostomum</i> DUBOIS, 1936.	
1. VARIABILIDAD MORFOLÓGICA INTRAESPECÍFICA EN <i>P. minimum</i> . RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
2. POSICIÓN ACTUAL DEL GÉNERO <i>Posthodiplostomum</i> DUBOIS, 1936. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
3. REVISIÓN DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN AL GÉNERO <i>Posthodiplostomum</i> DUBOIS, 1936. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
VI. EPIZOOTIOLOGÍA DE LA POSTODIPLOSTOMIASIS.	
1. RESULTADOS.	
1.1. Muestreo prospectivo.....	113
1.2. Hábitat específico de las metacercarias.....	115
1.3. Caracterización de la helmintiasis.....	118
1.4. Relación parásito-hospedero.....	123
2. DISCUSIÓN	
2.1. Generalidades.....	131
2.2. Hábitat específico.....	132
2.3. Caracterización.....	134
2.4. Relación parásito-hospedero.....	141
2.5. Caracterización de la helmintiasis en sus hospederos definitivos naturales.....	144
VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	146
APÉNDICE.....	153
LITERATURA CITADA.....	163

I. INTRODUCCION.

1. POSTODIPILOSTOMIASIS.

1.1. Generalidades.

La Postodiplostomiasis es una enfermedad producida por metacercarias de tremátodos diplostomátidos pertenecientes al género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936. Dicho término se aplica exclusivamente al efecto que causan tales formas larvarias en los segundos hospederos intermediarios, que son numerosas especies de peces de agua dulce. Las metacercarias de este grupo de tremátodos se encuentran enquistadas en diferentes tejidos de sus hospederos; por esta razón y por el hecho de que los quistes del parásito son de color blanco, a la postodiplostomiasis también se le conoce como la enfermedad de las "manchas blancas" ("white grub").

Hoffman (1975) señaló que experimentalmente las cercarias de *P. minimum* pueden ocasionar la muerte a los peces, pero que una lenta acumulación de las mismas en condiciones naturales probablemente no llegue a matar al hospedero; sin embargo, Hoffman y Hutcheson (1970) observaron un caso poco usual en el que los juveniles de *Morone saxatilis* murieron a causa de la infección por un gran número de metacercarias de *P. minimum*, las cuales invadieron la musculatura del cuerpo y de la cabeza, produciendo exoftalmia e inflamación en la musculatura.

En 1982, Mitchell et al. registraron mortalidad en *Pimephales promelas* cultivados en una granja en Missouri, E.U.A. provocadas por larvas de *P. minimum*; en esta infección, el abdomen de los peces se encontraba distendido, presentándose exoftalmia así como laceración de las paredes abdominales. Mitchell et al. (1983) señalaron la ocurrencia de una severa fibrosis melanótica visceral y hepática en *Lepomis macrochirus* en Iowa, E.U.A. asociada a infecciones larvarias por *P. minimum*

y *Proteocephalus* sp.. Osorio et al. (1986), al estudiar la histopatología del hígado de *Chirostoma* estor en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México, encontraron que en infecciones masivas, la acumulación de metacercarias en el parénquima hepático conduce al colapsamiento de hepatocitos, con la consecuente alteración del órgano para contribuir al proceso digestivo del hospedero; sin embargo, las evaluaciones realizadas hasta el momento en la localidad no permiten concluir que la infección producida por estos tremátodos conduzca a la mortalidad de los peces.

Dórges (1964) encontró que las metacercarias de otra especie congénérica, *P. cuticola*, producen daños cuando se presentaban infecciones severas en *Phoxinus laevis*, *Squalius cephalus* y *Scardinius erythrophthalmus*. En la Comunidad de Estados Independientes (ex Unión Soviética) también se ha estudiado el efecto ocasionado por *P. cuticola* sobre los peces tanto en poblaciones silvestres como en aquellas mantenidas bajo condiciones de cultivo (Sudarikov, 1960; Kamenskii, 1971; Denisov y Afanas, 1973). La principal diferencia entre esta helmintiasis y la producida por *P. minimum* es en cuanto a su localización en el hospedero así como al color de los quistes metacercariales. Las metacercarias de *P. cuticola* se encuentran exclusivamente sobre la superficie del cuerpo de los hospederos y, por la acumulación de melanina en su interior, los quistes son de color negro, por lo cual algunos autores la han denominado como la "enfermedad de la tinta" ("ink disease").

Dubinín (1949) In: Sudarikov (1960), observó en juveniles de *Cyprinus carpio* una pronunciada deformación del cuerpo, así como destrucción de la musculatura y otros tejidos, curvatura de la columna vertebral y un marcado retardo en el crecimiento.

Es importante señalar que, con base en los estudios realizados hasta el momento, solo se considera a dos de las 21 especies del género *Posthodiplostomum* como causantes de enfermedad en sus hospederos, *P. minimum* en el Continente Americano y *P. cuticola* en Europa y la ex Unión Soviética. Ambas especies, en infecciones masivas, son altamente patógenas para sus hospederos y con base en ello y en el hecho de que dichas infecciones se llegan a presentar en poblaciones silvestres, la Postodiplostomiasis puede llegar a constituir un verdadero problema de sanidad piscícola bajo condiciones de cultivo, si no son tomadas en cuenta algunas medidas profilácticas que eviten el establecimiento de esta helmintiasis.

1.2. Historia del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936.

El género *Posthodiplostomum* fue establecido por Dubois (1936) para agrupar aquellos diplostomátidos parásitos de ardeidos, caracterizados por presentar una bolsa copuladora evaginable e invaginable con un prepucio que rodea al cono genital, así como por carecer de pseudoventosas en el segmento anterior.

La especie tipo, *P. cuticola*, fue descrita originalmente por von Nordmann, 1832; este autor encontró quistes en la piel de numerosas especies de carpas en el sur de la ex Unión Soviética y las describió bajo el nombre de *Holostomum cuticola*, de tal forma que la metacercaria de esta especie fue conocida casi un siglo antes que sus formas adultas. Posteriormente Diesing, 1850 transfirió la especie de von Nordmann al género *Diplostomum* y hasta 1936, Dubois la incorporó como la especie tipo del género *Posthodiplostomum*, quedando referida como *Posthodiplostomum cuticola* (von Nordmann, 1832) Dubois, 1936. En los trabajos de Dubois (1938a, 1970) y Sudarikov (1960) se encuentra información más detallada sobre esta situación.

A partir de que Dubois estableció el género en 1936 y previo a la realización del presente trabajo, una revisión exhaustiva de la literatura reveló que existían 21 especies congénéricas, las cuales son referidas en la tabla 1 en orden cronológico, ya sea como nuevas especies o como movimientos de nueva combinación.

P. minimum fue descrita originalmente por MacCallum (1921) como *Diplostomum minimum* siendo incorporada por Dubois en 1936 al género *Posthodiplostomum*. Esta especie tiene como sinónimos a *Diplostomum minimum*, *Neodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936, *Neodiplostomum orchilongum* Noble, 1936 y *P. orchilongum* (Noble, 1936) Dubois, 1936.

P. grande se describió por primera vez como *Diplostomum grande* por Diesing, 1850; en 1936 fue incorporada por Dubois al género *Posthodiplostomum*. Sus sinónimos son: *Diplostomum grande* Diesing, 1850, *Neodiplostomum grande* (Diesing, 1850) Dubois, 1936 y *Hemistomum macropterum* Brandes, 1888.

En 1936, Dubois mencionó por vez primera a *P. microsicya*, y desde ese entonces, ésta no ha vuelto a ser señalada en la literatura.

P. australe, *P. oblongum*, *P. macrocotyla* y *P. nanum* fueron establecidas por Dubois en 1937 y de estas especies, únicamente *P. nanum* tiene sinónimos (*P. antillanum*, especie descrita erróneamente por Pérez-Vigueras, 1944 en Cuba).

P. grayi fue descrita originalmente como *Proalaria grayi* por Verma en 1936; sin embargo, Dubois (1938a) la incorporó al género *Posthodiplostomum*. Esta especie asiática es una de las que mayor número de sinónimos presenta: *Proalaria grayi*,

Neodiplostomum larai Refuerzo y García, 1937, *P. larai* (Refuerzo y García, 1937) Dubois, 1938, *P. botauri* Vidyarthi, 1938, *Pharyngostomum bugulum* Lal, 1939, *P. duboisi* Rac, 1957, *Mesophorodiplostomum cheni* Yang, 1959 y *P. cheni* (Yang, 1959) Odening, 1962.

Tabla 1. Especies válidas del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 desde su establecimiento hasta 1992.

ESPECIE	AUTOR(ES)
<i>P. cuticola</i>	(von Nordmann, 1832) Dubois, 1936
<i>P. minimum</i>	(MacCallum, 1921) Dubois, 1936
<i>P. grande</i>	(Diesing, 1850) Dubois, 1936
<i>P. microsicya</i>	Dubois, 1936
<i>P. australe</i>	Dubois, 1937
<i>P. oblongum</i>	Dubois, 1937
<i>P. macrocotyla</i>	Dubois, 1937
<i>P. nanum</i>	Dubois, 1937
<i>P. grayi</i>	(Verma, 1936) Dubois, 1938
<i>P. prosostomum</i>	(Dubois y Rausch, 1948) Dubois, 1952
<i>P. brevicaudatum</i>	(von Nordmann, 1832) Wisniewski, 1958
<i>P. biellipticum</i>	Dubois, 1958
<i>P. boydae</i>	Dubois, 1969
<i>P. opisthosicya</i>	Dubois, 1969
<i>P. methai</i>	Gupta y Mishra, 1974
<i>P. obesum</i>	(Lutz, 1928) Dubois, 1977
<i>P. ixobrychi</i>	(Lung Tsu Pei, 1966) Dubois, 1977
<i>P. corvi</i>	(Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb.
<i>P. linguaeforme</i>	Pearson y Dubois, 1985
<i>P. giganteum</i>	Dubois, 1988.
<i>P. pearsoni</i>	Pérez-Ponce de León (en proceso)..

P. prosostomum fue establecida en 1948 por Dubois y Rausch como *P. microsicya* var. *prosostomum* y el mismo Dubois (1952) la erigió como una especie independiente.

Con *P. brevicaudatum* sucede lo mismo que con *P. cuticola*, fue descrita inicialmente como *Holostomum brevicaudatum* por von Nordmann, 1832, y posteriormente Wisniewski (1958) la incorporó al género *Posthodiplostomum*. Tiene como sinónimos a: *Holostomum brevicaudatum*, *Diplostomum brevicaudatum* Diesing, 1850, *Tetracotyle brevicaudata* Matara, 1910 *Diplostomulum brevicaudatum* Faust, 1918, *Neascus brevicaudatus* Hughes, 1928, *Neodiplostomum impraeputiatum* Dubois, 1935 y *P. impraeputiatum* (Dubois, 1935) Dubois, 1936.

P. biellipticum, *P. boydae*, *P. opisthosicya* y *P. methai* fueron descritas, en el primer caso por Dubois (1958), los dos siguientes por Dubois (1969) y la última, por Gupta y Mishra (1974), siendo todas ellas originales y careciendo de sinónimos. Solo *P. biellipticum*, única especie africana del género tiene como sinónimo a *P. nanum* de Williams (1967).

P. obesum y *P. ixobrychi* tienen como registro original el realizado por (Lutz, 1928) Dubois, 1938 como *Neodiplostomum obesum* en el primer caso y como *Choanouvulifer ixobrychi* por Lung Tsu Pei (1966) en el segundo; sin embargo, Dubois (1977) propuso el movimiento de nueva combinación para incorporar a ambas al género *Posthodiplostomum*.

P. linguaeforme fue descrita por Pearson y Dubois (1985) en Australia e Indonesia mientras que Dubois (1988) registró a *P. giganteum* en Paraguay.

El registro más reciente de una especie congénérica fue realizado por Pérez-Ponce de León (en proceso) a partir de material que el Dr. J.C. Pearson recolectó de un ejemplar de *Egretta intermedia* en Java, Indonesia. La descripción de esta nueva especie actualmente se encuentra en proceso.

1.3. Ciclo Biológico de *Posthodiplostomum minimum*.

El ciclo biológico de las especies del género *Posthodiplostomum* presenta un patrón muy semejante al de la mayoría de los integrantes de la familia Diplostomatidae.

De las 21 especies que componen al género, se conoce al menos algunas fases del ciclo biológico de cinco de ellas, estas son: *P. biellipticum* por Williams (1967); *P. brevicaudatum* por Wisniewski (1958); *P. cuticola* por Dönges (1964); *P. nanum* por Ostrowski de Nuñez (1973) y el de *P. minimum* por Miller (1954) y por Spall y Summerfelt (1970).

El ciclo biológico más intensamente estudiado es sin duda, el de *P. minimum*, pues además de los trabajos referidos, existen numerosas contribuciones tales como las de Hunter y Hunter (1940), Ferguson (1938, 1940, 1943), Hoffman (1958b) y Avault y Smitterman (1965).

Con base en tales trabajos, se presenta a continuación el patrón general del ciclo biológico de *P. minimum*, señalando los hospederos que intervienen en el ciclo en el Lago de Pátzcuaro, Mich., considerando también algunos trabajos realizados en la localidad así como datos obtenidos en el presente (fig. 1).

Las aves ictiófagas constituyen el hospedero definitivo del parásito y dentro de ellas, en el intestino, llevan a cabo la reproducción sexual. En Pátzcuaro, al menos tres especies de

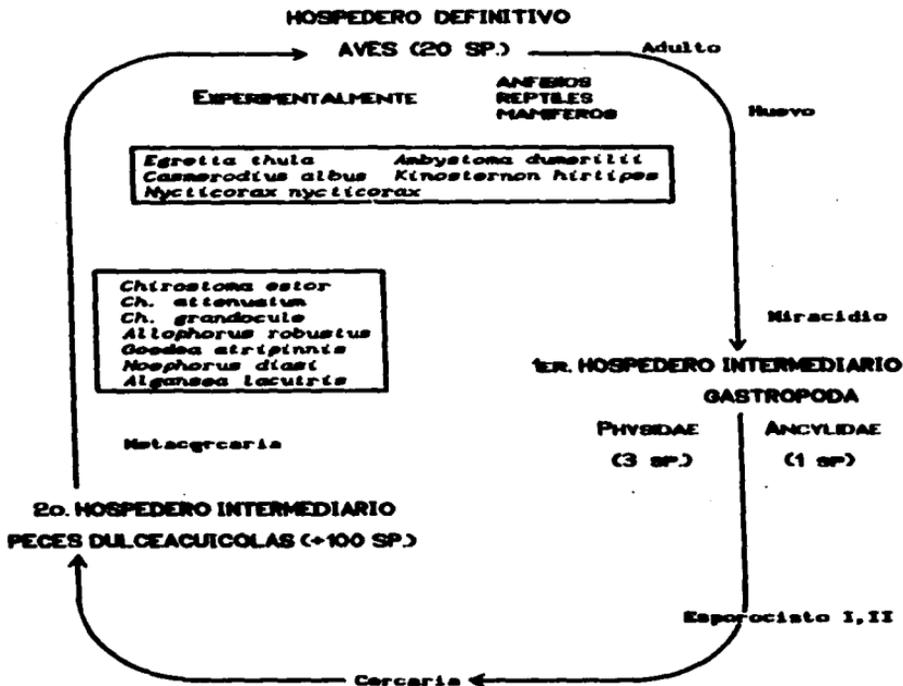


Fig.1- Ciclo biológico de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936. Se indican los hospederos habituales del tremátodo en Norteamérica, así como también los hospederos que se conoce que intervienen en el ciclo en el Lago de Pátzcuaro, Mich. quienes son encerrados en cuadros.

ardeidos representan al hospedero definitivo habitual del diplostómido: *Egretta thula*, *Casmerodius albus* y *Nycticorax nycticorax*; sin embargo, como infecciones esporádicas donde el parásito no alcanza el estado de gravidez, se encontró al anfibio *Ambystoma dumerilii* y a la tortuga *Kinosternon hirtipes*, ambas especies carnívoras que en su dieta incluyen precisamente a peces.

Los NUEVOS son liberados con las heces del hospedero y al llegar al agua, se incuban hasta que eclosiona el MIRACIDIO, forma ciliada y libre nadadora que penetra al primer hospedero intermediario; en los trabajos referidos se señala a moluscos representantes del género *Physa* como los hospederos habituales de *P. minimum*; sin embargo, Turner y Beasley (1982) han señalado a miembros de la familia Ancyliidae como posibles hospederos intermediarios del diplostómido. Ambos grupos de hospederos se encuentran en el Lago de Pátzcuaro y dado que la fase de cercaria aún no ha sido registrada en él, señalamos que potencialmente una o ambas familias de hospederos pueden intervenir en el ciclo. Dentro de los gasterópodos, el tremátodo desarrolla dos etapas asexuales (ESPOROCISTO I y II) que por procesos de poliembrionía, conducen a la formación de CERCARIAS.

Las cercarias, larvas libre nadadoras de tipo furcocercas, se desplazan activamente hasta penetrar al segundo hospedero intermediario, representado por numerosas especies de peces dulceacuicolas, donde se enquistan en diferentes tejidos para constituir a la METACERCARIA.

En el lago, al menos siete especies de peces endémicos albergan a las metacercarias: *Chirostoma estor*, *Ch. attenuatum*, *Ch. grandocule*, *Goodea atripinnis*, *Allophorus robustus*, *Neophorus diazi* y *Algansea lacustris*.

El ciclo biológico continúa cuando el hospedero definitivo ingiere peces parasitados, con lo cual el helminto se desarrolla alcanzando el estado ADULTO, fase potencialmente reproductiva al llegar a la madurez sexual.

2. EL LAGO DE PATZCUARO.

En el estado de Michoacán, el Lago de Pátzcuaro es uno de los cuerpos de agua que más importancia ha tenido en las pesquerías de agua dulce. Toledo y Barrera-Bassols (1984) estimaron que alrededor de 1000 pescadores acuden al lago para capturar entre 300 y 500 toneladas anuales de peces, señalando a la pesca como una de las actividades productivas más importantes para los habitantes de varias comunidades de la región. Según Lizárraga y Tamayo (1988) la pesquería en el cuerpo de agua es sostenida principalmente por la "lobina negra", las "carpas" y los "charales" y en menor grado por la "acómara" y el "pescado blanco". Cabe señalar aquí que los autores referidos evaluaron el comportamiento de la pesquería en el periodo de 1980 a 1987.

La fauna ictica del Lago de Pátzcuaro se encuentra representada por 14 especies de las cuales, 10 son nativas y cuatro son introducidas. Dentro de las especies nativas existen miembros de tres familias: **Atherinidae:** *Chirostoma* *estor* ("pescado blanco"), *Ch. attenuatum* ("charal prieto"), *Ch. grandocule* ("charal blanco") y *Ch. patzcuaro* ("charal pinto"); **Goodeidae:** *Goodea atripinnis* ("tiro"), *Allophorus robustus* ("chequa"), *Neophorus diazi* ("choromu"), *Skiffia lermæ* ("tiro") y *Allotoca dugesi* ("tiro") y **Cyprinidae:** *Algansea lacustris* ("acómara") (Rosas, 1976a; Arredondo y Aguilar, 1987).

Las especies introducidas son: *Micropterus salmoides* ("lobina negra") de la familia *Centrarchidae*; *Ctenopharyngodon idellus* ("Carpa herbívora"), *Cyprinus carpio communis* ("carpa

común") y *C. c specularis* ("carpa espejo") de la familia Cyprinidae y finalmente *Oreochromis aureus* ("tilapia") de la familia Cichlidae.

Lara-Vargas (1980) mencionó que son muchos los factores que han producido disminuciones en el rendimiento de las pesquerías en el lago, destacando entre ellos la pesca exhaustiva y no controlada, los problemas relacionados con la introducción de especies carnívoras y altamente competitivas como la "lobina negra" así como de especies competidoras y transformadoras del medio como las "carpas" y las "tilapias". De igual manera ha afectado el uso de artes de pesca inadecuados, así como los problemas mismos de la cuenca lacustre tales como el azolvamiento (producto del arrastre de materia orgánica derivado de la tala immoderada de la vegetación de la cuenca) y la contaminación (tanto por desechos domésticos como industriales aunado a la no funcionalidad de las plantas tratadoras de agua); estos a su vez se constituyen como los factores que incrementan la eutroficación del lago. Asimismo, es conveniente considerar otros aspectos de tipo legal y político que hacen al problema aún más complejo (Arredondo com. pers.).

Todos estos problemas son señalados como la causa de la disminución de la talla así como del volumen de captura del "pescado blanco" *Chirostoma estor*; sin embargo, tal problemática no solo ha producido efectos sobre esta especie, sino que también afectará directa o indirectamente, a corto o mediano plazo, al resto de las especies que habitan en el ecosistema lacustre, lo que tendrá consecuencias en el rendimiento de sus pesquerías.

Es en este marco en el que deben establecerse las perspectivas del Lago de Pátzcuaro, intentando vincular las

soluciones a los problemas con el proceso de producción mismo, en el que los habitantes de la cuenca juegan un papel determinante. El aporte de resultados generados por los especialistas en las diferentes áreas del conocimiento será de gran relevancia para tratar de establecer un programa de trabajo en el que diferentes dependencias gubernamentales, privadas y centros de investigación intervengan para preservar este cuerpo de agua, junto con los recursos naturales que dentro de él existen.

3. BIOLOGIA DE LOS HOSPEDEROS.

A continuación se mencionarán algunos datos sobre la biología de las especies de peces endémicos que son incluidos en el presente estudio. Se atiende especialmente la importancia de la familia a la que corresponden en las pesquerías o cultivo en México, así como ciertos aspectos de la distribución, alimentación y reproducción de cada especie dentro del lago; esto con el propósito de tratar de establecer el papel que tienen las características biológicas de los hospederos en el comportamiento de la infección considerada en el presente estudio.

Cabe señalar que, de acuerdo con Rosas (1976b), la explotación pesquera de las aguas interiores mexicanas se realiza con 35 especies que pertenecen a 21 géneros, distribuidos en 10 familias diferentes. Aproximadamente el 50% de estas especies son nativas y la otra mitad introducidas; sin embargo, el potencial de explotación es enorme ya que la diversidad de peces de agua dulce en el territorio mexicano supera por mucho a la cantidad de peces que se explotan comercialmente; la fauna ictica mexicana incluye 500 especies pertenecientes a 47 familias (Miller, 1986).

3.1 Familia Atherinidae.

Es la familia más representativa de la ictiofauna dulceacuicola mexicana, donde existen varios géneros y especies conocidas; los de tallas pequeñas son llamados "charales" y los de tallas mayores son conocidos como "pescado blanco" (Rosas, 1976b). Las especies de esta familia, en cuanto a su origen. Se clasifican como vicarias es decir, con afinidades marinas pero actualmente solo adaptadas al agua dulce (Miller, 1986). De esta familia, el autor destaca que el género *Chirostoma* es el más prolífico con 19 especies, las cuales se distribuyen exclusivamente en uno de los tres centros de endemismo del país, la cuenca del río Lerma-Santiago.

En cuanto a la atherinicultura, en nuestro país ha quedado hasta la fase de semicultivo (producción de crías) y es representada por el cultivo del género *Chirostoma*, éste consiste en obtener reproductores maduros sexualmente de poblaciones silvestres de Pátzcuaro y Chapala, así como desove manual, fecundación artificial, incubación y mantenimiento hasta la etapa de crías de 10 cm (Rosas, 1976b).

En el Lago de Pátzcuaro, la familia está representada por cuatro especies: *Chirostoma estor*, *Ch. attenuatum*, *Ch. grandocule* y *Ch. patzcuaro*. Estas especies, junto con la "lobina negra", son sin duda las más estudiadas del lago, destacando por su importancia los trabajos de Rosas (1970), Barbour (1973), Lizárraga (1981)¹, Vega (1982)¹, Rosas (1983), Claudin y Rubio (1983), Pérez y García de León (1985)¹, Pérez (1987)¹, Morelos y García de León (1988)¹, Rauda y García de León (1988)¹, Rojas y Mares (1988), Toledo (1988) y Espina et al. (en prensa).

¹ Tesis Profesionales y Trabajos Presentados en Congresos y Simposia Nacionales. No Publicados. APENDICE 1.

Distribución. Lizárraga y Tamayo (1988) señalaron que los aterinidos pueden distribuirse tanto en el norte como en el sur del cuerpo de agua, sin embargo, para el "pescado blanco" las áreas de mayor captura se encuentran en la parte sur de la isla de Urandén, Janitzio, Jarácuaro y Erongaricuaro, es decir, en la zona sur del lago; algunos otros autores opinan que esta especie se reproduce principalmente en la zona norte del embalse (Rosas, 1976a, 1976b). Los "charales" se distribuyen en casi todos los alrededores del lago, siendo las áreas de mayor concentración Ichupio y las Islas Tecuen y Janitzio (fig. 2).

De las tres especies de "charales", *Ch. patzcuaro* se encuentra muy limitada y en términos de captura, se presenta esporádicamente en los muestreos (Campos com. pers.).

Hábitos alimentarios. Rosas (1976a) señaló que el "pescado blanco" es un carnívoro no estricto, con preferencia por peces pequeños, incluso de su mismo género; las tres especies de "charal" tienen hábitos alimenticios similares, constituyéndose como carnívoros zooplantófagos no estrictos con preferencia a consumir cladóceros (tabla 2).

Reproducción. Rosas (1976a, 1976b) indicó que el "pescado blanco" es un ovíparo que desova durante todo el año, siendo más intenso en los meses de marzo a junio. La etapa reproductiva se inicia cuando los machos alcanzan una talla de 25 a 30 cm, mientras que las hembras lo hacen entre los 30 y 40 cm. Con respecto a las tres especies de "charales", Rosas (1976a) señaló un período reproductivo continuo a lo largo del año, con una mayor ovoposición en los meses de febrero a junio, período similar al del "pescado blanco"; esto parece asociarse al momento en que la temperatura fluctúa entre los 18 y 22°C; de igual manera coincide con el tiempo de lluvias en la localidad.

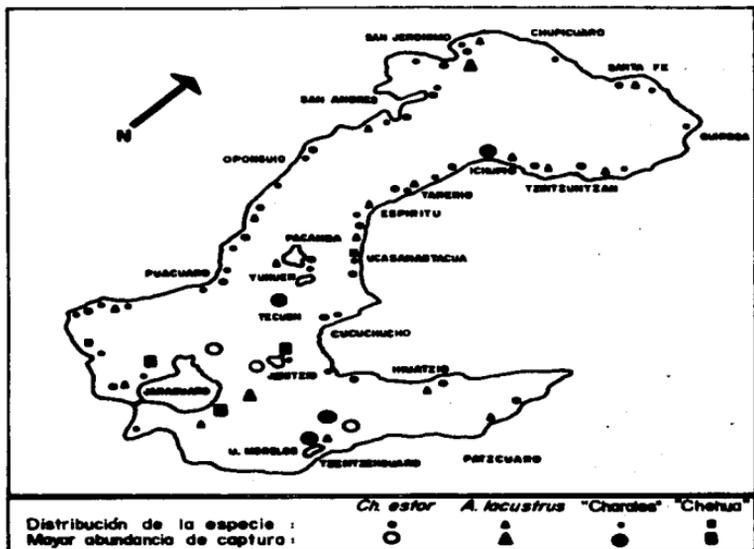


Fig. 2.- Areas principales para la pesquería de diferentes especies que habitan en el Lago de Pátzcuaro, Mich. (Modificado de Lizdrago y Tamayo, 1988).

Para obtener más datos de la biología de la reproducción de *Ch. attenuatum* particularmente, se puede consultar a Solórzano (1961) y a Morelos y García de León (1988).²

3.2 Familia Cyprinidae.

Sobre esta familia se desarrolla el 60% de las actividades piscícolas de agua dulce del país y, no obstante que existen numerosas especies nativas, dada su pequeña talla, no son cultivadas; en cambio al menos nueve especies han sido introducidas a México (Rosas, 1976b; Arredondo y Juárez, 1986) alcanzando un gran éxito en todos los aspectos de su reproducción y crecimiento.

En cuanto a su origen, la familia Cyprinidae se cataloga como **Primaria**, es decir, restringida exclusivamente al agua dulce, con pocas especies que no lo son (Miller, 1986).

En el Lago de Pátzcuaro, el único ciprinido nativo es la "acúmara" *Algansea lacustris* no obstante, en la década de los 70's fueron introducidas dos especies de carpas de origen asiático, producto del éxito alcanzado en la reproducción de estos y otros ciprinidos exóticos, sin embargo, de acuerdo con Rivera y Orbe (1990), la "acúmara" es una especie de gran importancia económica en la región de la meseta tarasca dados sus grandes volúmenes de captura y su gran demanda en el mercado regional. Para esta especie, son importantes los trabajos de Rivera y Alba (1986)³ así como de Rivera y Orbe (1990).

Distribución. La "acúmara" se encuentra distribuida en la mayor parte del lago, no obstante, su período reproductivo es corto;

²Trabajo presentado en Congreso. No publicado.

³Trabajo inédito. No publicado. APENDICE 1.

Tabla 2. Hábitos alimentarios de la Ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. (Modificada de Rosas 1976a).

ESPECIE	HABITO ALIMENTICIO
ATHERINIDAE	
<i>Chirostoma estor</i>	Carnívoro no estricto, prefiere peces
<i>Ch. attenuatum</i>	Zooplancatófago no estricto (cladóceros)
<i>Ch. grandocule</i>	Zooplancatófago no estricto (cladóceros)
<i>Ch. patzcuaro</i>	Zooplancatófago no estricto (cladóceros)
GOODEIDAE	
<i>Allophorus robustus</i>	Carnívoro no estricto (insectos y peces)
<i>Neophorus diazi</i>	Zooplancatófago no estricto (anfípodos y ostrácodos)
<i>Allotoca dugesi</i>	Zooplancatófago no estricto.
<i>Goodea atripinnis</i>	Herbívoro fitófago (fauna acompañante)
<i>Skiffia lermae</i>	Omnívoro. Prefiere algas filamentosas, diatomeas y cianofíceas.
CYPRINIDAE	
<i>Algansea lacustris</i>	Omnívoro. Prefiere algas filamentosas moluscos, anfípodos y diatomeas.
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Herbívoro estricto.
<i>Cyprinus carpio communis</i>	Omnívoro. Prefiere insectos planctónicos y bentónicos.
<i>C. c. specularis</i>	Omnívoro. Prefiere insectos planctónicos y bentónicos.
CENTRARCHIDAE	
<i>Micropterus salmoides</i>	Carnívoro estricto. Prefiere peces
CICHLIDAE	
<i>Oreochromis aureus</i>	Microfago.

las áreas de mayor reproducción se encuentran en San Jerónimo e Isla Urandén (Rivera y Orbe, 1990) (fig. 2).

Hábitos alimentarios. Rosas (1976a, 1976b) mencionó que la "acúmara" es un pez omnívoro con inclinación por las algas filamentosas entre las que habitan diferentes especies animales que son ingeridas junto con las primeras (cladóceros, anfípodos, moluscos, rotíferos, etc.) (tabla 2.).

Reproducción. La "acúmara" es una especie ovípara con un periodo de desove que comprende los meses de diciembre a mediados de junio, coincidiendo los volúmenes máximos de captura con los meses en que se ha observado el mayor número de los ejemplares sexualmente maduros (Rivera y Orbe, 1990). Según estos autores, el desove se lleva a cabo en la zona norte del lago y, como la mayoría de los peces de éste, la reproducción se lleva a cabo durante el periodo en que se incrementa la temperatura (febrero a mayo).

3.3. Familia Goodeidae.

Es una familia de peces exclusivos de la ictiofauna mexicana que forman pesquerías en nuestras aguas lénticas; aunque son pequeños, su abundancia los hace explotables. Existen más de 22 géneros en México (Rosas, 1976b); asimismo, este autor señaló que en cuerpos de agua donde otros peces no se desarrollan por la poca profundidad, los goodeidos son abundantes, no obstante reconoce que sus hábitos han sido poco estudiados; son vivíparos y en sus diferentes géneros existen especies ictiófagas, zooplanctófagas y ficófagas.

Según la clasificación de los peces en cuanto a su origen, Miller (1986) colocó a los goodeidos como peces Secundarios es decir, especies que pueden tolerar cierta salinidad y son

capaces de cruzar determinadas barreras marinas; sin embargo algunos peces secundarios se conocen unicamente en el agua dulce y no toleran salinidades arriba de las 5‰; la familia Goodeidae tiene esta característica.

En ésta familia no se ha realizado la práctica piscícola, quedando su explotación limitada a las poblaciones silvestres; su pequeño tamaño y sabor ligeramente amargo no los hace muy comerciales (Rosas, 1976b).

En el Lago de Pátzcuaro existen registradas cinco especies de goodeidos, sin embargo, actualmente dos de ellas, *Skiffia lernae* y *Allotoca dugesi*, difícilmente aparecen en las capturas; a pesar de no existir ningún reporte formal de esta situación para el Lago de Pátzcuaro, basamos esta idea en las observaciones realizadas en el presente estudio.

Distribución. No existen datos acerca de la distribución de las diferentes especies de goodeidos en el lago. Unicamente se cuenta con el registro de Lizárraga y Tamayo (1988) quienes mencionaron que la "chagua" (*Allophorus robustus*) presentaba registros de captura muy irregulares, teniendo como zonas de mayor abundancia a la Isla Urandén, Jarácuaro y Janitzio (fig. 2). Sin embargo, los registros de captura de "chagua" muy probablemente incluyan a los "tiros" y "choromus", goodeidos con similar abundancia, forma y tamaño que en ocasiones son mencionados por los pescadores locales como la misma especie a la cual denominan indistintamente como "chagua", "choromau" o "tiro". Rosas (1976a) planteó que las poblaciones de goodeidos están muy disminuidas debido al efecto depredador por parte de la "lobina negra" desde su introducción al cuerpo de agua en la década de los 30's.

Hábitos alimentarios. En la tabla 2 se observa que las tres especies de goodeidos estudiadas presentan distintos hábitos alimentarios. *Neophorus diazi* se cataloga como carnívoro zooplantófago no estricto con preferencia por anfípodos y ostrácodos (Rosas, 1976a). Godínez (com. pers.), al analizar el contenido alimenticio de varios ejemplares de Pátzcuaro, los señala como organismos voraces dado que encontró peces pequeños ingeridos completos. *Allophorus robustus* es considerado como carnívoro, alimentándose tanto de insectos como de peces. Finalmente, *Goodea atripinnis* es un herbívoro ficófago e ingiere la fauna acompañante de la vegetación.

Reproducción. En cuanto al aspecto reproductivo, todos los goodeidos son vivíparos y se reproducen todo el año, intensificándola en los meses más cálidos, de mayo a julio (Rosas, 1976a). Godínez (com. pers.) mencionó que en general, *Goodea atripinnis* exhibe un ciclo reproductivo simple (anual) con un tamaño de camada de aproximadamente 20 embriones por hembra; para *Neophorus diazi* comentó que presentaba un ciclo reproductivo múltiple (dos o más veces por año), con un tamaño de camada promedio de 40 embriones por hembra y finalmente *Allophorus robustus* establece un comportamiento reproductivo similar al de *G. atripinnis*.

II. ANTECEDENTES.

1. ESTUDIOS SOBRE *Posthodiplostomum* spp.

Sobre el género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 y las especies que lo conforman han sido publicados en todo el mundo alrededor de 100 contribuciones, sin embargo, este número se incrementaría si fuese incorporada toda la literatura soviética sobre la especie del diplostómido que se distribuye en esa región pero que nos resulta inaccesible.

Para analizar la posición taxonómica del género son importantes los trabajos de Krull, 1934; Dubois, 1935, 1936, 1938a, 1970; Dubois y Rausch, 1950; Hoffman, 1958a; Sudarikov, 1960; Hendrickson, 1979a, 1979b, 1986; Wang, 1983; Dronen, 1985 y Shoop, 1989.

En cuanto a los registros taxonómicos de las diferentes especies congenéricas, existe la contribución de Dubois con numerosos trabajos, Dubois, 1935a, 1935b; 1936; 1937a, 1937b, 1937c, 1938a, 1938b, 1952, 1958, 1964, 1969, 1977, 1978, 1988; Dubois y Angel, 1972; Dubois y Macko, 1972, Dubois y Pearson, 1967, Dubois y Pérez Vigueras, 1949; Dubois y Rausch, 1948; así como la de otros autores: MacCallum, 1921; Hughes, 1928; Lutz, 1928; Pérez Vigueras, 1944 y 1955; Lung Tau Pei, 1966; Fischthal y Thomas, 1968, Ostrowski de Nuñez, 1973; Fischthal y Nasir, 1974; Gupta y Mishra, 1974 y Pearson y Dubois, 1985.

Sobre diferentes aspectos de la epizootiología, efecto sobre el hospedero y ciclo biológico de las especies del género *Posthodiplostomum* en particular existen los siguientes trabajos: Hunter y Hunter, 1940; Ferguson, 1940, 1943; Miller, 1954; Wisniewski, 1958; Sudarikov 1960; Dönges, 1964; Williams, 1967; Bedinger y Meade, 1967; Meade y Bedinger, 1967; Spall y Summerfelt, 1969, 1970; Hoffman y Hutcheson, 1970; Ostrowski de

Nuñez, 1973; McDaniel y Bailey, 1974; Hoffman, 1975; Mitchell et al., 1982; Mitchell et al., 1983; Bailey, 1984; Singhal et al., 1986a, 1986b; Osorio et al., 1986; Janovy y Hardin, 1987.

Finalmente, en cuanto a registros de *P. minimum* en el Continente Americano, destacan los trabajos de: MacCallum, 1921; Hughes, 1928; Ulmer*, 1960; Hoffman, 1958b y 1960a; Colley y Olson, 1963; Lumsden y Zischke, 1963; Avault y Smitherman, 1965; Avault y Allison, 1965; Campbell, 1972*; Mondl y Rabalais, 1972; Meade y Bedinger, 1972; Palmieri, 1974, 1976*, 1977a*, 1977b*, 1977c*, 1977d*; Sutherland y Holloway, 1979; Margolis y Arthur, 1972; Amin, 1975, 1977, y 1982; Hendrickson, 1978; Ingham y Dronen, 1980; Threlfall y Watkins, 1982; Osorio et al., 1986; Lamothe y Pérez-Ponce de León, 1986; Salgado y Osorio, 1987; Heckmann y Ching, 1987; Muzzal et al., 1987; Muzzal y Peebles, 1987; Camp, 1988 y Vinjoy, 1989.

Cabe señalar que la mayoría de los registros mencionados corresponden a metacercarias alojadas en numerosas especies de peces dulceacuícolas de Canadá, Estados Unidos, Cuba y México; aquellas referencias marcadas con un * indican el registro de las formas adultas naturales y/o experimentales.

2. ESTUDIOS HELMINTOLOGICOS REALIZADOS EN EL LAGO DE PATZCUARO.

La cuenca del Lago de Pátzcuaro constituye una región que ha sido estudiada desde diferentes puntos de vista, existiendo según Toledo y Barrera-Bassols (1984) 548 títulos repartidos en 20 rubros de los cuales 65 son de zoología, 21 de limnología y 38 de botánica entre los estudios biológicos, sin embargo, también se han desarrollado trabajos de diversa índole como sociológicos, étnicos, económicos y culturales. En la actualidad dicho número de trabajos debe haberse incrementado a aproximadamente 600.

A continuación se presenta un breve análisis de la forma como se han desarrollado los estudios helmintológicos en esta región lacustre: de 1940 a 1985 se realizaron 11 trabajos con la característica de haber sido aislados y en ningún momento continuos; éstos fueron elaborados por Caballero, 1940; Flores-Barroeta, 1953; Caballero et al., 1960; Caballero et al., 1961; Rosas, 1970; Cruz, 1973; Lazaro y Osorio, 1979⁴; Salgado, 1980; Lamothe, 1982; López, 1985⁴ y por último, Vilchis, 1985⁴).

A partir de 1984 se inició un trabajo metódico en el Lago de Pátzcuaro con el propósito, en primera instancia, de establecer un registro completo de los helmintos parásitos de diferentes grupos de vertebrados, para posteriormente abordar otro tipo de estudios que condujeran al conocimiento de la manera en que estos organismos parásitos interaccionan con sus hospederos. Los primeros trabajos que han sido desarrollados dentro de este contexto, junto con las contribuciones previamente mencionadas, arrojan los antecedentes presentados en la tabla 3.

Esta tabla muestra que hasta el momento han sido realizados 37 trabajos helmintológicos en el lago, 11 en el periodo de 1940 a 1985 y 26 de 1984 a la fecha. Del total de trabajos realizados, el 48.6% representan tesis profesionales y contribuciones presentadas en congresos y simposia nacionales que no fueron totalmente publicados o bien que están en proceso de elaboración y cuyas referencias bibliográficas aparecen en el Apéndice 1.

⁴ Tesis Profesional y Trabajo Presentado en un Congreso Nacional. No Publicados. (APENDICE 1).

Tabla 3. Registro de los Helmintos Parásitos de Diferentes Vertebrados del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES)
PECES.	
<u>Chirostoma astor.</u>	
<i>Diplostomulum</i> sp. (C) (metacercaria)	Rosas, 1970; Lazaro y Osorio, 1979 [*] Vilchis, 1985 [*] ; Osorio et al., 1986; Cabrera et al., 1988 [*]
<i>Posthodiplostomum</i> (H,M, <i>minimum</i> O,C,Me) (metacercaria)	Vilchis, 1985; Osorio et al., 1986; Osorio et al., 1986; Pérez, 1986 [*] ; Cabrera et al., 1988
<i>Allocreadium</i> (I) <i>mexicanum</i>	Osorio et al., 1986; Cabrera et. al, 1988.
<i>Ligula intestinalis</i> (Cc)	Flores-Barroeta, 1953
<i>Bothriocephalus</i> (I) <i>acheilognathi</i>	Osorio et al., 1986; Salgado et al., 1986; Cabrera et al., 1988; Guillen, 1989 [*] .
<i>Polymorphus</i> (Me,H) <i>brevis</i> (cistacanto)	Vilchis, 1985; Osorio et al., 1986; Cabrera et al., 1988.
<i>Capillaria</i> (I) <i>patzcuarensis</i>	Osorio et al., 1986; Cabrera et al., 1988.
<i>Spinitectus</i> (I) <i>carolini</i>	Vilchis, 1985; Osorio et al., 1986; Cabrera et al., 1988.
<i>Eustrongylides</i> sp (M)	Cabrera et al., 1988
<i>Myzobdella</i> (A,B) <i>patzcuarensis</i>	Caballero, 1940; Lopez, 1985 Osorio et al., 1986.
<u>Ch. attenuatum</u>	
<i>P. minimum</i> (H,O,C,M,Me) (metacercaria)	Pérez et al. (en proceso).
<i>A. mexicanum</i> (I)	Pérez et al. (en proceso).

Tabla 3. (Continuación).

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES)
<i>B. acheilognathi</i> (I)	Pérez et al. (en proceso)
<i>P. brevis</i> (cistac) (H)	Pérez et al. (en proceso)
<i>S. carolini</i> (I)	Pérez et al. (en proceso)
<u>Goodia stripinnis</u>	
<i>P. minimum</i> (met., H, Me)	Mejía, 1987 [*] .
<i>Clinostomum complanatum</i> (met. H)	Mejía, 1987.
<i>L. intestinalis</i> (I)	García et al., 1988
<i>Proteocephalus pusillus</i> (I)	Mejía, 1987
<i>P. brevis</i> (cistac) (H)	Mejía, 1987
<i>C. patzcuarensis</i> (I)	Mejía, 1987
<i>Rhabdochona milleri</i> (I)	Mejía, 1987
<i>Eustrongylides</i> sp. (Larva, M)	Mejía, 1987
<i>Spiroxys</i> sp. (larva, I)	Mejía, 1987
<i>N. patzcuarensis</i> (A, B)	Mejía, 1987
<u>Micronterus salmoides.</u>	
<i>Crepidostomum cooperi</i> (I, Ci)	Ramírez, 1987 [*]
Proteocephalidae (I)	Ramírez, 1987
<i>B. acheilognathi</i> (I)	Ramírez, 1987
<i>P. brevis</i> (cistac) (Me)	Ramírez, 1987
<i>Eustrongylides</i> sp (larva, M)	Ramírez, 1987
<i>Spiroxys</i> sp. (larva) (I)	Ramírez, 1987
<u>Cyprinus carpio communis.</u>	
<i>B. acheilognathi</i> (I)	Salgado et al., 1986; Salgado y Osorio, 1987; Guillén, 1989. Conejo, 1990.
<i>P. brevis</i> (cistac, Me)	Salgado y Osorio, 1987.
<i>C. patzcuarensis</i> (I)	Salgado y Osorio, 1987.
<i>Spiroxys</i> sp. (larva, I)	Salgado y Osorio, 1987

Tabla 3. (Continuación).

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES).
Algaeae lacustris.	
<i>Octomacrum</i> (Br)	Lamothe, 1982; Aparicio et al., 1988 ^o ; Mendoza, 1991 ^o .
<i>americanum</i>	
<i>P. minimum</i> (metac) (Me)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
<i>B. acheilognathi</i> (I)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
Caryophyllidae (I)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
<i>P. brevis</i> (cistac) (Me)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
<i>C. patzcuarensis</i> (I)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
<i>Spiroxys</i> sp. (larva) (I)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
Philometridae	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991.
<i>Contraecum</i> sp. (lar, Me)	Mendoza, 1991.
<i>M. patzcuarensis</i> (A,B)	Aparicio et al., 1988; Mendoza, 1991
ANFIBIOS	
<i>Ambystoma dumerilii.</i>	
<i>Ochetosoma</i> (I)	Alcolea, 1987 ^o ; Espinosa et al., 1991 ^o
<i>brevicaecum</i>	
<i>Gorgoderina attenuata</i> (Vu)	Alcolea, 1987.
<i>Cephalogonimus</i> (I)	Alcolea, 1987; Espinosa et al., 1991.
<i>americanus</i>	

Tabla 3. (Continuación).

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES).
<i>B. acheilognathi</i> (I)	Alcolea, 1987; Espinosa et al., 1991
Proteocephalidae (Plerocer, I)	Espinosa et al., 1991
Cyclophyllidae (Cisticerc, Vv)	Espinosa et al., 1991
<i>P. brevis</i> (cistac) (H,Me)	Alcolea, 1987; Espinosa et al., 1991
<i>Falcaustra</i> (I)	Alcolea, 1987; Espinosa et al., 1991
<i>chabaudi</i>	Espinosa et al., 1991
<i>Spiroxys contortus</i> (E)	Espinosa et al., 1991
<i>Eustrongylides</i> sp. (Cc)	Espinosa et al., 1991
<i>Rana dunni</i>	
<i>Ochetosoma</i> sp (metac) (I)	Pulido, 1991 ; Espinosa et al., 1991
<i>C. americanus</i> (I)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>Glythelmins</i> (I)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>californiensis</i>	et al., 1991
<i>G. attenuata</i> (Vu)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>Haematoloechus</i> (P)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>coloradensis</i>	Espinosa et al., 1991
<i>Ophiotenia</i> (I)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>filarioides</i>	Espinosa et al., 1991
Proteocephalidae (I)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
(plerocercoides)	Espinosa et al., 1991
<i>P. brevis</i> (cistac) (H)	Espinosa et al., 1991
<i>F. chabaudi</i> (I)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991

Tabla 3. (Continuación).

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES).
<i>Spiroxys contortus</i> (E)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>Eustrongylides</i> sp (Cc)	Pulido, 1991; Espinosa et al., 1991
<i>Ochoterenella digiticauda</i> (Cc)	Pulido, 1991
REPTILES	
<i>Kinosternon hirtipes</i>.	
<i>Polystomoidella oblonga</i> (Vu)	Parra, 1983*
<i>Placobdella mexicana</i> (Sc)	López, 1985*
<i>Thamnophis melanogaster</i>.	
<i>Ophiotaenia racemosa</i> (I)	Cruz, 1974.
AVES	
<i>Nycticorax nycticorax</i>.	
<i>P. brevis</i> (I)	Salgado, 1980
<i>Fodylimbus podiceps</i>.	
<i>L. intestinalis</i> (I)	Pérez et al., 1992.
<i>Schistotaenia macrocirus</i> (I)	García et al. (en proceso)
<i>Diplostomum</i> (I)	García et al. (en proceso)
<i>(Tylodelphys) americana</i>	
<i>Petasiger nitidus</i> (I)	García et al. (en proceso)
<i>Cyclophyllidae</i> (I)	García et al. (en proceso)
<i>Egretta thula</i>.	
<i>Posthodiplostomum</i> (I)	Lamothe y Pérez, 1986;
<i>minimum</i>	Ramos et al., 1991*
<i>Clinostomum complanatum</i> (I)	Ramos et al., 1991
<i>Apharyngostrigea multiovatata</i> (I)	Ramos et al., 1991

Tabla 3. (Continuación).

HELMINTO	REGISTROS (AUTORES)
<i>Dilepidinae</i> (I)	Ramos et al., 1991
<i>Dendrouterina</i> sp. (I)	Ramos et al., 1991
<i>Synhimantus</i> sp. (I)	Ramos et al., 1991
<i>Capillaria</i> sp. (I)	Ramos et al., 1991

HABITATS: A. Aletas; B. Boca; Br. Branquias; C. Cerebro; Cc. Cavidad corporal; Ci. Ciegos intestinales; E. Estómago; H. Hígado; I. Intestino; M. Músculo; Me. Mesenterios; O. Ojos; P. Pulmón; Sc. Superficie corporal; Vu. Vejiga urinaria y Vv. Vesícula biliar.

* Referencias Bibliográficas en el APENDICE 1.

Lar= Larva; Cistac.= Cistacanto; Met.= Metacercaria; Cisticerc=Cisticercoide.

El resto de los trabajos constituyen principalmente registros taxonómicos de los helmintos en las diferentes especies de hospederos estudiados y algunos de ellos aportan datos sobre la distribución geográfica, la epizootiología o las lesiones producidas por los helmintos en sus hospederos (Caballero, 1940, Flores-Barroeta, 1953; Caballero et al., 1960; Caballero et al., 1961; Rosas, 1970; Cruz, 1974; Salgado, 1980; Lamothe, 1982; Osorio et al., 1986; Osorio et al., 1986; Lamothe y Pérez, 1986; Salgado et al., 1986; Salgado y Osorio, 1987; García et al., 1988; Guillén et al., 1991; García y Osorio, 1991; Pérez et al., 1992; Pérez et al. (en proceso) y García et al. (en proceso).

En los 37 trabajos realizados en el Lago de Patzcuaro, han sido registradas 41 especies de helmintos en 13 especies de hospederos, siendo los peces el grupo mejor estudiado con seis especies diferentes, los cuales albergan un total de 19 especies de helmintos.

En el Apéndice 2 se incluyen las diversas especies de helmintos y su representatividad por grupos, reuniendo a las distintas clases de vertebrados estudiados. Los más numerosos son los tremátodos con 15 especies (incluidas dos cercarias), siguiéndole en importancia los nemátodos con 12 y los cestodos con 10.

Con respecto a *P. minimum*, éste ha sido registrado en la localidad, como metacercaria, en *Chirostoma estor*, *Ch. attenuatum*, *Goodea atripinnis* y *A. lacustris*; sin embargo, los registros de metacercarias de *Posthodiplostomum* sp. en México, de acuerdo con datos de la Colección Helmintológica del Instituto de Biología de la U.N.A.M., corresponden a cinco familias de peces: Atherinidae, Goodeidae, Cyprinidae, Ictaluridae y Cichlidae, resaltando el hecho de presentarse

unicamente en especies de peces autóctonas.

Los adultos de *P. minimum* se registraron en la "garza blanca" *Egretta thula* en el Lago de Pátzcuaro; previamente en México había sido señalada la presencia de este diploatómido en una garza de la especie *Nycticorax nycticorax* que murió en el Parque Zoológico de Chapultepec en México D.F. (Gutierrez, 1966⁵). A pesar de ser numerosas las especies de peces dulceacuícolas donde se ha encontrado la metacercaria del tremátodo, actualmente solo se cuenta con el registro de las formas adultas en las localidades indicadas.

⁵ Tesis Profesional. No. Publicada. APENDICE 1.

III. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION: OBJETIVOS.

En el presente estudio, el análisis del sistema parásito-hospedero comprende dos aspectos principales, el primero de tipo sistemático y el segundo, relacionado con las características epizootiológicas de la infección. A continuación se señalará el planteamiento que sustenta la realización de este trabajo, así como los objetivos particulares para cada uno de los rubros mencionados.

1. SISTEMÁTICA.

Hasta 1992 el género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 contaba con 21 especies, de las cuales, 10 se distribuían en el Continente Americano (regiones zoogeográficas Neártica y Neotropical), dos en Europa y la región asiática de la ex Unión Soviética (región Paleártica), cinco en Asia (región Oriental), una en Africa (región Etiopiana) y tres en Australia (región Australiana).

La forma en que estas especies han sido incorporadas al género aporta numerosos elementos de análisis, a partir de los cuales se fundamenta la necesidad de realizar una revisión taxonómica del género *Posthodiplostomum*. En primer término, la mayor parte de las especies fueron descritas a partir de un número muy reducido de ejemplares; tales descripciones, en general, carecieron de una discusión detallada en la que estas fueran comparadas con el resto de las especies que hasta ese momento se encontraban descritas.

Por otra parte, dentro del género en estudio, como en el resto de los estrigeidos y diplostómidos, ha prevalecto el criterio de la especificidad hospedatoria como una característica taxonómica importante para separar especies

(Dubois, 1938a, 1968, 1970), aspecto que en la actualidad es ampliamente criticado con base en la variabilidad morfológica intraespecífica de los helmintos dependiendo del hospedero al que parasiten. Las evidencias acumuladas con las investigaciones realizadas en ese campo, han permitido reducir a la especificidad hospedatoria a un papel secundario dentro del conjunto de caracteres taxonómicos que permiten la diferenciación de especies e incluso taxa superiores.

Otro elemento importante se refiere al hecho de que 12 de las 21 especies congénéricas han sido descritas una sola vez (el registro original) y posteriormente a éste no se les volvió a mencionar en la literatura.

Los caracteres taxonómicos más importantes para la diferenciación a nivel específico dentro del género *Posthodiplostomum* de acuerdo con Dubois (1970) son: a) extensión de las vitelógenas; b) tamaño de las ventosas; c) forma y dimensión de los testículos; d) posición del ovario; e) distribución geográfica y f) hospedero.

P. minimum (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 es una de las especies congénéricas más ampliamente distribuidas, no solo desde el punto de vista geográfico, que incluye las regiones Neártica y Neotropical, sino también desde el punto de vista de sus hospederos; en aves, por ejemplo, este diplostómido ha sido registrado al menos en 11 especies diferentes. Esta situación, aunada al desarrollo de algunos trabajos donde se realizaron infecciones experimentales (Palmieri, 1976), indican la poca especificidad hospedatoria del tremátodo. Asimismo, se debe considerar que éste puede ser dispersado por medio de las migraciones de las aves y es por ello que su distribución geográfica dentro del continente, no puede ser utilizada como una característica taxonómica única para separarla de otras

especies del género.

Con base en el planteamiento expuesto anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

- * Evaluar la variabilidad morfológica intraespecífica de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 en hospederos recolectados en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.
- * Determinar los caracteres de mayor peso, que deberán ser utilizados para la diferenciación a nivel específico dentro del género *Posthodiplostomum*, con el fin de:
 - Elaborar una diagnosis genérica acorde con los caracteres más válidos y
 - Situar la posición del género *Posthodiplostomum* dentro del conjunto de géneros que constituyen el siguiente nivel jerárquico.
- * Desarrollar una revisión taxonómica de las especies que componen al género con el propósito de:
 - Establecer la composición específica actual del género *Posthodiplostomum* y
 - Elaborar una clave para la determinación de las especies congénicas.

2. EPIZOOTIOLOGIA.

Dado que la postodiplostomiasis es una enfermedad que afecta a las poblaciones de siete especies de peces endémicos en el Lago de Pátzcuaro, quienes representan aproximadamente el 52% de la pesquería de este cuerpo de agua, se decidió, como parte del presente estudio, abordar la descripción de algunos aspectos epizootiológicos de esta helmintiasis.

El sistema parásito-hospedero analizado comprende particularmente a las metacercarias del diplostómido en sus

segundos hospederos intermediarios (peces). Se sabe que este tipo de formas larvarias, como estadios de resistencia y dispersión, alcanzan longevidades hasta de cinco años. Hoffman (1958b) señaló que las metacercarias de *P. minimum* en latitudes templadas, tienen una longevidad de 16 meses al menos. De esta manera, resulta muy complejo determinar si las larvas que se encontraron en un pez fueron reclutadas en un determinado período o si éstas son producto de la acumulación en el año y meses precedentes.

Por dicha razón, en este trabajo únicamente se pretendió señalar la forma como se comporta la infección producida por las metacercarias de *P. minimum*, considerando su distribución entre los diferentes hospederos (espacio) por un lado, y por el otro, su distribución en los dos períodos climáticos que se presentan en un ciclo anual en el área de estudio (tiempo). Asimismo, se pretendió generar información sobre la forma en que se establece la relación parásito-hospedero, al comparar el comportamiento de la infección entre las diferentes tallas (con base en la longitud patrón) y sexos de las distintas especies de hospederos.

El comportamiento de la helmintiasis puede explicarse a partir de las características abióticas del ecosistema que se esté considerando, principalmente la temperatura y de igual manera, la biología de los hospederos (conducta, alimentación y reproducción), determina en buena medida el desarrollo de las infecciones parasitarias.

Así, para este segundo aspecto del trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- * Determinar la distribución de la postodiplostomiasis entre las poblaciones de las siete especies de peces endémicas a las que

parasita.

- * Evaluar el comportamiento de la infección en los dos periodos climáticos que anualmente se presentan en el área de estudio, una época de sequía y una de lluvias, intentando señalar las causas que lo determinan.
- * Establecer la posible existencia de alguna relación entre el sexo y la talla de los hospederos, con respecto a la carga parasitaria por metacercarias de *P. minimum*.

Finalmente, la revisión de hospederos pertenecientes a distintos grupos de vertebrados que incluyen a los peces como parte de su dieta, posibilitó la recolección de formas adultas del diplostómido, motivo por el cual también se pretendió:

- * Señalar a los hospederos definitivos habituales de *P. minimum* en el Lago de Pátzcuaro, entendiéndose por habituales aquellos en los cuales el tremátodo cierra su ciclo biológico de manera continua, alcanzando el estado de gravidez.
- * Describir el comportamiento de la infección por *P. minimum* en sus hospederos definitivos, con base en la prevalencia, la abundancia, la intensidad promedio y el intervalo de intensidad.

IV. MATERIAL Y METODO.

1. AREA DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó en el Lago de Pátzcuaro el cual se sitúa en la porción centro norte del estado de Michoacán, a 63 Km. de Morelia, capital del estado, en la parte alta de la cordillera neovolcánica (fig. 3); se localiza entre los 19°32' y los 19°41' latitud N y 101°32' y 101°43' longitud O, con una altitud de 2035 m.s.n.m., constituyendo una cuenca de carácter endorreico.

Chacón et al. (1989) indicaron que existen al menos 110 publicaciones relacionadas con diferentes aspectos de las características físicas, químicas y biológicas de este ambiente lacustre, realizados tanto por investigadores nacionales como extranjeros sin embargo, destacan que la información producida resulta contradictoria en algunos parámetros.

A este respecto entre las contribuciones más importantes que se han realizado sobre tales características en el lago, sobresalen las de: Zozaya (1941); De Buen (1941, 1944a, 1944b); Hutchinson et al. (1956); Rosas (1976a); Herrera (1979)⁶; Tellez y Motte (1980); Velasco (1982)⁶; y más recientemente, los trabajos de Rosas et al. (1985); Lot y Novelo (1988), Chacón et al. (1989) y Chacón et al. (1991). El clima de la cuenca se considera como templado con lluvias en verano C (W) (W) b (e) g, de acuerdo con la clasificación de Koeppen modificada por García (1973). Están bien definidos dos periodos climáticos en el lago, una época de sequía (de noviembre a abril) con una precipitación pluvial de 5 a 40 mm, así como una época de lluvias (de mayo a octubre), en donde la precipitación fluctúa entre 75 y 240 mm aproximadamente.

⁶ Tesis Profesionales. No Publicadas. (APENDICE 1.)

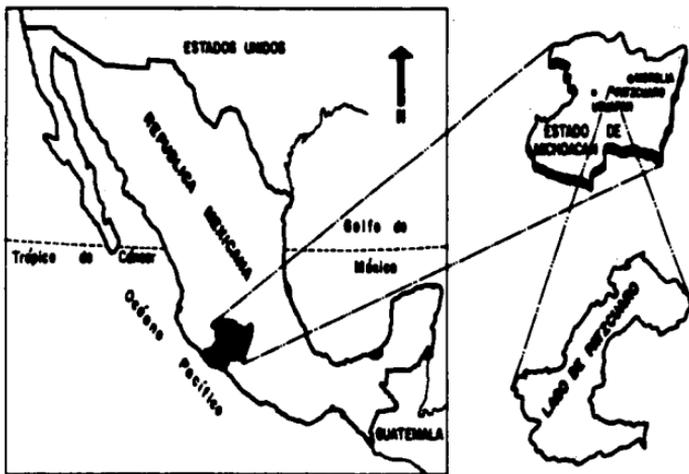


Fig. 3.- Mapa de la República Mexicana que muestra la ubicación del Lago de Patzcuaro en el Estado de Michoacán.

Sobre la temperatura del agua, Rosas (1976a) describió el siguiente comportamiento: En enero, las aguas superficiales y profundas son frías (15°C); se calientan rápidamente al entrar febrero (17°C); marzo, abril y mayo continúan calentándose hasta junio, donde alcanzan los 21°C; en julio, agosto y septiembre se estabiliza la temperatura en 21°C, para disminuir paulatinamente en los meses de octubre, noviembre y diciembre hasta los 15°C. La temperatura media anual del lago es de 16.5°C y la precipitación pluvial de 1041 mm, anuales.

Morfometría. Con respecto a la morfometría del Lago de Pátzcuaro, en un estudio reciente en donde se obtuvieron distintos parámetros morfométricos de este cuerpo de agua, utilizando técnicas sensoras remotas, Chacón et al. (1989) presentaron registros sobre aquellos más importantes y los compararon con los obtenidos previamente por otros autores, poniendo énfasis en la variación existente entre los mismos; sin embargo, dada la precisión de la metodología empleada en el estudio referido, se consideran sus resultados como la aproximación más precisa sobre las características morfométricas de este cuerpo de agua. En la tabla 4 se indican algunos de los datos morfométricos presentados en el trabajo mencionado.

Flora y Fauna. La flora y fauna del Lago de Pátzcuaro han sido caracterizadas por diferentes autores, principalmente por Osorio Tafall (1944), Rosas (1976a), Herrera (1979)⁷ y Tellez y Motte (1980). Sin embargo, los datos presentados no son completos y se carece, en el caso de la fauna, de una revisión actualizada de su composición en el lago, a pesar de la existencia de numerosas especies endémicas de gran importancia no sólo biológica sino también comercial, como es el caso de 10 especies de peces (De Buen, 1944a; Rosas, 1976a) y dos de anfibios

⁷ Tesis Profesional. No Publicada. (APENDICE 1).

(Taylor, 1942; Zweifel, 1957). Rosas et al. (1985) señalaron a 15 invertebrados, la mayoría de los cuales no determinaron a nivel específico, y fueron analizados desde el punto de vista de su utilización como indicadores de la calidad del agua.

Tabla 4. Datos Morfométricos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. (Modificado de Chacón et al., 1989).

Area total del lago, incluyendo islas (Km ²)	130.60
Area del lago, excluyendo islas (Km ²)	126.44
Area de las islas, isletas y rocas (Km ²)	3.56
Volumen (x 10 ⁶ mm ³)	628.47
Profundidad máxima (m.)	12.20
Profundidad promedio (m.)	4.97
Longitud máxima (Km)	19.75
Longitud máxima efectiva (Km)	18.27
Anchura máxima (Km)	10.95
Anchura máxima efectiva (Km)	8.35
Anchura promedio (Km)	6.40

La vegetación acuática del lago fue caracterizada recientemente por Lot y Novelo (1988) quienes señalaron la presencia de 20 especies divididas en tres categorías: hidrófitas enraizadas sumergidas; enraizadas de hojas flotantes y enraizadas emergentes; destacaron además la presencia de *Scirpus californiensis*, *S. validus*, *Typha domingensis* y *T. latifolia* conocidos localmente como "tulares" o "chuspatales" así como de *Eichornia crassipes* el "lirio acuático".

2. MUESTREO PROSPECTIVO.

Con el fin de establecer un programa de muestreo acorde con los objetivos del trabajo, se realizó un muestreo prospectivo en octubre y diciembre de 1989, con las artes de pesca utilizados

comunmente por los pescadores en el lago, esto es, red agallera, chinchorro y red de cuchara (mariposa).

En primer lugar con este muestreo se pretendió determinar la posibilidad de capturar a las diferentes especies de peces endémicas que han sido registradas para el lago, sin la intención de constituir con ello, un estudio sobre sus pesquerías. En segundo lugar, a todos los peces así recolectados se les practicó un examen helmintológico con el propósito de conocer la forma en que se encontraba distribuida la postodiplostomiasis entre las poblaciones de peces. Con estos dos aspectos abordados fue entonces diseñado el programa de muestreo a desarrollar durante el estudio.

3. PROGRAMA DE MUESTREO.

Una vez establecido que siete de las 10 especies de peces endémicas que actualmente cohabitan en el Lago de Pátzcuaro, son relativamente frecuentes, mientras que las tres restantes, dos goodeidos y un aterínido, presentan poblaciones notoriamente mernadas y es probable que estén limitadas a zonas muy restringidas del lago, se planteó un muestreo a partir de cual se pudiera determinar por un lado, la forma en que la infección se encontraba distribuida entre las distintas especies de peces (espacio) y así, el muestreo contempló el caracterizar a la postodiplostomiasis en siete especies de hospederos: *Ch. estor*, *Ch. attenuatum*, *Ch. grandocule*, *G. stripinnis*, *A. robustus*, *N. diazi* y *A. lacustris*.

Por otra parte, se muestreó a lo largo de un mes que fuera representativo de cada uno de los dos periodos climáticos que existen en el área de estudio, una época de sequía (noviembre a abril), muestreándose en febrero de 1990 y una época de lluvias (mayo a octubre), muestreándose en agosto del mismo año.

El tamaño de muestra establecido fue de alrededor de 50 ejemplares de cada especie de hospedero en cada uno de los dos muestreos, intentando que estuvieran representadas diferentes tallas de los mismos.

El muestreo así diseñado permitió obtener la información necesaria para abordar tanto el análisis epizootiológico como el taxonómico, pues se recolectaron metacercarias de los diferentes hábitats de cada uno de los hospederos examinados.

Paralelamente al muestreo de peces (segundos hospederos intermediarios del diplostómido), se recolectaron diferentes especies de aves ictiófagas en la localidad, así como de otros vertebrados que incluyen peces en su dieta, con el fin de conocer el comportamiento de la infección en sus hospederos definitivos naturales por un lado y por otro, obtener ejemplares adultos para realizar el estudio taxonómico.

Finalmente, algunas de las metacercarias recolectadas durante el periodo de muestreo, se destinaron a la realización de infecciones experimentales en pollos y ratones, como complemento al aspecto taxonómico. Estos hospederos son comunmente utilizados en estudios sobre ciclo biológico de estrigeidos y diplostómidos dado que, las aves y los mamíferos son los hospederos habituales de las especies que son incluidas en ambas familias.

4. RECOLECTA DE HOSPEDEROS.

Para la recolección de peces, se aprovechó la captura realizada por los pescadores locales con las diferentes artes de pesca (agallera, chinchorro o mariposa), ya fuera en el momento mismo de la captura o bien, durante la comercialización del producto.

Debido al problema taxonómico que representa la determinación específica tanto en aterinidos como en goodeidos, una vez obtenidos los ejemplares, fueron separados y con base en literatura especializada para las diferentes familias (Hubbs y Turner, 1939; Barbour, 1973a, 1973b; Barbour y Miller, 1978; Smith y Miller, 1980 y Barbour y Chernoff, 1984) por un lado, y por otro, con la ayuda de personal especializado tanto de la Universidad Michoacana como del Instituto Politécnico Nacional, fueron determinados a nivel específico. Cabe señalar aquí, que para cada especie fueron incluidos sólo aquellos ejemplares que reunían todas las características morfológicas y morfométricas típicas de la misma, siendo retirados aquellos que generaban alguna duda, lo cual eliminó un potencial sesgo en el muestreo producto de algún proceso de hibridación o bien de alguna malformación congénita.

Dado que los hospederos definitivos habituales del diplostómido son aves ictiófagas, fueron cazadas con arma de fuego varios ejemplares de diferentes especies de aves con este hábito alimenticio, que en la localidad están representadas por las comunmente llamadas "garzas" y "patos".

Por otra parte, durante el periodo de estudio fueron revisados otros grupos de vertebrados habitantes del lago, que incluyen a peces en su dieta, particularmente al anfibio *Ambystoma dumerilii*, localmente conocido como "achoque" así como tortugas de la especie *Kinosternon hirtipes*. La obtención de estos hospederos se logró a partir de la captura comercial.

5. EXAMEN HELMINTOLOGICO.

A continuación se describe en forma breve, la manera en que los hospederos fueron revisados en busca de las metacercarias o de los adultos de *P. minimum*.

Los peces fueron conservados en refrigeración para evitar su descomposición. Previo a la revisión de cada uno de ellos se tomaron algunos datos merísticos tales como la longitud total y la patrón con la ayuda de un ictiómetro; también se pesaron empleando una balanza de plato (Sartorius) y se determinó el sexo por observación directa de las gónadas.

Posteriormente se aplicó el examen helmintológico que, dado el hábitat de las metacercarias de *P. minimum*, incluyó únicamente el examen interno, para lo cual se realizó una incisión sobre la superficie ventral del pez, desde el ano hasta la región opercular; las vísceras fueron extraídas y colocadas en cajas de Petri con solución salina al 0.6%. También se realizó una craneotomía para obtener el cerebro; los ojos fueron enucleados y ambos órganos se colocaron en cajas de Petri con solución salina. A cada uno de los hospederos se les extrajo un fragmento de musculatura, homogenizando la muestra a un gramo de tejido por pez, siempre tomado de la misma región, los músculos epiaxiales dorsales del lado izquierdo.

El tubo digestivo, vejiga natatoria, bazo, riñón, corazón, cerebro y ojos fueron revisados desgarrando el tejido con agujas de disección y observando bajo el microscopio estereoscópico; el hígado, gónadas, mesenterio y musculatura fueron colocados entre dos vidrios gruesos y se observaron bajo el microscopio.

Las metacercarias fueron contadas en cada uno de los hábitats y algunas fueron recolectadas para realizar el estudio taxonómico.

A las aves, anfibios y reptiles recolectados, se les practicó un examen helmintológico para revisar en particular el aparato digestivo para lo cual, se realizó una incisión sobre la superficie ventral (en el caso de las tortugas, el plastron fue

separado), se extrajeron las vísceras y se separó el aparato digestivo, colocándolo en cajas de Petri con solución salina al 0.75%; éste se revisó bajo el microscopio estereoscópico desgarrando el tejido con ayuda de agujas de disección.

6. INFECCIONES EXPERIMENTALES.

Con el propósito de obtener formas adultas, fueron infectados experimentalmente pollos de granja y ratones de bioferio. Estos hospederos fueron obligados a comer hígados de peces parasitados con un número conocido de metacercarias; se les proporcionó únicamente agua durante periodos que variaron entre las 24, 48 y 72 hrs., después de los cuales, fueron sacrificados y se les practicó un examen helmintológico interno, tal y como se refirió en el rubro anterior para el caso de las aves, y también fueron recolectados para el estudio taxonómico.

7. FIJACION, TINCION Y MONTAJE DEL MATERIAL RECOLECTADO.

Previo a la fijación, tanto las metacercarias como los adultos fueron observados en vivo; en el caso de las primeras, fueron liberadas del quiste con ayuda de alfileres entomológicos; se elaboraron preparaciones temporales montadas entre porta y cubreobjetos con solución salina al 0.6%, para observar algunas características morfológicas que se pierden durante el proceso de fijación. En las metacercarias, particularmente se constató la forma y disposición del sistema excretor de reserva o plexo paranefridial, característico de las metacercarias tipo *Neascus* de acuerdo con la clasificación propuesta por Hoffman (1960a). Posteriormente, los helmintos se mataron con agua de la llave caliente evitando así que éstos se contrajeran al momento de la fijación.

Una parte del material recolectado, tanto metacercarias como adultos, fueron fijados aplanándolos ligeramente entre porta y cubreobjetos, utilizando como fijador líquido de Bouin

durante ocho h. El resto se preservó en OH 70° sin aplanar, con el propósito de evitar distorsión en las medidas producto del proceso de fijación, lo que afectaría su estudio morfométrico, este procedimiento fue homogéneo entre las diferentes especies de hospederos.

En el laboratorio, los diplostómidos fueron teñidos aplicando tres técnicas: paracarmin de Mayer; hematoxilina de Delafield y tricrómica de Gomori. Se utilizó aceite de clavo y salicilato de metilo como aclarantes. Se elaboraron preparaciones permanentes utilizando como medio de montaje bálsamo de Canadá.

8. ANALISIS DE RESULTADOS.

Para el análisis epizootiológico y a partir de la cuantificación de las metacercarias en cada órgano de cada hospedero, se construyó una base de datos en el programa Quattro y para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa Statistical Graphics System (Statgraphics) v. 2.1.

Se determinó el hábitat específico de las metacercarias en cada especie de hospedero, construyendo un histograma de frecuencias. Una vez establecido éste, se analizó el patrón de distribución de cada infrapoblación de helmintos en sus hospederos, lo cual condujo a aplicar estadística no paramétrica con el propósito de determinar si las diferencias observadas eran o no significativas estadísticamente; de tal forma que para la caracterización de la postodiplostomiasis se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis cuando el número de muestras (k) comparadas era mayor o igual a tres y la prueba de Mann-Whitney para k=2 (Zar, 1974; Steel y Torrie, 1986). Los resultados se visualizaron gráficamente utilizando los diagramas de cajas en paralelo (Tukey, 1977).

El mismo análisis fue aplicado para demostrar la significatividad entre el número de metacercarias y las tres clases de tamaño en que fue dividida cada población de hospederos, así como la diferencia entre el sexo de las mismas. En todos los casos, se consideró un nivel de confiabilidad menor al 0.05 ($p < 0.05$).

En la interpretación de las características epizootiológicas de la postodiplostomiasis, se utilizaron los parámetros ecológicos de acuerdo con Margolis et al. (1982): Prevalencia (%), que representa el porcentaje de hospederos infectados por una especie de parásito en la muestra; Abundancia (Ab) que es el número promedio de parásitos de una especie por hospedero analizado; Intensidad Promedio (\bar{x}) que se define como el número promedio de parásitos por hospedero parasitado y por último, el Intervalo de Intensidad que representa el número mínimo y máximo de parásitos en la muestra.

Para llevar a cabo el estudio taxonómico se realizaron tres actividades principales: Primero se realizó una recopilación bibliográfica que incluyó todas aquellas referencias que estuvieran disponibles, relacionadas con registros de las diferentes especies congénéricas en el mundo.

Posteriormente se estudiaron algunos ejemplares de distintas especies, depositadas en diferentes colecciones helmintológicas, cuyo número de acceso a cada una de ellas así como el número de ejemplares estudiados, aparecen referidos en el Apéndice 3.

La tercera actividad consistió en el estudio morfométrico de las metacercarias y adultos recolectados de diferentes hospederos del Lago de Pátzcuaro. Para las metacercarias fueron considerados nueve caracteres morfométricos en lo que respecta a

medidas, diámetros y distancias: longitud total (LT); segmento anterior (SA); segmento posterior (SP); ventosa oral (VO); faringe (FA); acetábulo (AC); órgano tribocítico (OT); distancia del borde anterior del acetábulo al extremo anterior (DACSA) y distancia del borde posterior del acetábulo al borde anterior del órgano tribocítico (DACOT).

Asimismo, se consideraron cinco caracteres morfológicos: posición de la ventosa oral (terminal o subterminal); glándula proteolítica (presente o ausente); esbozos genitales (no desarrollados, ligeramente desarrollados y desarrollados); forma del testículo posterior (entero, en forma de V y reniforme) y bisegmentación (distinta o indistinta).

Para los adultos fueron tomados en cuenta 15 caracteres morfométricos además de los nueve considerados para metacercarias, la anchura máxima (AM); ovario (OV); testículo anterior (TA); testículo posterior (TP); huevos (H) y distancia del inicio de las vitelógenas al extremo anterior (DVITSA).

En cuanto a los caracteres morfológicos, además de los cinco considerados para las formas larvarias, se incluyó la posición del ovario con respecto a los testículos (lateral, pretesticular, intertesticular); el nivel anterior y posterior de las vitelógenas, el número de huevos en el útero y el estado de desarrollo (inmaduro, maduro y grávido).

Con base en tales caracteres se estableció la variabilidad morfológica intraespecífica mostrada por *P. minimum*, entre los distintos hospederos en que fue recolectada en ambos estados de desarrollo. En todos los casos las medidas de los ejemplares son expresadas en milímetros (mm), excepto que se indique lo contrario.

Para aplicar el análisis multivariado por medio de Componentes Principales (CP), se obtuvieron los coeficientes de correlación entre los distintos caracteres morfométricos y tomando como criterio de significatividad una correlación < 0.6 , fue construida la matriz para el análisis. Para los dos estados de desarrollo fueron considerados los mismos 10 caracteres con 145 especímenes, representando a siete especies de hospederos para los adultos y 135 especímenes en siete especies de hospederos para las metacercarias.

En los dos casos se realizó el análisis por componentes principales a partir de la matriz de covarianza. Se obtuvieron así los valores propios (eigenvalues) para cada componente principal y se graficaron los dos primeros componentes, quienes explicaron el mayor porcentaje de la varianza de los caracteres morfométricos.

Las pruebas de hipótesis así como el análisis multivariado se realizaron con el programa Statistical Graphics System (Statgraphics) v 2.1.

V. SISTEMATICA DEL GENERO *Posthodiplostomum* DUBOIS, 1936.

1. VARIABILIDAD MORFOLOGICA INTRAESPECIFICA EN *P. minimum*.
RESULTADOS Y DISCUSION.

Durante 1990 fueron revisados 694 peces comprendidos en siete especies de tres familias distintas, los cuales intervienen como segundos hospederos intermedarios en el ciclo biológico de *P. minimum* en el área de estudio.

Asimismo, se revisaron 219 ejemplares de 10 especies de vertebrados incluidas en siete familias y tres clases (anfibios, reptiles y aves), que por sus hábitos alimenticios ictiófagos, podrian constituirse como los hospederos definitivos del diplostómido, albergando las formas adultas sexualmente maduras.

Adicionalmente fueron realizadas infecciones experimentales en pollos de granja y ratones de bioterio obteniendo resultados positivos en ambos casos es decir, recobrando formas adultas del tremátodo en el intestino de los mismos.

Esta diversidad de hospederos analizados permitió recolectar tanto adultos como metacercarias de *P. minimum* de un total de cinco especies de hospederos para los adultos, en infecciones entéricas en todos los casos, así como de las siete especies para el caso de las metacercarias, con la característica de habitar en diferentes tejidos de los mismos, tales como el hígado, la musculatura, mesenterios, ojos y cerebro. Los ejemplares fueron depositados en la Colección Helminológica del Instituto de Biología de la U.N.A.M. así como en el U.S. Natural Museum Helminthological Collection. Los números de catálogo para ambas colecciones aparecen referidos en el Apéndice 5.

A su vez, la obtención de adultos y metacercarias de *P. minimum* en diferentes hospederos permitió el evaluar la variabilidad morfológica inducida por estos, la cual es expresada a través de la adquisición de diferentes formas, tamaños, estados de desarrollo y disposición de órganos entre los distintos hospederos.

Por otra parte, los hospederos que fueron revisados, permitieron la aplicación de distintas metodologías para evaluar la variabilidad, desde el estudio morfológico y morfométrico de los ejemplares, hasta la utilización de métodos numéricos mediante el análisis por componentes principales, el cual resultó ser una herramienta útil para discernir entre la presencia de especies diferentes y la posible variabilidad inducida por el hospedero.

Las distintas formas y tamaños que se encontraron entre las metacercarias obtenidas de infecciones naturales, de siete especies de hospederos, se presentan en la fig. 4, donde se puede observar una fuerte variación no solo en la forma y en el tamaño, sino también en el estado de desarrollo y disposición de algunas estructuras.

Resalta el hecho de que a pesar de ser formas larvarias, en algunos especímenes el desarrollo genital es avanzado y al respecto hay dos situaciones importantes de señalar: el esbozo del testículo posterior varía de forma, desde entero, hasta reniforme o en forma de V; por otro lado, el desarrollo embrionario se expresa, en el caso de los órganos genitales, con un ovario localizado en posición intertesticular en la mayor parte de los ejemplares.

Entre las metacercarias existen formas que ya presentan la glándula proteolítica desarrollada sin embargo, esto no depende

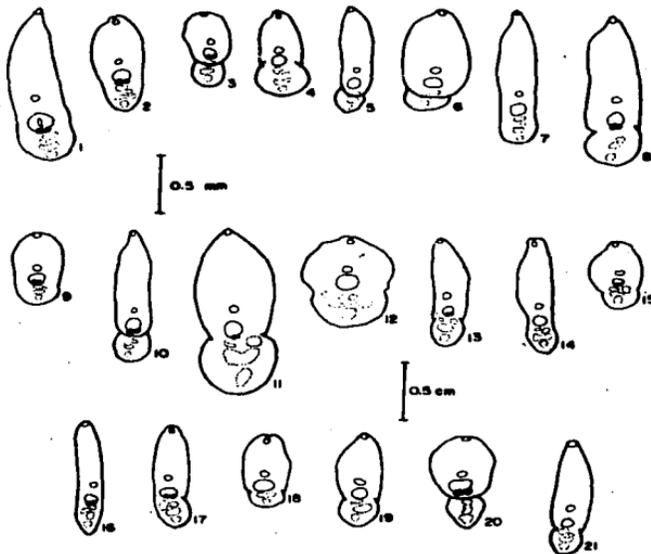


Fig. 4 - Variabilidad morfológica intraspecífica mostrada por las metacercarias de *F. minimum* en sus hospederos intermedios naturales, en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Todas corresponden al hígado excepto en las metacercarias de *A. locustria*. *Ch. estor* 1, 2, 3, 4 ; *Ch. attenuatum* 5, 6, 7 ; *Ch. grandocule* 8, 9, 10 ; *A. locustria* 11, 12 ; *G. atripinnis* 13, 14, 15 ; *A. robustus* 16, 17, 18 ; *N. diazi* 19, 20, 21 .

del tamaño pues tal situación se presenta tanto en formas grandes como pequeñas. Por otra parte, es interesante mencionar que la bisegmentación, caracter morfológico de importancia a nivel genérico, presenta una variación muy marcada, desde formas donde ésta es muy evidente, insertándose el segmento posterior dorsalmente al anterior, hasta algunas formas donde ésta no es distinguible.

La posición de la ventosa oral también es muy variable, existiendo formas en donde ésta es terminal, hasta algunas en donde se presenta una pequeña hendidura en el borde del segmento anterior, después de la cual se abre la ventosa oral; al parecer no existe tampoco una relación entre la presencia de este caracter y el estado de desarrollo de los ejemplares.

El Apéndice 6A muestra las características morfométricas de las metacercarias en sus diferentes hospederos, indicando el intervalo y el promedio para un total de 15 caracteres. Ahí se puede notar que, en promedio, las metacercarias encontradas en el mesenterio de *A. lacustris* son las de mayor tamaño mientras que en *Ch. estor* se presentaron las formas más pequeñas.

Sin embargo, analizando cada uno de los caracteres, los intervalos de variación morfométrica que se observan son muy amplios. Por ejemplo, la longitud total (LT) oscila entre 0.542 y 1.393 tomando en cuenta los intervalos entre la totalidad de los hospederos, es decir entre las metacercarias más chicas y más grandes existe una diferencia de 0.851.

Con respecto a los adultos, la fig. 5 muestra la variabilidad que presentan en los distintos hospederos de donde fueron recolectados, tanto naturales como experimentales.

Como adultos, ya exhiben un completo desarrollo de los

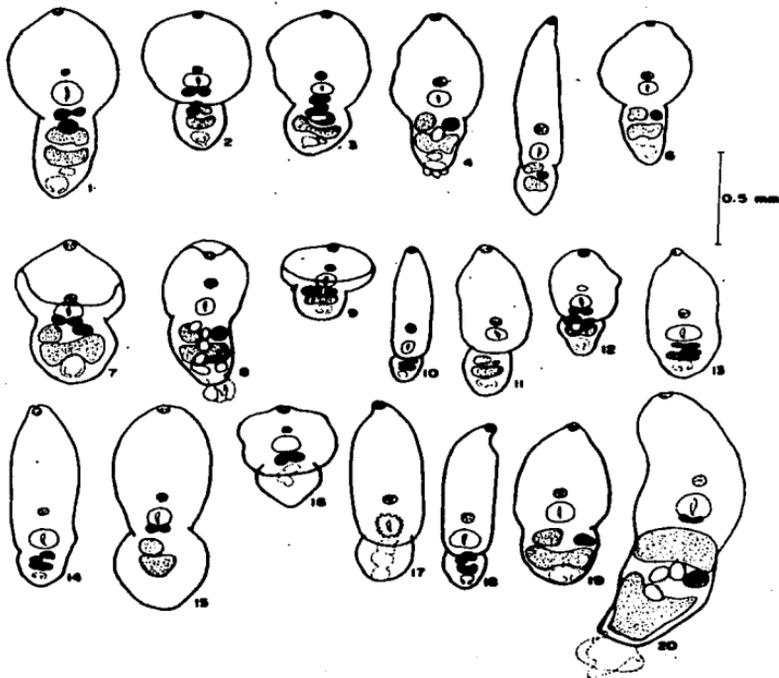


Fig.5 - Variabilidad morfológica intraspecifica mostrada por los adultos de *P. minimum* en sus hospederos definitivos naturales, en el Lago de Pátzcuaro, Mich. y en sus hospederos experimentales. *Egretta thula* 1, 2, 3, 4 ; *Casmerodius albus* 5, 6, 7, 8 ; *Nycticorax nycticorax* 9, 10, 11, 12 ; *Ambystoma dumerilli* 13, 14 ; *Kinosternon hirtipes* 15, 16 ; *Mus musculus* 17, 18 ; *Gallus gallus* 19, 20.

órganos genitales, los cuales son muy variables en su forma y disposición. El testículo posterior, tal y como se mencionó para las metacercarias, tiene forma entera, arriñonada, como cacahuete (cordiforme) y en V. El ovario puede localizarse en tres posiciones: intertesticular, lateral al testículo anterior o pretesticular.

El estado de gravidez no se relaciona con el tamaño, pues cuando esta característica se presenta, los ejemplares son inclusive mas pequeños que las formas inmaduras y maduras. Algo similar sucede con el desarrollo de las vitelógenas (VG), lo cual puede apreciarse en la fig. 6. Independientemente del tamaño de los ejemplares, las vitelógenas pueden o no estar desarrolladas. En la misma figura se aprecia la variación en la distribución anterior y posterior de tales glándulas. Es evidente que los anfibios y reptiles no son hospederos habituales del diplostómido, pues en ellos no se registró un marcado desarrollo de los órganos genitales. En estos hospederos, el parásito apenas alcanza la madurez, mas no se reproduce; lo mismo sucede en el caso de los adultos recobrados de infecciones experimentales en mamíferos.

El número de huevos en el útero de los ejemplares varió, en todas las especies de hospederos, entre uno y seis. La bolsa copuladora incluye un cono genital y un prepucio, lo que le confiere la característica de ser evaginable e invaginable. Este último rasgo es muy constante en su forma entre los distintos ejemplares estudiados.

La glándula proteolítica presenta un gran desarrollo en la mayoría de los adultos sin embargo, existen ejemplares maduros que no las presentan. La bisegmentación, al igual que en las metacercarias, es distinta en algunos casos mientras que en otros no es tan evidente o bien, es indistinta y también esto es

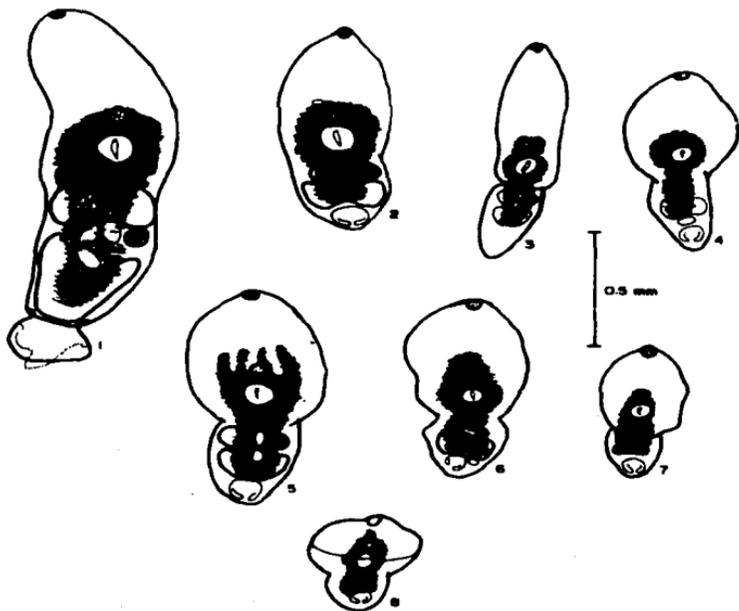


Fig. 6 - Variabilidad morfológica intraespecífica de los adultos de *P. minimum* donde se muestra la distribución de las glándulas vitelógenas, en ejemplares procedentes de cuatro especies de hospederos. *Gallus gallus* 1, 2 ; *Casmerodius albus* 3, 4 ; *Egretta thula* 5, 6 ; *Nycticorax nycticorax* 7, 8.

independiente del estado de desarrollo.

En los Apéndices 6B, 6C y 6D se presenta la morfometría de los adultos recobrados de hospederos naturales, tanto en aves como en anfibios y reptiles, así como de aquellos obtenidos a partir de infecciones experimentales en pollos y ratones. En todos los casos se indica el número de observaciones, el intervalo y el promedio considerando un total de 29 caracteres. En ellas es posible establecer una comparación de los valores promedio entre los 29 caracteres, para los adultos procedentes de los distintos hospederos.

Los adultos más pequeños, en promedio, se encontraron en *N. nycticorax* (0.649) mientras que los más grandes procedieron de infecciones experimentales en pollos de granja *G. gallus* (1.210). Considerando a todos los hospederos, las formas adultas varían en tamaño de 0.335 a 1.706, es decir, entre los adultos más chicos y los más grandes existe una diferencia de 1.371.

Un último aspecto a considerar aquí es que, en promedio, las formas adultas son un poco más pequeñas que las metacercarias, con excepción de los adultos encontrados en *G. gallus*; en otras palabras, existe una disminución en el tamaño de los ejemplares al desarrollarse de metacercaria a adulto.

Con el propósito de determinar si la variabilidad morfológica observada tanto en metacercarias como en adultos, corresponde a distintos grupos que en un momento dado pudieran constituir morfos diferentes o bien, variantes morfológicas de la misma especie, inducidas por el hospedero, se aplicó el análisis por componentes principales (Blackith y Reyment, 1971; Sneath y Sokal, 1973; Crisci y López, 1983). En el caso de las metacercarias (tabla 5), este análisis indicó que el 97.3% del total de la varianza acumulada en las medidas comprende a los

componentes principales (CP) I-IV y el 89.3% a los CP I y II.

Tabla 5. Análisis por Componentes Principales de 10 caracteres morfométricos en 135 metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* procedentes de siete especies de hospederos (se presentan los valores para los primeros cuatro CP unicamente).

COMPONENTE	PROPORCION DE LA VARIANZA	PROPORCION ACUMULATIVA		
CPI	0.676	0.676		
CPII	0.216	0.893		
CPIII	0.051	0.945		
CPIV	0.028	0.973		

VARIABLE	VALORES PROPIOS			
	CPI	CPII	CPIII	CPIV
SAL	0.75	0.16	-0.36	-0.49
SAA	-0.16	0.65	-0.41	0.11
SPL	0.10	0.42	0.80	-0.32
SPA	-0.06	0.059	-0.01	0.28
VOL	-0.0003	0.02	0.01	-0.01
VOA	-0.008	0.03	0.001	-0.02
ACL	0.0006	0.02	-0.02	-0.008
ACA	-0.005	0.03	0.005	0.01
DACSA	0.61	-0.03	0.18	0.73
DACOT	0.07	0.008	0.06	-0.04

La manera de analizar si existen formas morfológicas múltiples es expresada en la fig. 7 donde son considerados los valores de cada uno de los especímenes, de los diferentes hospederos, para los CP I y II.

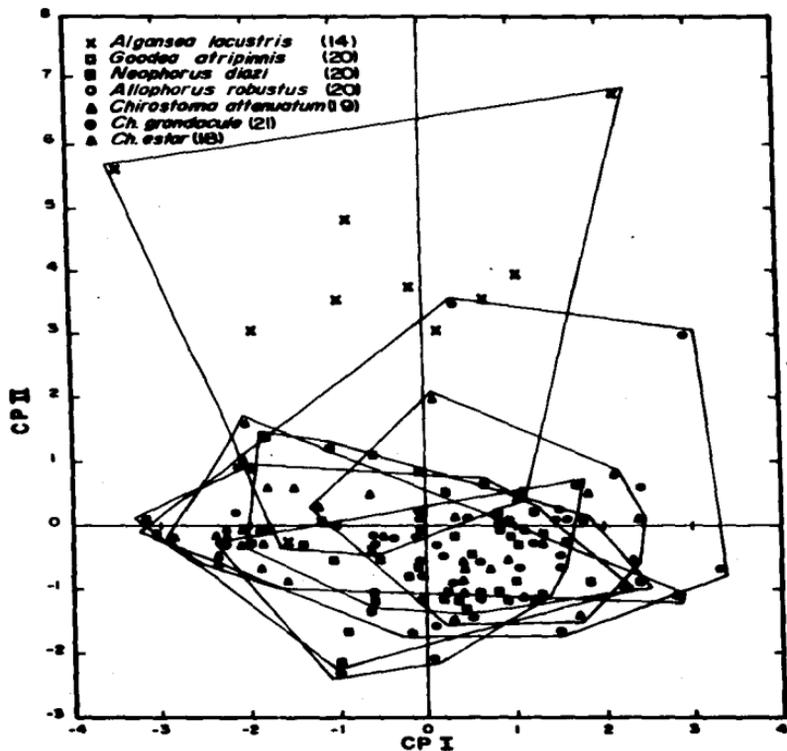


Fig. 7 - Valor de los componentes principales I y II para 135 metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* obtenidas en infecciones naturales de siete especies de peces del Lago de Patzcuaro, Michoacán. Los especímenes de cada pez son encerrados en polígonos.

En dicha figura se observa que las metacercarias procedentes de *A. lacustris* constituyen un subgrupo, separado en el CP II de las seis especies de hospederos restantes, cuyos polígonos se encuentran ampliamente sobrepuestos sin embargo, dicha figura no evidencia la presencia de morfos distintos en este estado de desarrollo del diplostómido, motivo por el cual se concluye que estamos tratando con la misma especie de parásito y que las diferencias en forma y tamaño representadas en la fig. 4 son atribuidas al efecto del hospedero sobre el parásito.

En lo que se refiere a los adultos de *P. minimum*, la tabla 6 indica que el 98.4% de la varianza en las medidas de 145 ejemplares, procedentes de infecciones naturales en aves, anfibios y reptiles, y de infecciones experimentales en aves y mamíferos, es explicada por los CP I-IV y el 90.7% particularmente por los CP I y III.

Los resultados de este análisis son mostrados gráficamente en la fig. 8 donde se nota claramente que casi todos los polígonos (correspondientes a ejemplares en sus hospederos naturales y experimentales) se encuentran sobrelapados. Únicamente se observan dos subgrupos correspondiendo a los especímenes recolectados de *N. nycticorax* en forma natural y de *G. gallus* en forma experimental es decir, sus polígonos no se encuentran sobrepuestos, presentándose tal separación en el CP I.

Esta situación corresponde con lo expresado en el Apéndice 6E y la fig. 5 en cuanto a que, en promedio, los adultos recobrados de *N. nycticorax* son los más pequeños mientras que los ejemplares más grandes fueron obtenidos de *G. gallus*.

Tabla 6. Análisis por Componentes Principales de 10 caracteres morfométricos en 145 adultos de *Posthodiplostomum minimum* procedentes de siete especies de hospederos, cinco naturales y dos experimentales. Solo se presentan los valores para los primeros cuatro componentes.

COMPONENTE	PROPORCION DE LA VARIANZA	PROPORCION ACUMULATIVA
CPI	0.623	0.623
CPII	0.283	0.907
CPIII	0.054	0.961
CPIV	0.023	0.984

VARIABLE	VALORES PROPIOS			
	CPI	CPII	CPIII	CPIV
SAL	0.75	-0.15	0.14	-0.61
SAA	0.06	0.51	0.61	0.15
SPL	0.25	0.71	-0.64	-0.004
SPA	0.11	0.37	0.42	0.04
VOL	0.007	0.01	0.02	-0.003
VOA	-0.005	0.01	-0.008	0.005
ACL	0.02	0.003	-0.009	-0.02
ACA	0.01	0.01	-0.001	-0.006
DACSA	0.58	-0.24	-0.04	0.76
DACOT	0.05	-0.01	-0.03	-0.01

Blackith y Reymont (1971) señalaron que cuando las cargas de los valores propios son positivas en el CPI, se puede atribuir tal componente al "tamaño", mientras que la combinación

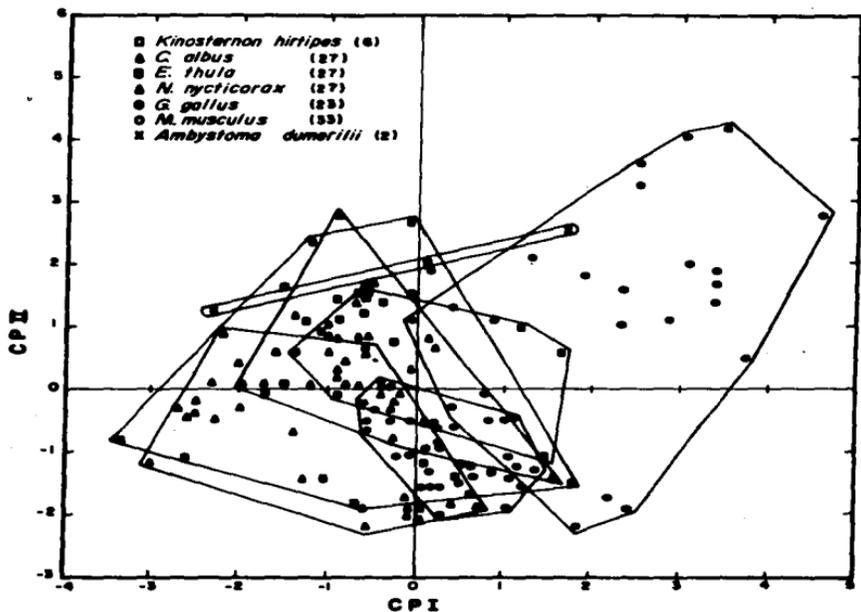


Fig. 6 - Valor de los Componentes Principales I y II para 145 adultos de *P. minimum* obtenidos de hospederos naturales y experimentales. Los especímenes de cada hospedero son encerrados en polígonos.

de cargas positivas y negativas en el resto de los componentes, indica que estos son de "forma". En el caso de los estudios con helmintos, esta idea ha sido aplicada, entre otros, por Colles (1971), Campbell (1976) y Shostak et al. (1987). Los últimos autores estudiaron la variabilidad con base en el método de componentes principales en el diplostómido *Diplostomum baeri bacculentum* en Norteamérica. Sin embargo, los resultados del presente trabajo no concuerdan con dicho planteamiento pues en ambos estados de desarrollo, las cargas de los valores propios en todos los componentes son positivas y negativas.

De esta manera, al igual que en las metacercarias, la fig. 8, para el caso de los adultos, no evidencia la presencia de morfos distintos, con lo cual se reitera que se trabajó con la misma especie, *Posthodiplostomum minimum*, la cual mostró una gran variabilidad morfológica intraespecífica inducida por el hospedero.

En cuanto a los caracteres morfológicos que mayor variabilidad presentaron, se puede señalar aquellos que se refieren al tamaño y a la forma de los organismos así como a la disposición, forma y desarrollo de algunas estructuras. En el primer caso se puede referir la variabilidad en el tamaño y forma de los especímenes, tanto adultos como metacercarias, entre los distintos hospederos de los que fueron recolectados. Particularmente llama la atención la forma como varía la longitud de los dos segmentos, anterior (SA) y posterior (SP), el cociente SP/SA así como la forma del segmento anterior (de alargado a ovoidal). En algunos adultos se presentan los bordes laterales de este mismo segmento recurvados ventralmente; en ambas formas de desarrollo, la bisegmentación puede ser evidente (distinta) u observarse con dificultad (indistinta).

En cuanto a la forma, disposición y desarrollo de algunas

estructuras, cabe señalar la variabilidad en la posición del acetábulo con respecto al órgano tribocítico; en algunos ejemplares ambas estructuras son contiguas mientras que, en otros, el primero se dispone a cierta distancia del segundo. En formas adultas específicamente, la posición del ovario puede variar, de situarse en posición lateral respecto al testículo anterior, a ser pretesticular y en ocasiones intertesticular. La glándula proteolítica puede estar presente o ausente mientras que el testículo posterior puede ser reniforme, en forma de V, entero o cordiforme.

Sin embargo, existen algunos caracteres que son constantes o que se mantienen dentro de determinados límites de variabilidad, aspecto que necesariamente deberá ser tomado en cuenta para poder utilizarlos como caracteres de mayor validez, que sustenten una adecuada revisión de las especies congénéricas.

En el caso de los adultos, uno de los caracteres más constantes es precisamente la distribución de las vitelógenas, y en particular, el nivel de desarrollo que éstas alcanzan en el segmento anterior. Entre los ejemplares de *P. minimum* que se recolectaron en el presente trabajo, entre distintas especies de hospederos, las vitelógenas se sitúan desde el borde anterior del acetábulo hasta la mitad de la distancia que existe entre éste y la bifurcación cecal (fig. 6).

Por otro lado, se sabe que la morfología ha sido el principal elemento utilizado por los parasitólogos para nombrar, identificar y clasificar a la mayoría de los organismos parásitos (Crites, 1962). Haley (1962) apuntó el peligro de utilizar únicamente caracteres morfológicos sin primero determinar la influencia de diferentes hospederos sobre la estructura, fisiología y comportamiento de los parásitos.

Stunkard (1957) fue uno de los primeros en señalar la variabilidad morfológica intraespecífica en helmintos; a partir de aquí han sido realizados algunos estudios, con bases experimentales, que muestran que el tamaño, forma y posición de varios órganos y estructuras pueden ser considerablemente modificadas por la influencia del hospedero. En strigeidos y diplostómidos particularmente, las revisiones de Dubois (1938a, 1968, 1970) han erigido especies tomando en cuenta tan solo a la especificidad hospedatoria sin embargo, los trabajos realizados por numerosos autores demuestran que los parásitos pueden desarrollarse en hospederos que normalmente estarían ecológicamente aislados y no formarían parte del ciclo biológico normal del parásito.

Así, el fuerte grado de especificidad hospedatoria ha sido ampliamente aceptado y utilizado en el contexto del esquema de clasificación propuesto por Dubois para los representantes del orden Strigeata y de acuerdo con esto, la mayoría de las diferencias morfológicas observadas fueron la base de la descripción de nuevas especies, especialmente cuando el material era recolectado de diferentes especies de hospederos. Este criterio ha sido ampliamente criticado y, entre muchos otros autores, Niewiadomska (1973) señaló que entre las familias Strigeidae y Diplostomatidae, se han descrito 302 especies y subespecies de las cuales 118 (39.07%) fueron encontradas una sola vez, y el resto, 184 especies (60.9%) aparecieron de dos a 100 veces.

Actualmente se conoce que la variabilidad intraespecífica puede resultar de la influencia de diferentes ambientes encontrados por un parásito entre individuos de una sola especie de hospedero o aún más, entre hospederos de diferente especie. Esto concuerda con los resultados encontrados en este estudio para *P. minimum* en condiciones naturales y experimentales.

Entre los trabajos previamente realizados sobre la variabilidad en el grupo de los tremátodos, destacan los realizados por: Sulgostwska (1958) quién estudió la variación individual en *Tanaisia fedtschenkoii* en relación a la intensidad de infección en el hospedero definitivo (*Larus ridibundus*); Berrie (1960) analizó la influencia de diferentes hospederos definitivos en el desarrollo de *Diplostomum phoxini*; Watertor (1967) discutió la variación en *Telorchis bonnarensis* entre hospederos anfibios y reptiles; Blankespoor (1974) estudió las modificaciones inducidas por el hospedero en *Plagiorchis noblei*; Kennedy (1980) consideró las variaciones inducidas por el hospedero en *Haematolechus buttensis*; Macko y Birova (1987) analizaron la variabilidad individual en *Dicrocoelium dendriticum* en ruminantes domésticos; finalmente Bakke (1988a, 1988b) consideró la anormalidad en el crecimiento de *Phyllodistomum umbrae* y el efecto de los procedimientos de muerte y fijación sobre la morfología de los organismos.

En cada uno de estos casos, el estudio resultó un una sinonimia considerable dentro de los géneros estudiados o bien, los autores recomendaron que la revisión del género fuera efectuada.

De acuerdo con tales referencias, la variación morfológica intraespecífica puede ser debida a tres causas principales: a) Efecto del parásito (inducido por el hospedero); b) Efecto de la intensidad de la infección y c) Efecto del procedimiento de muerte y fijación.

En este trabajo, tanto las metacercarias como los adultos de *P. minimum* mostraron variabilidad morfológica relacionada con el primero de los incisos exclusivamente, dado que las intensidades de infección en los hospederos definitivos no fueron tan altas como para propiciar un retardo en el

crecimiento (efecto densodependiente) por un lado y por otro, se aplicó una metodología uniforme para la muerte y fijación de todos los ejemplares considerados en el estudio.

La variabilidad morfológica intraespecífica en *P. minimum* fue estudiada previamente por Palmieri (1976, 1977a, 1977b, 1977c) y aunque el presente difiera metodológicamente del trabajo de este autor, se arribó a resultados y conclusiones similares. En sus trabajos, Palmieri destacó que uno de los principales factores que contribuyen a los complejos problemas de especiación dentro del género *Posthodiplostomum* ha sido la ausencia de estudios experimentales que aporten datos sobre la variación inducida por el hospedero a nivel intra e interespecífico.

El presente trabajo ratifica la idea expresada por Palmieri en el hecho de que ciertos caracteres morfológicos tradicionalmente considerados para la definición a nivel de especie, son de poco valor taxonómico pues se demuestra que existe una enorme "plasticidad" en dichos caracteres para ser considerados como de importancia taxonómica.

En sus estudios, Palmieri enfatizó la necesidad de una revisión del género *Posthodiplostomum*, aspecto que se abordó en este trabajo, no obstante, se consideró necesario analizar primero la posición actual del éste dentro del conjunto de géneros que componen a la tribu Diplostomatini (*sensu* Dubois, 1970) o bien con respecto a los géneros que integran la subfamilia Crassiphialinae (*sensu* Shoop, 1989) y una vez definida ésta, en el siguiente capítulo se procederá a discutir la validez de cada una de las especies congénéricas, concluyendo con una modificación de la diagnosis del género así como una clave para la determinación de las especies válidas de acuerdo con la revisión efectuada.

Por otra parte, un gran número de autores norteamericanos en la actualidad aceptan la existencia de dos líneas fisiológicas o subespecies para *P. minimum* a nivel de metacercaria, es decir, una línea cuyas cercarias infectan a peces de la familia Centrarchidae, a la cual denominan *P. m. centrarchi* y otra que parasita a peces de la familia Cyprinidae, llamada *P. m. minimum*.

De acuerdo con Hoffman (1958b) el primer indicio de tal especificidad hospedatoria metacercarial en *P. minimum* fue señalado por Klak en 1939, quien encontró que los ejemplares de *Micropterus salmoides* y *M. dolomieu* que analizó no estaban infectados en un cuerpo de agua donde cuatro o cinco especies de ciprinidos se encontraban altamente parasitados.

En estudios posteriores, Ferguson (1943) infectó garzas (*Nycticorax nycticorax*) con metacercarias de cada una de las dos familias de peces. Con los miracidios resultantes infectó caracoles y con las cercarias que emergieron de éstos, fue incapaz de realizar infecciones cruzadas en peces de las mismas familias.

Hoffman (1958b) mencionó que, hasta esa fecha, la metacercaria de *P. minimum* había sido registrada en 97 especies de peces dulceacuicolas de 18 familias. Con base en esta variedad de hospederos y en los resultados encontrados previamente por Klak (1939) y Ferguson (1943), el autor expuso a 100 peces de 14 especies pertenecientes a ocho familias diferentes, a la infección con cercarias (identificadas como *Cercaria louisiana* y obtenidas de *Physa sayii* y *P. gyrina*).

De todos los peces infectados solo dos especies de centrárquidos (de las cuatro que fueron infectadas) fueron positivas a la presencia de metacercarias, *Lepomis sp.* (40

individuos) y *L. macrochirus* (1 individuo). De los experimentos anteriores resulta evidente que la denominada línea fisiológica *centrarchi* no infecta a todos los miembros de la familia Centrarchidae, de igual manera que la variedad *minimum* no parasita a todos los miembros de la familia Cyprinidae.

Resultados similares obtuvieron posteriormente Avault y Smitherman (1965) quienes trataron de infectar a nueve especies de peces, encontrando de igual manera que solo algunos miembros de la familia Centrarchidae fueron positivos.

Por otra parte, las dos líneas referidas se desarrollan en adultos morfológicamente idénticos, correspondiendo a la especie *P. minimum*. En otro experimento, Hoffman (1958b) transfirió metacercarias obtenidas de centrárquidos (*Lepomis spp.*) hacia la cavidad corporal de otros miembros de la familia e incluso, hacia miembros de otras familias. Las larvas recuperadas de *Lepomis spp.* e implantadas en peces de la misma familia sobrevivieron más tiempo que aquellas implantadas en peces de las familias Cyprinidae, Catostomidae y Siluridae. Cuando las metacercarias obtenidas de ciprínidos se transfirieron a centrárquidos, ninguna se encontró viva después de 180 días.

Estos resultados al parecer son confirmados en los trabajos realizados por Bedinger y Meade (1967) y Palmieri (1975) quienes aceptaron que las dos líneas fisiológicas o subespecies de la metacercaria de *P. minimum* efectivamente existen en la naturaleza, pero que las formas adultas son morfológicamente indistinguibles.

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio, a pesar de carecer de un sustento experimental similar al realizado en los trabajos referidos, permiten discutir la validez del criterio considerado para la separación

subespecífica en *P. minimum*.

Como ha sido mencionado, la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro está constituida por 14 especies que pertenecen a cinco familias diferentes (Atherinidae, Goodeidae, Cyprinidae, Centrarchidae y Cichlidae), siendo cuatro de estas especies introducidas y las restantes endémicas.

De las especies de peces que cohabitan en el Lago de Pátzcuaro, al menos en siete ha sido encontrada la metacercaria de *P. minimum*. Estos peces pertenecen a tres familias: Atherinidae, Goodeidae y Cyprinidae. Característicamente son todos endémicos, lo cual podría indicar que el sistema parasito-hospedero tiene mucho tiempo de haberse establecido. Por otra parte, especies de peces que normalmente son infectadas en Norteamérica como *Cyprinus carpio* y *Micropterus salmoides*, no son parasitados por *P. minimum* en Pátzcuaro.

Si se aceptara el criterio de que las líneas fisiológicas en las metacercarias indican la presencia de subespecies de *P. minimum*, en el presente trabajo se deberían proponer entonces subespecies distintas a las mencionadas, por el hecho de encontrar larvas en representantes de familias distintas a la Centrarchidae y Cyprinidae, tales como la familia Goodeidae y Atherinidae.

Los trabajos realizados hasta el momento no arrojan suficiente evidencia para aceptar la idea de que las líneas fisiológicas representen dos subespecies de *P. minimum*, pues en ningún momento permiten generalizar el hecho de que cada una de ellas se presente en todos los miembros de una misma familia de peces. Además, criterios basados únicamente en una característica, en este caso la especificidad fisiológica hacia uno de los hospederos que intervienen en un ciclo biológico tan

complejo, conlleva necesariamente a una confusión en el establecimiento de caracteres que permitan considerar la validez de la categoría subespecífica.

Así, la uniformidad de criterios taxonómicos válidos en una especie, que sustenten la propuesta de subespecies para la misma, deberá tomar en cuenta una combinación de caracteres morfológicos con aspectos ecológicos, fisiológicos, inmunológicos, evolutivos, etc. en todas las fases del ciclo biológico. A pesar de que Mayr y Ashlock (1991) han referido el componente arbitrario en la concepción de la categoría subespecífica, los elementos de análisis señalados, permitirán dar una mayor congruencia a los esquemas de clasificación dentro del grupo de helmintos considerado en este estudio.

Por otra parte, los resultados sobre la variabilidad morfológica intraespecífica en las metacercarias de *P. minimum*, a partir del análisis por componentes principales, conduce a ratificar que la especificidad hospedatoria por sí sola es una característica que no debe ser tomada en cuenta como un criterio de peso taxonómico, dado que las relaciones ecológicas de los hospederos en un ecosistema, potencian el hecho de que los parásitos puedan encontrarse en una amplia gama de éstos y que, dependiendo de las condiciones que cada hospedero ofrece, los parásitos pueden presentar variantes morfológicas que erróneamente llevan a la creación de nuevas especies.

El análisis presentado reveló claramente que las metacercarias que se encuentran en las siete especies de hospederos, así como los adultos recobrados de cinco especies de hospederos naturales y dos experimentales, constituyen una misma especie, *Posthodiplostomum minimum*, y que la variabilidad observada en ambos estados de desarrollo, es inducida por el hospedero.

2. POSICION ACTUAL DEL GENERO *Posthodiplostomum* Dubois, 1936.
RESULTADOS Y DISCUSION.

Para el presente trabajo se consideró la clasificación propuesta por tres diferentes autores para situar en primera instancia la posición y relaciones morfológicas del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 con otros miembros del mismo taxón. Este capítulo no constituye una revisión de los géneros incluidos en el siguiente nivel jerárquico (cuya concepción varía según el autor que se considere) sino que pretende únicamente mencionar aquellos géneros morfológicamente similares a *Posthodiplostomum* así como las características distintivas entre ellos.

Sudarikov (1960) consideró que la subfamilia Diplostomatinae Monticelli, 1888 estaba compuesta por 15 géneros tomando en cuenta caracteres taxonómicos generales tales como la posición del ovario y la presencia o ausencia de pseudoventosas, así como también caracteres particulares como la presencia de un esfínter, la curvatura del cuerpo, presencia de glándulas alrededor del acetábulo, cuerpo distinta o indistintamente bisegmentado, presencia/ausencia de bulbo genital, forma del cuerpo, presencia/ausencia de acetábulo, presencia de proyecciones en la ventosa oral, presencia/ausencia de bolsa seminal ayaculadora, abertura del atrio genital, con o sin prepucio.

De acuerdo con estos caracteres, *Posthodiplostomum* se asemeja a cuatro géneros dentro de la subfamilia por el hecho de carecer de pseudoventosas; tales géneros son *Ornithodiplostomum* Dubois, 1936; *Prolobodiplostomum* Baer, 1959; *Lophosicyadiplostomum* Dubois, 1936 y *Neodiplostomum* Railliet,

1919. De *Ornithodiplostomum* se diferencia porque este último presenta el cuerpo indistintamente bisegmentado; de *Lophosicyadiplostomum* porque éste presenta proyecciones laterales a la ventosa oral; se distingue de *Prolobodiplostomum* porque éste presenta una bolsa seminal eyaculadora; finalmente *Posthodiplostomum* difiere de *Neodiplostomum* porque éste último carece de un prepucio en el atrio genital y la bolsa copuladora no es evaginable.

Dubois (1970) consideró que la tribu Diplostomatini Dubois, 1936 ex Poirier, 1886, una de las tres que comprende la subfamilia Diplostomatinae, consta de 13 géneros de acuerdo con caracteres morfológicos generales tales como la presencia/ausencia de pseudoventosas y si la bolsa copuladora es evaginable o no; señala como caracteres particulares los siguientes: cuerpo con o sin retroflexión, presencia de un esfínter en el segmento posterior, forma del órgano tribocítico, presencia/ausencia de bulbo genital dentro de la bolsa copuladora, presencia/ausencia de saco eyaculador, posición del ovario respecto de los testículos, tipo de hospedero, forma de la ventosa oral, forma del útero y presencia de proyecciones en la ventosa oral.

Según los caracteres propuestos por Dubois, *Posthodiplostomum* se asemeja a cinco géneros por el hecho de carecer de pseudoventosas a los lados de la ventosa oral, éstos son: *Ornithodiplostomum*, *Mesosphorodiplostomum* Dubois, 1936, *Lophosicyadiplostomum*, *Procrassiphiala* Verma, 1936 género *inquirenda* y *Neodiplostomum*.

A su vez se relaciona únicamente con *Ornithodiplostomum* y *Mesosphorodiplostomum* por presentar una bolsa copuladora

evaginable, no obstante se diferencia del primero por carecer de un saco eyaculador mientras que del segundo, difiere en cuanto a la posición del ovario.

Yamaguti (1971) mencionó que la tribu Diplostomatini Dubois, 1936, una de las dos que conforman la subfamilia Diplostomatinae, cuenta con 18 géneros con base en un carácter morfológico general tal como la presencia/ausencia de pseudoventosas y caracteres particulares como son: cuerpo con o sin retroflexión, segmento posterior con esfínter, forma del cuerpo, del segmento anterior y del órgano tribocítico la bisegmentación del cuerpo distinta o indistinta, presencia/ausencia de cono genital en la bolsa copuladora, presencia de glándulas alrededor del acetábulo así como presencia/ausencia de cono genital, bolsa copuladora evaginable y posición del ovario. Según Yamaguti, *Posthodiplostomum* comparte con 7 géneros el carecer de pseudoventosas (*Prolobodiplostomum*, *Ornithodiplostomum*, *Mesoophorodiplostomum*, *Lophosicyadiplostomum*, *Neodiplostomoides*, *Neodiplostomum* y *Procrassiphiala*).

Posthodiplostomum se diferencia de *Ornithodiplostomum* y *Prolobodiplostomum* por tener el cuerpo distintamente bisegmentado. Comparte con un solo género, *Mesoophorodiplostomum*, el presentar el cuerpo distintamente bisegmentado así como una bolsa copuladora evaginable, no obstante difiere de éste por la posición del ovario, que en éste último es intertesticular.

De acuerdo con el análisis presentado acerca de los esquemas de clasificación propuestos por diferentes autoras, destaca el hecho de que *Posthodiplostomum* presenta grandes

similitudes morfológicas con otros tres géneros: *Ornithodiplostomum* Dubois, 1936, *Mesophorodiplostomum* Dubois, 1936 y *Neodiplostomum* Railliet, 1919).

Reuniendo los caracteres morfológicos señalados por Sudarikov (1960), Dubois (1970) y Yamaguti (1971) se observa que *Posthodiplostomum*, *Ornithodiplostomum* y *Mesophorodiplostomum* difieren de *Neodiplostomum* principalmente por carecer este último de una bolsa copuladora evaginable. Asimismo, este género se encuentra ampliamente distribuido en el mundo y cuenta con 33 especies repartidas en 2 subgéneros (Dubois, 1970).

Pearson (com. pers.) señaló que *Posthodiplostomum* tiene una bolsa copuladora similar a la que presentan los géneros *Posthodiplostomoides* Williams, 1969, *Ornithodiplostomum*, *Mesophorodiplostomum*, *Subuvulifer* Dubois, 1952 y *Pseudodiplostomum* Yamaguti, 1934 así como también comentó que las estructuras copuladoras son mejores caracteres taxonómicos que las pseudoventosas y las vitelógenas para establecer semejanzas y diferencias en este taxón.

Recientemente Shoop (1989) realizó un análisis sistemático de las familias Strigeidae y Diplostomidae, considerando un total de 51 géneros y utilizando 27 caracteres con 60 estados de carácter para las formas adultas, siete caracteres con 16 estados de carácter para las metacercarias y por último, para la fase de mesocercaria tomó en cuenta un solo carácter con dos estados. Con este trabajo el autor intentó determinar si las relaciones filogenéticas eran consistentes con la clasificación propuesta por Dubois (1968, 1970).

Para dicho análisis utilizó a los Proterodiplostomatidae

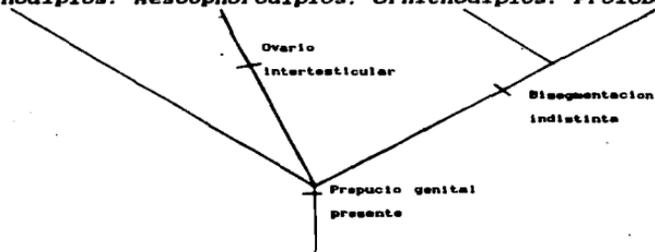
como el grupo externo y las polaridades se determinaron por el método de grupo externo de Watrous y Wheeler (1981); así estableció cuatro grupos constituidos por diferente número de géneros cuya monofilia es soportada por estados de carácter que se presentan en los estadios metacercariarios.

A partir de sus resultados, Shoop (1989) propuso un nuevo esquema de clasificación para estrigeidos y diplostómidos considerando cuatro familias: Neodiplostomidae Shoop, 1989; Bolbophoridae Shoop, 1989; Diplostomidae Poirier, 1886 y Strigeidae Railliet, 1919. Particularmente la familia Neodiplostomidae incluye a dos subfamilias, la Crassiphialinae Shoop, 1989 y la Neodiplostomatinae Shoop, 1989. En la primera de ellas se encuentra el género en estudio: *Posthodiplostomum*, Dubois, 1936 junto con los géneros *Conodiplostomum*, Dubois, 1937 *Mesophorodiplostomum* Dubois, 1936, *Ornithodiplostomum* Dubois, 1936, *Prolobodiplostomum* Baer, 1959, *Uvulifer* Yamaguti, 1934, *Lophosicyadiplostomum* Dubois, 1936, *Pseudodiplostomum* Yamaguti, 1934, *Crassiphiala* Haitzma, 1925, *Pseudocercocotyla* Yamaguti, 1939 y *Cercocotyla* Yamaguti, 1939.

La monofilia de los Crassiphialinae es soportada por las siguientes sinapomorfias metacercariarias: forma bisegmentada, presencia de un quiste así como corpúsculos calcáreos libres en el plexo paranefridial.

La sinapomorfia dentro de la misma subfamilia, presencia de un prepucio genital en el estado adulto, permite relacionar al género *Posthodiplostomum* con *Mesophorodiplostomum*, *Ornithodiplostomum* y *Prolobodiplostomum* de acuerdo con el cladograma presentado a continuación y que fuera extraído del trabajo de Shoop (1989):

Posthodiplos. Mesosphorodiplos. Ornithodiplos. Prolobodiplos.



(Tomado de Shoop, 1989).

Independientemente de que el trabajo de Shoop (1989) arrojó evidencias de que la clasificación de Dubois era inconsistente con respecto a la filogenia del grupo, las relaciones de parentesco entre los géneros previamente señalados se mantienen, tanto en el esquema de Dubois (1970) como en los de Sudarikov (1960), Yamaguti (1971) y Shoop (1989). Como lo indica el cladograma anterior, la distinción entre *Mesosphorodiplostomum* y *Posthodiplostomum* se da por la presencia de una autapomorfia (ovario intertesticular) del primero [solo se consideró a la especie *M. pricei* (Krull, 1934) Dubois, 1936]; sin embargo, los resultados del presente estudio demostraron que tal caracter se encuentra dentro de la gran variabilidad morfológica intraespecífica de *P. minimum*. Así, dicha autapomorfia no es suficiente para validar la separación de ambos géneros y es por ello que se propone a *Mesosphorodiplostomum* como sinónimo de *Posthodiplostomum* y que la especie *M. pricei* (Krull) Dubois, 1936 es sinónima de *P. minimum* (MacCallum) Dubois, 1936.

Sin embargo, cuando en el análisis se incluyen caracteres de las metacercarias, resulta que el género en estudio comparte con otros cuatro la característica de presentar una metacercaria tipo *Neascus*, estos son: *Nesophorodiplostomum*, *Ornithodiplostomum*, *Uvulifer Yamaguti*, 1934 y *Crassiphiala Van Haitema*, 1925; los últimos dos son incluidos en el esquema de clasificación de Dubois (1970) dentro de la tribu *Crassiphialini*, mientras que de acuerdo con Shoop (1989), todos estos géneros forman parte de la subfamilia *Crassiphialinae*.

Uvulifer, *Crassiphiala* y *Ornithodiplostomum* comparten con *Posthodiplostomum* la característica de poseer una metacercaria tipo *Neascus* así como una cercaria del grupo *Rhabdo caeca* sin embargo, *Posthodiplostomum* difiere de *Uvulifer* y *Crassiphiala* en dos características morfológicas del estado adulto; en ambos géneros el segmento posterior es muchas veces más largo que el anterior y las vitelógenas están confinadas al segmento posterior; además, el segmento anterior de *Crassiphiala* (género monotípico) presenta una concavidad ventral no observada en ninguna de las especies de *Posthodiplostomum*.

Cabe resaltar que el esquema de clasificación de Shoop (1989), elaborado en el contexto de las relaciones filogenéticas de los estrigeidos y diplostómidos, es muy útil para explicar la evolución de este grupo de tremátodos y con base en ello, es posible mencionar que a nivel de familia, tal esquema debe ser tomado en cuenta como la mejor aproximación y que será necesario el desarrollo de estudios que aporten información para resolver en forma precisa la filogenia en taxa inferiores a familia, tal y como Shoop (1989) lo ha indicado.

Con respecto a la sinonimia entre *Posthodiplostomum* y *Mesophorodiplostomum* se puede señalar que Krull (1934) describió a *Neodiplostomum pricei* como parásito de *Larus novae-hollandiae* quien fue experimentalmente infectada con peces de las especies *Fundulus diaphanus diaphanus* y *F. heteroclitus macrolepidotus* que contenían metacercarias tipo *Neascus*, en Washington D.C. En su trabajo el autor discutió que esta especie se diferenciaba de todas las demás del género por la posición intertesticular del ovario.

En 1936, Dubois erigió al género *Mesophorodiplostomum* para incluir a *Neodiplostomum pricei* Krull con la característica de tener un ovario intertesticular, bolsa copuladora evaginable y como parásitos de Laridae.

Dubois y Rausch (1948, 1950) indicaron la presencia de esta especie en *L. philadelphia* y *L. argentatus* en E.U.A. En los ejemplares de *L. argentatus* mencionaron que parecen no haber adquirido su desarrollo completo y que además, la bisegmentación del cuerpo está poco marcada

Por otra parte, el estudio detallado de los tipos y paratipos de *N. pricei* Krull, 1934 (U.S. Nat. Mus. Helm. Coll. No. 32880 y 32881 así como *N. pricei* de *Egretta rufescens* en Florida, 78083), confirma la gran semejanza que existe entre ésta y *P. minimum*.

Recientemente, Wang (1983) describió una nueva especie del género *Mesophorodiplostomum* (= *Posthodiplostomum*) como *N. corvi* parásito de *Corvus macrorhynchus colonorum* en China. Las características de esta especie, principalmente la distribución de las vitelógenas en casi todo el cuerpo, el número y

dimensiones de los huevos, la forma del testículo posterior así como el pequeño tamaño del órgano tribocítico conducen a aceptar como válida la especie de Wang, con la salvedad de que el autor no describió ni dibujó la bolsa copuladora; sin embargo, respetó la posición intertesticular del ovario como un carácter genérico, por lo cual se realizó el movimiento de nueva combinación: *Posthodiplostomum corvi* (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb. (= *Mesoophorodiplostomum corvi* Wang).

Dronen (1985) también describió una nueva especie de *Mesoophorodiplostomum* basado en ocho ejemplares recolectados del intestino de *Ajaja ajaja* en Texas, E.U.A., a la cual denominó como *M. anterovarium*. El autor discutió que se asemeja esta especie a *M. pricei* (Krull, 1934) Dubois, 1936 excepto por la posición del ovario ya que éste se sitúa en posición lateral al testículo anterior. Dronen colocó tentativamente esta nueva especie en el género *Mesoophorodiplostomum* y aceptó que algunos ejemplares de *Posthodiplostomum* recolectados en la misma localidad son muy similares y que también podrían ser colocados dentro de éste, no obstante la mantuvo como una nueva especie.

Por una parte, el género al que asignó Dronen sus ejemplares ha caído en sinonimia con *Posthodiplostomum* y por otra, los resultados de variabilidad encontrados en nuestro estudio, la distribución geográfica así como la revisión cuidadosa del tipo y paratipo de *M. anterovarium* Dronen, 1985 (U.S. Nat. Mus. Helm. Coll. Nos. 75994, 75995) permiten concluir que ésta es sinónimo de *P. minimum*, dado que no hay caracteres morfológicos por los cuales se pueda considerar como válida la especie *M. anterovarium*, siendo *Ajaja ajaja* un nuevo registro de hospedero para esta especie de diplostómido.

En la tabla 7 se presentan en síntesis los movimientos descritos anteriormente, señalando al género o especie válidos así como aquellas que, después de este análisis han caído en sinonimia.

Tabla 7. Movimientos de nueva combinación entre las especies de los géneros *Nesophorodiplostomum* y *Posthodiplostomum*.

Nesophorodiplostomum pricei (Krull, 1934) Dubois, 1936.

(= *Neodiplostomum pricei* Krull, 1934)

Posthodiplostomum Dubois, 1936

(= *Nesophorodiplostomum* Dubois, 1936)

P. minimum (MacCallum, 1921) Dubois, 1936

(= *N. pricei* (Krull) Dubois, 1936)

(= *N. anterovarium* Dronen, 1985)

P. corvi (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb

(= *N. corvi* Wang, 1983)

Ornithodiplostomum es otro género morfológicamente similar a *Posthodiplostomum* sin embargo, difiere de éste principalmente porque en el primero la bisegmentación del cuerpo es indistinta.

Este género cuenta únicamente con cinco especies: *O. ptychocheilus ptychocheilus* (Faust, 1917) Dubois, 1936 en Norteamérica; *O. p. palearcticum* Odening, 1963 en Alemania; *O. podicipitis* Yamaguti, 1934 en Japón; *O. garambense* (Baer, 1959) Dubois, 1961 en Africa y *O. scardini* Schulman en Europa.

La especie congénérica más estudiada es sin duda *O. ptychocheilus*, destacando entre otros los trabajos de Hughes y Piszczek (1928), Hoffman (1958a), Hendrickson (1978, 1979a,

1979b, 1986) y Amin (1982) así como las revisiones de Dubois (1938, 1970) y Sudarikov (1960).

Tanto las formas adultas como las metacercarias y cercarias de *O. ptychocheilus* y *P. minimum* son muy parecidas, lo cual conduce a sugerir que ambos géneros son sinónimos (Hendrickson, 1986). Sin embargo, no es posible ser contundentes al respecto pues como el mismo autor señaló, es difícil caracterizar al género *Ornithodiplostomum* hasta que no se pueda describir más adecuadamente a la especie tipo (*O. ptychocheilus*).

Los resultados aquí presentados con respecto a *P. minimum*, así como el estudio de las metacercarias y adultos de *O. ptychocheilus* depositados en el U.S. Nat. Mus. Helm. Coll [61224 (Hoffman), 74758 (Sutherland y Holloway), 76675 (Amin), 79025 y 79026 (Hendrickson), 7990 (Faust) y 80751 (Muzzall)], indican la gran semejanza que existe entre ambos diplostómidos, sobretodo en la fase de metacercaria, dado que la forma de estas en *O. ptychocheilus* entra en el rango de variabilidad encontrado en este trabajo para *P. minimum*.

A su vez, esto concuerda con lo que plantearon Hughes y Piszcek (1928) al indicar una fuerte similitud entre la especie que describieron como *Neascus ptychocheilus* y la descrita por Hughes (1928) como *N. vanclaevei*, que es la metacercaria de *P. minimum*. Incluso los autores creyeron posible que sus ejemplares representaran un estado más inmaduro en el desarrollo de *N. vanclaevei*.

Una gran diferencia que existe entre ambas especies, es en cuanto al hábitat que ocupan en su segundo hospedero intermediario, pues la metacercaria de *O. ptychocheilus* se aloja

principalmente en la cavidad craneal, mientras que las de *P. minimum* tienen una localización visceral preferencial; a pesar de ello, se han registrado metacercarias de *O. ptychocheilus* en vísceras así como también, en el Lago de Pátzcuaro se ha detectado la presencia de larvas de *P. minimum* en los ojos y el cerebro de los peces.

Independientemente de la fuerte similitud que existe en la morfología así como en el ciclo de vida de ambos tremátodos, es necesario realizar una revisión detallada de las especies que componen al género *Ornithodiplostomum* para poder definir en un futuro próximo, la validez de éste dentro del conjunto genérico que conforma la subfamilia Crassiphialinae (*sensu* Shoop, 1989).

3. REVISION DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN AL GENERO
Posthodiplostomum DUBOIS, 1936. RESULTADOS Y DISCUSION.

Para realizar la revisión de las especies congénéricas, es necesario primero señalar lo siguiente: El número de especies registradas hasta la fecha es de 21, de acuerdo con lo expresado en la tabla 1 en el capítulo introductorio del presente trabajo. Segundo, los resultados obtenidos aquí sobre la variabilidad morfológica intraespecífica de *P. minimum* permiten considerar a la distribución de las vitelógenas como un carácter de peso taxonómico dentro del género, no sujeto a una marcada variabilidad. Esto condujo a separar las especies congénéricas registradas hasta el momento, con base en la extensión de las vitelógenas, en cuatro grupos:

Grupo I. Especies cuyas vitelógenas se distribuyen en ambos segmentos del cuerpo alcanzando en el segmento anterior, la bifurcación cecal y el borde posterior de la faringe: *P. grande*, *P. giganteum*, *P. methai* y *P. corvi*.

Grupo II. Especies cuyas vitelógenas se distribuyen en ambos segmentos del cuerpo, y en el segmento anterior, se disponen entre el borde anterior del acetábulo y la mitad de la distancia que existe entre el acetábulo y la bifurcación cecal. Aquí se incluye a la mayoría de las especies: *P. biellipticum*, *P. grayi*, *P. microsicya*, *P. nanum*, *P. prosostomum*, *P. obesum*, *P. linguaeforme*, *P. australe*, *P. cuticola*, *P. minimum*, *P. macrocotyle* y *P. opisthosicya*.

Grupo III. Especies con vitelógenas distribuidas en ambos segmentos, pero que en el segmento anterior están situadas entre el borde posterior del acetábulo y el órgano tribocítico: *P. brevicaudatum*, *P. boydae*, *P. oblongum* y *P. pearsoni*.

Grupo IV. Especies con las vitelógenas distribuidas exclusivamente en el segmento posterior: *P. ixobrychi*.

Por otra parte, en la fig. 9 se señala la distribución geográfica de todas estas especies con base a las regiones zoogeográficas propuestas por Darlington (1957).

En determinados casos la distribución geográfica, junto con el patrón migratorio del hospedero definitivo son considerados como una posible explicación para el establecimiento de sinonimias.

Con base en esto, a continuación se presenta la situación de cada una de las especies congenéricas, para cada uno de los grupos propuestos en cuanto a la extensión de las vitelógenas, atendiendo a su distribución geográfica, registro original, sinonimias, registros adicionales, conocimiento de los estados del ciclo de vida y finalmente, a la comparación con las especies afines, para concluir señalando la validez o bien la sinonimia de cada una.

Grupo I. Este grupo se encuentra formado por cuatro especies de las cuales dos tienen una distribución neotropical (*P. grande* y *P. giganteum*) y dos, se encuentran en la región oriental (*P. methai* y *P. corvi*). En la fig. 10 se presentan los dibujos de cada especie tomados de la descripción original, respetando la escala o el tamaño referido por los autores.

P. grande fue descrita por Diesing, 1850 como *Diplostomum grande*. En 1936, Dubois la incluyó dentro del género *Posthodiplostomum* y el mismo autor en 1937a la describió en detalle a partir de varios ejemplares recolectados de *Agamia agami* en Brasil. Sin embargo, *P. grande* no fue comparada con ninguna otra especie del género, y de hecho, éste no había sido

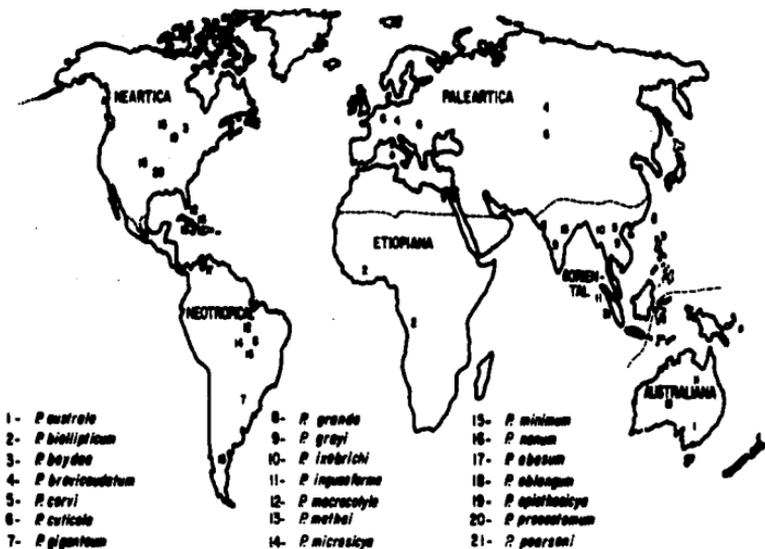


Fig. 9 - Distribución geográfica de las especies válidas del género *Posthodiplostomum* Dubois 1936 hasta 1991.

realizado por ningún autor hasta la fecha. Dubois (1938a) señaló también a *Casmerodius albus* como hospedero de *P. grande*.

El hecho de que en esta especie las vitelógenas tiendan a confinarse en el segmento anterior, por ser más abundantes en éste, porque el límite anterior de éstas alcanza la faringe, porque el segmento anterior es más ancho que largo, porque los testículos son bilobulados, por presentar un "esfínter" poco desarrollado en el cono genital y por el número de huevos en el útero (40-45) se considera que esta especie es válida pues no comparte ninguno de los caracteres mencionados con la mayor parte de las especies congénicas.

La presencia de un "esfínter" en el cono genital relaciona filogenéticamente a *Posthodiplostomum* con otro género que es monotípico y cuyos ejemplares fueron recolectados de la misma ave, en la misma localidad, pero con únicamente dos ejemplares: *Sphincterodiplostomum musculosum* Dubois, 1937, quien posee un "esfínter" muy desarrollado.

P. grande es muy semejante a *P. giganteum*, especie descrita por Dubois (1988) sobre la base de dos ejemplares únicamente, muy grandes, que midieron 4.06 y 4.61 y que fueron recolectados del intestino de *Butorides striatus* en Paraguay. En dicho trabajo, Dubois erróneamente no comparó su especie con ninguna de las que son incluidas dentro del género. A pesar de que Dubois (1988) encontró solo dos ejemplares y del hecho de que la distribución geográfica de *P. giganteum* en Paraguay está muy próxima a la localidad tipo de *P. grande* (región del Matto Grosso), esa especie presenta tres características que permiten considerarla de igual forma como válida: *P. giganteum* es 2.4 mm más grande, el segmento anterior es más largo que ancho y el número de huevos en el útero es superior (100+), no obstante, y a reserva de que en la región sean encontrados más ejemplares de

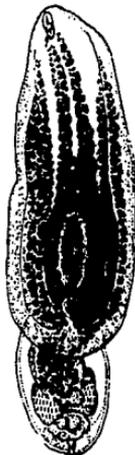
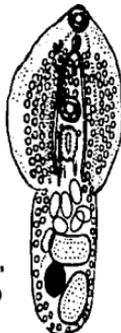


P. methai Gupta y Mishra, 1974
Milvus migrans. India. LT=19

P. corvi (Wang, 1963) Pérez-Ponce de León,
n. comb. *C. macrorhynchus*. China. LT=1,25



P. grande Dubois, 1937
Agamia agami. Brasil. LT=2,25



P. giganteum Dubois, 1968.
Butorides striatus. Paraguay. LT=4,6

Fig. 10 - Especies del género *Postodiplostomum* Dubois, 1936 cuyas glándulas vitelógenas alcanzan el nivel de la bifurcación cecal (Grupo I) . Los dibujos y la longitud total (LT) representan las descripciones originales.

la especie, se propone que *P. giganteum* derivado de *P. grande* en el curso de la evolución y que, las características que ahora distinguen a ambas especies, son producto de la adaptación de *P. giganteum* a parasitar una especie de ave diferente.

A su vez, *P. grande* es muy semejante a *P. methai* y a *P. corvi* en la extensión anterior de las vitelógenas sin embargo, difiere de éstas en la forma del segmento anterior y del segmento posterior, en la relación segmento posterior/segmento anterior, en el número y tamaño de los huevos y en la distribución geográfica.

P. methai fue descrita originalmente por Gupta y Mishra (1974) a partir de tres especímenes recolectados del intestino de *Milvus migrans* (Falconiforme) en la India. En este trabajo los autores diferencian su especie nueva de la mayoría de las 15 que ellos consideran válidas hasta esa fecha, por la extensión anterior de las vitelógenas, el hospedero y la distribución geográfica. Erroneamente señalaron que su especie era muy parecida a *P. grande*, *P. nanum*, *P. grayi*, *P. prosostomum* y *P. biellipticum* en la extensión anterior de las vitelógenas, sin embargo, solo con la primera comparte tal carácter. Este fue el primer registro de una especie del género en un Falconiforme (*M. migrans*), que de acuerdo con Minelli y Ruffo (1990), tiene una amplia distribución en África, Asia, Europa y parte de Australia y que, dentro de su variada dieta incluye ocasionalmente peces (aunque también ingiere vorazmente pequeños mamíferos, aves, reptiles y anfibios).

P. methai comparte con *P. corvi* la extensión característica de las vitelógenas, así como la distribución geográfica. El primer registro de *P. corvi* lo realizó Wang (1983) como *Mesoporphodiplostomum corvi*, parásito de *Corvus macrorhynchus* (Paseriformes) en China.

En su trabajo, Wang decidió incorporarla a ese género dada la posición intertesticular del ovario, sin embargo, tal género es sinónimo de *Posthodiplostomum* motivo por el cual se realizó el movimiento de nueva combinación: *Posthodiplostomum corvi* (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb.

Respetamos el status específico de este diplostómido porque presenta las características para incluirlo en el género *Posthodiplostomum*, a pesar de que la descripción original está incompleta y entre otras estructuras, no describieron ni dibujaron la bolsa copuladora ni la glándula proteolítica. Además, fue el primer registro de una especie congénérica en una infección natural en un passeriforme, el "cuervo de jungla" *C. macrorhynchus*; Ulmer (1961) y Lumsden y Zischke (1963) habían realizado infecciones experimentales con la especie *P. minimum* en otros miembros del grupo de los passeriformes, *Cassidix mexicanus* y *Turdus migratorius*.

P. corvi difiere de *P. methai* por ser más pequeño, por presentar ventosas más grandes, por tener un órgano tribocítico más pequeño y finalmente por la relación segmento posterior/segmento anterior.

De esta manera, se considera a ambas especies como válidas y a su vez, difieren claramente de las otras cuatro especies que se distribuyen en la región oriental (*P. grayi*, *P. ixobrychi*, *P. linguaeforme* y *P. pearsoni*) en la extensión anterior de las vitelógenas.

Grupo II. Este grupo incluye a 12 especies cuyas vitelógenas se distribuyen en los dos segmentos del cuerpo y que, en el segmento anterior se disponen entre el borde anterior del acetábulo y la mitad de la distancia que existe entre éste y la

bifurcación cecal. Este grupo tiene representantes en todo el mundo: *P. prosostomum*, *P. opisthosicya* (neárticas), *P. minimum* (neártica, neotropical), *P. microsicya*, *P. obesum*, *P. nanum* y *P. macrocotyle* (neotropicales), *P. cuticola* (paleártica), *P. linguaeformae* y *P. australe* (australiana), *P. biellipticum* (etiopiana) y *P. grayi* (oriental). (figs. 11, 12).

P. minimum fue descrita originalmente por MacCallum (1921) como *Diplostomum minimum*, parásito del intestino de un ejemplar de *Ardea herodias* que murió en el zoológico de Nueva York. Aquí el autor aportó una breve descripción, con pocas medidas y un dibujo. Dubois (1935) incorporó la especie de MacCallum al género *Neodiplostomum*, sin embargo, al crear el mismo autor al género *Posthodiplostomum* en 1936, incluyó aquí a la especie de MacCallum quedando finalmente como *P. minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936.

Esta especie tiene actualmente una amplia distribución en el continente americano, pues se le ha registrado en países de la región neártica así como de la neotropical; ha sido objeto de numerosos estudios de diversa índole: morfológicos, fisiológicos, epizootiológicos, histopatológicos, histoquímicos, etc., y curiosamente, aún en los trabajos taxonómicos no ha sido comparada con otras especies congénéricas.

Por esta razón y por el hecho de que a través del presente trabajo se ratificó la gran variabilidad morfológica de la especie y se señalaron con base en ella caracteres que no se modifican de manera significativa entre los distintos ambientes (hospederos), tales como la extensión de las vitelógenas, así como el número y tamaño de los huevos, se abordó la revisión de las 11 especies restantes incluidas en el grupo II, estableciendo su validez o bien su sinonimia de acuerdo con los caracteres morfológicos y merísticos de *P. minimum*.



P. minimum (MacCollum, 1921) Dubois, 1936
Ardea herodias. E.U.
LT = 1.01



P. macrocotyle Dubois, 1937
Rhynchaps nigra. Brasil. LT = 1.08



P. nanum Dubois, 1937
Butorides viriscens
Cuba. LT = 0.85



P. obesum (Lutz, 1928) Dubois, 1977
Phalacrocorax brasilensis
Venezuela. LT = 0.92

P. minimum (MacCollum, 1921)
Dubois, 1936. *Nycticorax*
nycticorax. E.U. LT = 1.07



P. microsicca Dubois, 1936
Botaurus pinnatus Brasil
LT = 1.63



P. prosostomum (Dubois y Rausch, 1948)
Dubois, 1952. *Botaurus* sp.
E.U. LT = 2.3

Fig. 11 - Especies del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 cuyas glándulas vitelógenas se extienden en el segmento anterior del acetábulo y la mitad de la distancia que existe entre éste y la bifurcación cecal (Grupo II). Los dibujos y la longitud total (LT) representan las descripciones originales.

En cuanto a las especies con una distribución geográfica similar a la de *P. minimum* en el continente americano, se tienen las siguientes:

P. prosostomum fue descrito originalmente por Dubois y Rausch (1948) como *P. microsicya* var. *prosostomum* a partir de un solo ejemplar de la Colección Van Cleave colectado del intestino de *Botaurus* sp. en Estados Unidos. En ese trabajo, los autores mencionaron que la especie es una variedad de *P. microsicya* y que sólo difiere de ésta por tener el acetábulo situado más cerca del borde anterior del segmento anterior, por sus dimensiones más grandes, por el límite anterior de las vitelógenas y por tener huevos ligeramente más grandes. Dubois (1952) completó la descripción con un segundo ejemplar de la colección Van Cleave y la caracterizó como una especie independiente, agregando a las diferencias mencionadas, sólo la distribución geográfica.

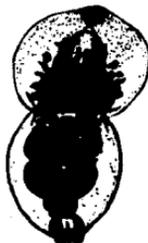
Esta especie aparentemente difiere de *P. minimum* en cuanto al tamaño, extensión anterior de las vitelógenas y la distancia del acetábulo al borde anterior del segmento anterior, sin embargo, habiendo estudiado los dos ejemplares de la colección Van Cleave (Col. Georges Dubois (G.D.) L99-100) se considera a *P. prosostomum* (Dubois y Rausch, 1948) Dubois, 1952 como sinónimo de *P. minimum*. Esta conclusión está basada en el siguiente análisis: *P. prosostomum* fue descrita a partir de solo dos ejemplares y nunca ha sido mencionada en la literatura desde esa fecha; comparte con *P. minimum* la distribución geográfica y no obstante ser más grande, si se toma en cuenta la relación segmento posterior/segmento anterior, la longitud de ambos segmentos es muy similar (0.49-0.69 en *P. prosostomum* y 0.41-0.83 en *P. minimum*); la extensión anterior de las vitelógenas en *P. prosostomum* (20-28/100) así como la distancia



Pcuticola (Nordmann, 1832)
Dubois, 1936. *Ardea cinerea*
Rumania. LT= 1.0 (Ciurea)



Pcuticola (Nordmann, 1832)
Dubois, 1936. *Ardeola ralloides*
Alemania. LT= 1.6 (Odenning)



Pbiellipticum Dubois, 1966
Butorides striatus
Brazaville, Africa. LT= 1.23



Popisthosicya Dubois, 1969
Ardea herodias. Canad. LT= 1.15



Pgrayi (Verma, 1936) Dubois,
1938. *Ardeola ibis* (= *Plarai*)
Rtza. y García, 1937. Filipinas.
LT= 1.05

P australe Dubois, 1937
Bofaurus poeciloptilus
Australia. LT= 0.78



Fig. 12 - Especies del género *Pasthodiplastamum* Dubois, 1936 cuyas glándulas vitelógenas se extienden en el segmento anterior, entre el borde anterior del acetábulo y la mitad de la distancia que existe entre éste y la bifurcación cecal (Grupo II). Los dibujos y la longitud total (LT) representan las descripciones originales.

del acetábulo al extremo anterior (37-47/100), a pesar de diferir de la mayor parte de las descripciones realizadas sobre *P. minimum* en Norteamérica, se asemejan más al intervalo que presentan los ejemplares de este estudio que, en el caso de las vitelógenas es de 30-80/100 mientras que respecto al acetábulo es de 40-116/100.

En *P. prosostomum* la ventosa oral y el acetábulo son difícilmente observables, sin embargo, sus dimensiones entran en el intervalo que marca la literatura en *P. minimum*; el tamaño y número de huevos también es muy semejante.

De esta manera, se reitera que *P. prosostomum* es sinónimo de *P. minimum* y concluimos que tal sinonimia aumenta el rango de hospederos para *P. minimum* pues no había sido registrado como parásito de ninguna especie del género *Botaurus*; muy probablemente las diferencias observadas se deban al hecho de que no había sido encontrada parasitando a dicha especie de ardeido y que, de igual manera, éstas sean inducidas por el hospedero.

A *P. opisthosicya* la describió Dubois (1969) a partir de un lote de ejemplares de *Ardea herodias* del parque Algonquin en Ontario, Canadá. En la misma localidad y año pero en diferente hospedero, Dubois describió a *P. boydæ*, sin embargo, difieren en la distribución de las vitelógenas habiendo sido asignada esta última especie al grupo III.

En su trabajo, Dubois (1969) comparó a *P. opisthosicya* sólo con *P. microsicya*, pero las diferencia con base en el límite anterior de las vitelógenas en el segmento anterior, en la posición del acetábulo, en las dimensiones netamente más grandes de los huevos (0.092-0.096 en *P. opisthosicya* y 0.056-0.070 en *P. microsicya*) y en la distribución geográfica.

El estudio de 11 ejemplares de esta especie (Col. G.D. T55-57) permitió concluir que es sinónima de *P. minimum* puesto que los intervalos de todas sus características morfológicas se sobrepone y, de igual manera, la disposición y forma de sus estructuras y órganos son similares: *P. opisthosicya* se encontró en uno de los hospederos donde había sido registrado *P. minimum* y además comparten la distribución geográfica en norteamérica (región neártica).

Existen cuatro especies congeneréricas con una distribución neotropical que guardan una fuerte similitud morfológica con *P. minimum*, estas son *P. microsicya*, *P. macrocotyle*, *P. obesum* y *P. nanum*.

En el caso de *P. microsicya* y *P. macrocotyle*, ambas especies fueron descritas por Dubois en 1936 y 1937a respectivamente, en Brasil. Para la primera fueron encontrados dos ejemplares en *Botaurus pinnatus* mientras que, para la segunda, se recolectaron varios ejemplares en *Rhynchops nigra*.

Dubois (1938a) dió una descripción completa de *P. microsicya* y ahí la comparó únicamente con *P. brevicaudatum*, observando diferencias entre ambas especies respecto al tamaño, la forma del órgano tribocítico, el límite anterior de las vitelógenas, tamaño de los huevos y la distribución geográfica; entre las características morfológicas más importantes de *P. microsicya* Dubois resaltó el pequeño tamaño de la ventosa oral, un acetábulo difícil de observar y un órgano tribocítico amigdaloides rodeado de vitelógenas; agregó además como hospedero de esta especie a *Agamia agami* también en Brasil.

P. macrocotyle fue descrita ampliamente por Dubois (1938a), señalándola como la única especie del género que no se presenta

en Ardeidae, sino en Laridae; esta especie no fue comparada con ninguna otra del género. Dubois (1938a, 1970) ha mencionado como características de esta especie el hecho de presentar los bordes laterales del segmento anterior no recurvados ventralmente, diámetros de la faringe y ventosa oral muy parecidos, un acetábulo del doble de tamaño de la ventosa oral, testículo posterior en forma de V y la extensión anterior de las vitelógenas por delante del acetábulo. Dubois y Macko (1972) la encontraron en Cuba parasitando a cinco especies de ardidos: *Florida caerulea*, *Casmerodius albus*, *Hydranassa tricolor*, *Nycticorax nycticorax* y *Butorides viriscens*.

Por las características morfológicas de ambas especies se decidió considerarlas como sinónimos de *P. minimum* dado que no solo los intervalos de sus medidas se sobreponen sino que, los caracteres señalados por Dubois como típicos de cada una de ellas, son compartidos por *P. minimum* y forman parte de la variabilidad morfológica intraespecífica de este diplostómido, tal es el caso de la longitud del segmento anterior en *P. microsicya* así como la forma en V del testículo posterior en *P. macrocotyle*. Por otra parte, ha sido discutido ya que la especificidad hospedatoria en este caso no puede ser considerada como un carácter de peso taxonómico que por sí solo permita separar especies, por ello el hecho de que *P. macrocotyle* parasitara a un miembro de la familia Laridae, no es suficiente para considerar la especie como válida y por ende, ha caído en sinonimia con *P. minimum*.

En el caso de *P. obesum*, Lutz (1928) describió originalmente esta especie como *Conchogaster obesus* en *Phalacrocorax brasiliensis* en Venezuela; Yamaguti (1971) anotó ésta como una especie inquerenda y Fischthal y Nasir (1974) la redescubrieron al recolectar a dos ejemplares del mismo hospedero, en la misma localidad; con base en esto, la

incorporaron al género *Neodiplostomum* como *N.(N.) obesum* (Lutz, 1928) Dubois, 1938.

Dubois (1977) realizó el movimiento de nueva combinación al incluir la especie de Lutz al género *Posthodiplostomum* discutiendo que la estructura que Fischthal y Nasir describieron como "papila masculina" corresponde a un cono genital retraído rodeado por un prepucio, por lo que quedó finalmente como *P. obesum* (Lutz, 1928) Dubois, 1977.

Esta especie es muy parecida a *P. minimum*; en su trabajo, Fischthal y Nasir (1974) solo la compararon con otra especie del género *Neodiplostomum* y en 1977, al hacer el movimiento de nueva combinación, Dubois no la comparó con ninguna otra. Esta situación y el estudio de los paratipos de Fischthal y Nasir (U.S. Nat. Mus. Helm. Coll. No. 72783) llevó también a considerar a esta especie como sinónima de *P. minimum*. Todos los caracteres morfométricos así como la distribución de las vitelógenas en el segmento anterior y segmento posterior caen dentro de la variabilidad morfológica exhibida por *P. minimum*; la única diferencia es el hospedero, *Ph. brasiliensis*, que constituye así un nuevo registro mientras que Venezuela representa una nueva localidad. Tal sinonimia incrementa el intervalo de hospederos no ardeidos para *P. minimum* con lo cual se confirma otra vez la baja especificidad hospedatoria del diplostómido.

La especie *P. nanum* fue descrita muy brevemente por Dubois (1937b) a partir de varios ejemplares recolectados de *Butorides viriscens* en Brasil. Dubois (1938a) presentó una descripción más completa de la especie. Perez-Vigueras (1944) describió para Cuba lo que él consideró una nueva especie a la cual llamó *P. antillanum* en *B. viriscens*. Dubois y Perez-Vigueras (1949) escribieron una nota rectificativa sobre algunos estrigeidos de

Cuba y en ella sinonimizaron a *P. antillanum* con *P. nanum*.

Dubois (1970) reunió las descripciones y dibujos de *P. nanum* de Dubois (1937b) y Perez-Vigueras (1944) y aportó en ese trabajo la descripción de la glándula proteolítica bilobulada en la base del órgano tribocítico. Dubois (1937b, 1938a) no la mencionó, Perez-Vigueras (1944) la dibujó y erróneamente señaló que el órgano tribocítico estaba formado por dos lóbulos uno de ellos la glándula proteolítica.

Dubois y Macko (1972) describieron brevemente, sin esquemas, a *P. nanum* en cuatro nuevos hospederos para Cuba: *F. caerulea*, *C. albus*, *N. nycticorax* y *E. thula*.

Ostrowski (1973) realizó un estudio sobre el ciclo biológico experimental de *P. nanum* en Argentina, en el cual infectó pollos y patos con metacercarias tipo *Neascus decemmaculatus* y *Phalloceros caudimaculatus*, obteniendo adultos con ligeras variaciones morfológicas, las cuales fueron asociadas a la edad de los mismos así como al hecho de que el material procedía de infecciones experimentales. La autora relató que las formas adultas habían sido encontradas en *Butorides striatus* e *Ixobrychus involucris* en la misma localidad de donde fueron obtenidos los peces, el Río de La Plata en Argentina.

Al analizar las descripciones de *P. nanum* realizadas por Dubois (1937b, 1938a, 1970), por Pérez-Vigueras (1944), Dubois y Macko (1972) y Ostrowski (1973) se encontró que existe una gran semejanza entre esta especie y *P. minimum*.

La forma y dimensiones del cuerpo así como la mayoría de los órganos y estructuras son muy parecidos, morfométricamente

sus intervalos se encuentran sobrepuestos. Lo mismo sucede con la extensión de las vitelógenas, la relación segmento posterior/segmento anterior, y el número y la dimensión de los huevos. Ostrowski (1973) señaló que existe un incremento considerable de tamaño en las metacercarias, seguido por una reducción en la fase adulta y que esto es común en otros estrigeidos. En el presente estudio existe esta misma situación.

Por las razones anteriormente expuestas, por el hecho de compartir la distribución geográfica así como los hospederos y con base al estudio de nueve ejemplares (Col G.D. N68-69) se decidió considerar a *P. nanum* como sinónimo de *P. minimum*.

Quizas la única diferencia entre ambas, de acuerdo con los resultados de Ostrowski (1973), es la variación en estructuras a nivel de formas larvarias pues la autora describió que la cercaria de *P. nanum* presenta una faringe así como un total de 18 células flamíferas. Se considera que se requiere de un estudio más preciso de estas formas larvarias pues la autora describió la presencia de flamíferas intercalares en el tronco de las cercarias, las cuales no son tomadas en cuenta al describir el patrón de éstas para sus ejemplares. Bedinger y Meade (1967) al estudiar la biología de una nueva cercaria para *P. minimum* discutieron el hecho de que, sobre la base de la descripción de cercarias disponibles para *P. minimum*, parecía que existían diferentes tipos. Los autores asumieron que la mayor parte de la descripción de Miller (1954) era adecuada y que las demás estaban equivocadas; con la que estos autores describen, aparentemente existen dos cercarias para *P. minimum*, una con un total de 20 células flamíferas y otra con 26.

La cercaria de *P. nanum* descrita por Ostrowski (1973) requiere de una profunda revisión y que las estructuras que ella denomina flamíferas intercalares deben de ser consideradas

dentro del patrón que de éstas exhiben sus ejemplares. Por otro lado, las infecciones en los caracoles también son experimentales y a pesar de que existen registros de *P. minimum* en ancilidos (Turner y Beasley, 1982), esta clase de infecciones puede causar determinados tipos de variaciones morfológicas, que en muchas ocasiones han conducido erróneamente al establecimiento de nuevas especies.

Por otra parte, los adultos encontrados por la autora en Argentina a diferentes días postinfección, muestran una variabilidad que se ajusta precisamente al intervalo encontrado en *P. minimum* en el presente trabajo.

En cuanto a la distribución geográfica, habían sido realizados registros de *P. minimum* tanto en la región neártica como en la neotropical y de esta forma las sinonimias propuestas ratifican la conclusión de que *P. minimum* tiene una amplia distribución en el continente americano.

Existen además otras cinco especies dentro del Grupo II que no se encuentran en el continente americano, por lo que *P. minimum* difiere de éstas en cuanto a la distribución geográfica.

P. cuticola es la especie tipo del género, su metacercaria fue conocida casi un siglo antes que su forma sexualmente madura. Nordmann, 1832 encontró quistes en la piel de numerosas especies de ciprínidos en la ex Unión Soviética y las denominó como *Holostomum cuticola*. Diesing, 1850 transfirió la especie de Nordmann a *Distomum*; Kovalevskii, 1902 la incorporó al género *Tetracotyle*; Faust, 1917 la llamó *Diplostomum cuticola* y Hughes, 1927 la nombró *Neascus cuticola* (Sudarikov, 1960).

Ciurea (1930) demostró que *Diplostomum cuticola* era la metacercaria de una especie de tremátodo no descrita,

Neodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832) Ciurea, 1930. Dubois (1936) erigió esta especie como el holotipo del género *Posthodiplostomum*. La distribución geográfica de la especie comprende la región paleártica y se ha encontrado en numerosas especies de ardeidos de países como Rumania, Alemania, Francia, Suiza, Polonia y la ex Unión Soviética.

Al comparar la morfometría entre los ejemplares de *P. cuticola* descritos por Ciurea (1930), Dubois (1938a), Odening y Bockhandt, 1961 y Odening, 1962 (*In* Dubois, 1964), así como el estudio de cuatro paratipos (Col. G.D. L51-54), se concluyó que, en el estado adulto, *P. cuticola* es morfológicamente similar a *P. minimum*; sin embargo, existen tres criterios que permiten considerar como válidas a ambas especies. Uno de ellos se refiere a la distribución geográfica; otro al hábitat y hospederos de la metacercaria; aunque ambas especies presentan una metacercaria tipo *Neascus*, en *P. cuticola* estas larvas se enquistan en la superficie del cuerpo y en la musculatura, formando quistes pigmentados por acumulación de melanina en su interior; en *P. minimum* la metacercaria tiene preferencialmente una localización visceral y los quistes son de color blanco.

El tercer criterio de diferenciación se relaciona tanto con la morfología como con la especificidad hospedatoria de la cercaria, pues aunque en ambas especies existe una cercaria rhabdocaeca, en *P. cuticola* esta larva si presenta esbozos de un intestino así como una faringe y esófago, mientras que en *P. minimum* estas estructuras están ausentes. Además, en el primero el hospedero pertenece a la familia Planorbidae mientras que, en el segundo, los caracoles corresponden a las familias Physidae y Ancylidae.

La fuerte similitud morfológica entre los adultos de *P. minimum* y *P. cuticola* permitió considerar una cercana relación

filogenética a partir muy probablemente de un ancestro común del cual, una especie, *P. cuticola* se dispersó en la región paleártica adaptándose a las especies de hospederos que ahí habitaban, tanto intermediarios como definitivos, mientras que *P. minimum* lo hizo de igual forma en la regiones neártica y neotropical. Esto llevó a la consideración de que, dada la validez del status específico de *P. cuticola*, todas las especies restantes del Grupo II deberían compararse con ésta para establecer su validez o bien su sinonimia, dado que la distribución de *P. cuticola* en Europa y Asia es muy amplia y podrían existir patrones de migración de los hospederos (principalmente los definitivos) que derivaran en la formación de nuevas especies o bien, en variantes morfológicas de esa misma que de igual manera a como se demostró con *P. minimum* en este trabajo, fueran inducidas por el hospedero.

Cabe señalar aquí el gran número de hospederos (peces y aves) en que ha sido registrada la metacercaria y el adulto de *P. cuticola*, de manera muy similar a lo que sucede con *P. minimum* en el continente americano. Es decir, ambas especies muestran su poca especificidad hospedatoria.

Verma, 1936 describió originalmente, sin dibujos, a la especie *Proalaria grayi*, habiéndola recolectado de *Ardeola grayi* en la India. Dubois (1938a) transfirió la especie de Verma al género *Posthodiplostomum* quedando finalmente como *P. grayi* (Verma, 1936) Dubois, 1938. En su trabajo, Dubois comentó que *Proalaria grayi* presentaba todas las características del género *Posthodiplostomum* y ahí la comparó con *P. microscicya* únicamente.

P. grayi es una de las especies congenéricas con mayor número de sinónimos, ocho en total, lo cual le confiere la característica de tener un amplio intervalo de hospederos así como de distribución geográfica. Dubois (1964) señaló que esta

especie se distribuía en India, China y Filipinas y agregó como hospederos definitivos a *Ardeola ibis*, *Botaurus stellaris*, *Ardea cinerea* y *Nycticorax nycticorax*. Además en este trabajo, Dubois comparó a *P. grayi* con una sola especie, *P. cuticola* y mencionó que son diferentes porque en *P. grayi* el segmento anterior es más oblongo, el segmento posterior es más corto (0.17-0.39 por 0.35-0.66 en *P. cuticola*); la ventosa oral es más pequeña en *P. grayi* (0.020-0.050 por 0.048-0.078) al igual que la faringe. asimismo, los distinguió por el límite anterior de las vitelógenas que en *P. grayi* se encuentran a la mitad de la distancia entre el acetábulo y la bifurcación cecal (en *P. cuticola* sobrepasa ligeramente el borde anterior del acetábulo); finalmente los diferenció con base a la distribución geográfica.

Dubois (1978) aportó un nuevo registro de localidad así como de hospederos para *P. grayi*, sin descripción alguna ni dibujos de los ejemplares: *Ardea purpurea* y *Ahytya fuligula* en Israel. *A. fuligula* es considerado por el autor como un hospedero accidental; dado que para Dubois la especificidad hospedatoria es muy importante como criterio taxonómico, cuando se registran adultos en aves no ardeidos, erróneamente las considera como especies accidentales, sin tomar en cuenta que los hábitos alimenticios ictiofagos son un fenómeno ampliamente distribuido en representantes de numerosas familias de aves, e incluso en hospederos de otros grupos de vertebrados.

A pesar de las diferencias propuestas por Dubois (1964) entre *P. cuticola* y *P. grayi*, son muy semejantes e inclusive, la especie es comparable hasta con *P. minimum*, tanto que Dubois (1938a) la había comparado con *P. microscicya* que de acuerdo con la propuesta de este trabajo es sinónimo de *P. minimum*.

Se considera que los caracteres tomados en cuenta por Dubois para separar a *P. grayi* de *P. cuticola* no tienen el

suficiente peso para validar la especie de Verma, 1936, es decir, la forma del segmento anterior, el tamaño del segmento posterior, de la ventosa oral y la faringe, el límite anterior de las vitelógenas y la distribución geográfica son caracteres cuya ligera variación no sustentan la separación específica; en los resultados sobre la variabilidad morfológica intraespecífica (inducida por el hospedero) en *P. minimum* de este trabajo se encontró que las vitelógenas pueden distribuirse, desde sobrepasar el borde anterior del acetábulo, hasta la mitad de la distancia que existe entre el éste y la bifurcación intestinal, con lo cual de hecho se conforma el Grupo II. Es probable que *P. cuticola* presente la misma variabilidad que *P. minimum* y con base en ello se propone a *P. grayi* como sinónimo de *P. cuticola*, respetando la regla de prioridad según el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Un elemento de comparación importante se relaciona con el hecho de que ambas especies se presentaban en las mismas especies de hospederos definitivos y así, la dispersión de la especie pudo tener lugar por medio del patrón migratorio de las aves.

La sinonimia de *P. grayi* con *P. cuticola* incrementa la distribución geográfica de éste último, la cual ya no sólo se restringe a la región paleártica y asiática de la ex Unión Soviética, sino que también lo hace ahora en toda la región oriental.

P. biellipticum fue descrita originalmente por Dubois (1958) sobre la base de dos ejemplares recolectados de *Eutorides striatus* en Brazaville (Africa), representando la única especie del género distribuida en la región etíopiana. En su trabajo Dubois discutió que *P. biellipticum* se parecía a *P. nanum* pero que difería por ser más grande, por la forma de los dos segmentos del cuerpo, por la dimensión más pequeña de la faringe en relación a la ventosa oral y por la distribución geográfica.

Williams (1967) encontró adultos de esta especie, a partir de infecciones experimentales en *Ardeola ibis* en Sierra Leona, también en África, a los cuales denominó equivocadamente como *P. nanum* y discutió ahí que era diferente de *P. biellipticum* por la forma de los dos segmentos, por tener una faringe más pequeña en relación a la ventosa oral y en el hecho de presentar un esófago distinto.

Dubois (1970) consideró que los ejemplares de Williams (1967) eran similares a *P. biellipticum* por lo que fueron sinonimizados. Paperna (obs. inédita In Dubois, 1970) obtuvo experimentalmente adultos de *P. biellipticum* en *Ardea purpurea* en Israel, a partir de larvas obtenidas de *Tilapia nilotica*. En Ghana, Fischthal y Thomas (1968) encontraron la metacercaria de ésta especie a la cual nombraron erróneamente como *P. nanum* en *Epiplatys senegalensis*, *Tilapia zilli*, *Hemichromis fasciatus* y *Heterobranchus longifiliis*, todas enquistadas en hígado y mesentericos.

El estudio de los ejemplares recuperados por Paperna e identificados por Dubois (Col. G.D. T38-39) así como de las metacercarias recolectadas por Fischthal y Thomas (U.S. Nat. Mus. Helm. Coll. Nos. 63170, 63171, 63172, 63173 y 63174) llevaron a considerar que *P. biellipticum* es sinónimo de *P. cuticola* quien como se había señalado, tiene una amplia distribución geográfica.

La comparación morfométrica entre *P. biellipticum* y *P. cuticola* ratifica la sinonimia propuesta, pues sus intervalos se encuentran sobrepuestos. Quizá la única diferencia se presenta en la relación segmento posterior/segmento anterior dado que en *P. biellipticum* el segmento posterior llega a ser más largo que el segmento anterior; sin embargo, este carácter de acuerdo con

los resultados aquí presentados para *P. minimum* también es muy variable, por lo que es posible que algunos ejemplares de *P. cuticola* lo presenten. Además al estudiar los dos ejemplares adultos de *P. biellipticum*, se encontró que este carácter no se presenta de manera constante en la especie.

Así *P. biellipticum* también es sinónima de *P. cuticola*, comparten las mismas especies de hospederos definitivos y como se indicó en el caso de *P. grayi*, es probable que el patrón migratorio de las aves incrementara la dispersión de este diplostómido y así, la distribución de ésta se ha ampliado y además de la región paleártica y oriental, también se encuentra en la etiopiana y se concluye con ello que las ligeras diferencias que existen entre los ejemplares son debidas al efecto del hospedero sobre el parásito.

Existen aún dos especies más que son incluidas en el Grupo II; estas especies se distribuyen principalmente en la región australiana, *P. australe* lo hace exclusivamente en Australia, mientras que *P. linguaeforme* se encuentra en Australia e Indonesia (esta última de acuerdo con las regiones propuestas por Darlington, 1957 ya forma parte de la oriental).

Al analizar las características morfológicas de ambas especies y compararlas con las presentadas por *P. cuticola*, se determinó que *P. linguaeforme* es una especie independiente, mientras que *P. australe* fue asignada como especie inquirienda.

P. australe fue descrita por Dubois (1937b) de manera muy breve, a partir de ejemplares recolectados de *Botaurus poeciloptilus*. Para 1938a, Dubois aportó una descripción completa, presentando dibujos. Dubois y Angel (1972) estudiaron los estrigeidos de aves y mamíferos australianos de la Colección Helminológica de la Universidad de Adelaide y señalaron a seis

especies de aves como hospederos de *P. australe*, estas fueron: *Phalacrocorax sulcirostris*, *Ph. melanoleucas*, *Pelecanus conspicillatus*, *Hydropogone caspia*, *Casmerodius albus*, *Ardea novaehollandiae* y *Nycticorax caledonicus*. A pesar de que en este trabajo no presentaron una descripción detallada ni dibujos de sus ejemplares, ratificaron que las especies del género no son parásitas exclusivamente de Ardeidae, sino que pueden encontrarse en otras familias de aves con hábitos alimentarios similares.

Por su parte, a *P. linguaeforme* la describieron Pearson y Dubois (1985) con base en dos lotes de ejemplares recolectados de *Egretta intermedia* en Java, Indonesia. Los autores consideraron que ésta nueva especie concordaba con la que ellos habían encontrado en Australia (Dubois y Pearson, 1967) a la cual habían denominado como *P. australe*. Discutieron entonces que *P. linguaeforme* difiere de *P. australe* por tener una forma aún más alargada y por el hecho de que, en *P. australe*, los bordes laterales del segmento anterior se encuentran siempre recurvados ventralmente así como también alcanzaban un mayor desarrollo (densidad) de vitelógenas, independientemente del estado de madurez de los ejemplares.

De esta manera, la revisión de las descripciones originales así como el estudio detallado de algunos ejemplares [Col. School Publ. Health Trop. Med. Sydney No. 397 (cuatro ejemplares de *P. australe*), dos especímenes de *P. linguaeforme* (Col. Pearson) así como un ejemplar de esta misma especie (U.S. Nat. Mus. Helm. Coll. No. 78448,] permitió por un lado, validar el status específico de *P. linguaeforme* quien se distingue claramente de *P. cuticola* por presentar un segmento anterior lingüiforme en donde los bordes laterales nunca están recurvados ventralmente; la constricción que divide a los segmentos es indistinta así como también, ambos segmentos presentan la misma anchura, por lo

que el cuerpo en general es netamente alargado.

P. australe es considerada como "especie inquirenda" dado que comparte las características morfológicas con *P. cuticola*; la extensión de las vitelógenas en el segmento anterior, los bordes laterales de éste último recurvados ventralmente así como la relación segmento posterior/segmento anterior y la distancia a la que se encuentra el acetábulo con respecto al borde anterior del segmento anterior, permitieron establecer la gran similitud entre ambas especies. La única diferencia se presenta en la distribución geográfica pues *P. cuticola* se distribuye en las regiones paleártica, oriental y etiopiana, mientras que *P. australe* solo lo hace en la australiana. No obstante, el hecho de que la primera especie tenga una distribución tan amplia, permite señalar que el componente migratorio de las aves podría determinar que *P. cuticola* alcanzara también la región australiana. Así pues, se requiere de estudios posteriores en dicha región geográfica donde sean recolectados ejemplares adultos del diplostómido que sean sujetos a un análisis de variabilidad, como también será importante que se obtengan cercarias y metacercarias para recopilar un mayor número de elementos que permitan refutar o bien ratificar la idea de que *P. cuticola* debe ser considerada como una "especie inquirenda".

Grupo III. Este grupo está formado por cuatro especies, cuyas vitelógenas se distribuyen tanto en el segmento anterior como en el segmento posterior, pero que en el primero tales glándulas se extienden entre el borde posterior del acetábulo y el órgano tribocítico. Incluye a *P. brevicaudatum*, *P. boydae*, *P. oblongum* y *P. pearsoni* (figura 13). La disposición de las vitelógenas en estas especies parece marcar una tendencia dentro de los géneros que conforman la subfamilia, hacia el confinamiento de tales estructuras en el segmento posterior.

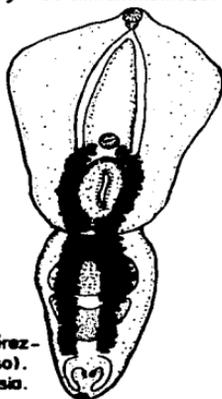


P. boydii Dubois, 1969
Botaurus lentiginosus
Canadá LT= 1.14



P. brevicaudatum
(Nordmann, 1932)
Wisniewsky, 1958.
Botaurus stellaris.
Francia. LT= 1.47
(=*P. impraecipitatum*
Dubois, 1935).

P. ixobrychi (Lung Tsu Pei, 1966) Dubois, 1977.
Ixobrychus cinnamomeus. China. LT= 1.52



Posthodiplostomum sp. Pérez-
Ponce de León (en proceso).
Egretta intermedia. Indonesia.
LT= 0.722



P. oblongum Dubois, 1937
Botaurus poeciloptilus.
Australia. LT= 2.67.

Fig.13 - Especies del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 cuyas glándulas vitelógenas se extienden en el segmento anterior entre el acetábulo y el órgano tribocítico (Grupo III). *P. ixobrychi* representa la única especie del Grupo IV, donde las vitelógenas quedan confinadas al segmento posterior. Los dibujos y la longitud total (LT) corresponden con las descripciones originales.

P. brevicaudatum fue descrita por Nordmann, 1832 como *Holostomum brevicaudatum*, con base en metacercarias tipo *Neascus* que recolectó del ojo de *Perca fluviatilis*. Diesing, 1850 asignó el nombre de *Diplostomum brevicaudatum* y Hughes, 1928 la nombró *Neascus brevicaudatus* (Sudarikov, 1960).

Dubois (1935) describió a *Neodiplostomum impraeputiatum* a partir de adultos recuperados del intestino de *Botaurus stellaris* en Francia. En 1936, Dubois los transfirió a *Posthodiplostomum* quedando como *P. impraeputiatum* (Dubois, 1935) Dubois, 1936. Después de este trabajo, el parásito ha sido redescrito para distintos ardeidos principalmente en la ex Unión Soviética, Polonia y Alemania.

El ciclo biológico de este diplostómido fue estudiado experimentalmente por Wisniewski (1958). En este trabajo, el autor (p.253) estableció que *Holostomum brevicaudatum* Nordmann, 1832 era la metacercaria de *P. impraeputiatum* y con base en la ley de prioridad, la especie finalmente quedó referida como *P. brevicaudatum* (Nordmann, 1832) Wisniewski, 1958.

Entre las especies del Grupo III, *P. brevicaudatum* es muy semejante a *P. oblongum* y a *P. boydae*. La validez específica de la primera es poco probable como se demostrará más adelante, mientras que, de la segunda, *P. brevicaudatum* difiere en cuanto al tamaño del acetábulo con respecto al órgano tribocítico, por la distancia que separa a ambas estructuras, por la posición del acetábulo en el segmento anterior, por la extensión de las vitelógenas en el segmento posterior y por la distribución geográfica.

P. brevicaudatum comparte con *P. cuticola* la distribución geográfica así como a la mayoría de los hospederos intermediarios y definitivos; ambos presentan una metacercaria

tipo *Neascus* y una cercaria rhabdocaeca, sin embargo, existen diferencias morfológicas muy marcadas entre las distintas fases ontogénicas de éstas, como puede observarse en el patrón de células en flama en la cercaria así como la forma general del cuerpo y la distribución de las vitelógenas en el adulto. En *P. brevicaudatum* el nivel anterior de las vitelógenas está entre el órgano tribocítico y el acetábulo (62-75/100) y la relación segmento posterior/segmento anterior es de 0.6-1.5; en *P. cuticola* el nivel anterior de las vitelógenas está por delante del acetábulo (52-65/100) y la relación segmento posterior/segmento anterior es de 0.43-0.94. Así, se ratificó que *P. brevicaudatum* es una especie válida, con una amplia distribución entre los países de Europa así como en la ex Unión Soviética.

P. boydae fue descrita por Dubois (1969) a partir de la recolección de tres ejemplares (uno ovigero con un solo huevo), del intestino de *Botaurus lentiginosus* en el Parque Algonquin, en Ontario Canadá. En este trabajo Dubois señaló que *P. boydae* sólo se parecía a *P. brevicaudatum* como lo hemos referido anteriormente; sin embargo, dijo que diferían por el escaso desarrollo de las vitelógenas en *P. boydae*, por la distancia entre el acetábulo y el órgano tribocítico, por la extensión de las vitelógenas en el segmento posterior y por la distribución geográfica.

Con respecto a *P. minimum*, *P. boydae* comparte la distribución geográfica (neártica) y aparentemente son muy parecidos excepto por tres caracteres que, independientemente del escaso número de ejemplares con que fue descrita, así como el hecho de haber sido registrada en una sola ocasión, permiten validar la existencia de esta especie; tales caracteres son la extensión anterior de las vitelógenas, la posición del acetábulo en el segmento anterior y la relación segmento

posterior/segmento anterior.

Con estos mismos caracteres se distinguió a *P. boydae* de *P. opisthoscicya*, especie descrita por Dubois en el mismo año y en la misma localidad, pero que fuera sinonimizada en este trabajo con *P. minimum*.

Con base en esto y en el estudio del holotipo y paratipos de *P. boydae* (Col. G.D. T53-54), se concluyó que ésta es una especie válida dentro del género, que difiere de aquellas que se distribuyen en la región neártica por la extensión de las vitelógenas y la forma del cuerpo (segmento posterior/segmento anterior). Estos caracteres no caen dentro del intervalo de variabilidad morfológica mostrada por *P. minimum*, motivo por el cual no es posible establecer la sinonimia con ésta última; sin embargo, será muy importante el hallazgo de un mayor número de ejemplares de esta especie en la localidad, lo cual permitirá ratificar su validez.

P. oblongum fue descrita por Dubois (1937b) sobre la base de dos ejemplares unicamente, del intestino de *Botaurus poeciloptilus*. En este trabajo, el autor caracterizó muy brevemente a esta especie como gusanos que median de 2.37 a 2.67 mm; la faringe más larga que la ventosa oral y ésta a su vez, más pequeña que el acetábulo; segmento anterior oblongo; segmento posterior claviforme; límite anterior de las vitelógenas a 76/100 con el límite de éstas en el segmento posterior, a nivel del testículo posterior.

Dubois (1938a, 1970) lo describió más ampliamente, sin embargo, no mencionó la presencia del ovario y en el dibujo del holotipo se puede observar claramente el mal estado del material; en éste, el segmento anterior es alargado y se encuentra doblado. Tales características generalmente se asocian

a un inadecuado proceso de fijación.

El hecho de que la especie hubiera sido descrita a partir de solo dos ejemplares, los cuales se obtuvieron del mismo lote en el que predominaba la especie *P. australe*, el estado aparente del material y el no haberse registrado otra vez en aves de la región desde esa fecha, llevan a considerar a *P. oblongum* como una variante morfológica de *P. australe*, con un desarrollo irregular (contrastando las dimensiones del cuerpo) por lo cual la primera debe ser considerada sinónima de la segunda, esto es debido a que en el trabajo de Dubois (1937a) *P. australe* aparece primero en el texto y respetando la ley de prioridad, *P. oblongum* sería sinónima de *P. australe*. Sin embargo, ha sido señalado ya que *P. australe* es una especie *inquirenda* y por ello, a pesar de que en un futuro esta última pudiera ser considerada como válida, *P. oblongum* caería en sinonimia de igual manera.

Se describió a *P. pearsoni* Pérez-Ponce de León (en proceso) con base en el material recolectado por el Dr. Pearson, del intestino de *Egretta intermedia* en Java, Indonesia. A partir de un lote de ejemplares de este hospedero, Pearson y Dubois (1985) describieron a *P. linguaeforme* sin embargo, entre ese material existían algunos ejemplares con una marcada diferencia respecto a ésta. Pearson (com. pers.) las consideró como dos especies distintas y a partir del estudio de los dos especímenes que él envió, se ratificó la observación.

P. pearsoni Pérez-Ponce de León (en proceso) comparte con *P. australe*, además de la distribución geográfica, la posición media del ovario, pero difiere de esta especie porque los bordes laterales del segmento anterior no están recurvados ventralmente, por la presencia de una constricción muy evidente entre el segmento anterior y el segmento posterior y por la

extensión de las vitelógenas.

También en Indonesia se encuentra *P. linguaeforme* y de hecho forman parte del mismo lote de ejemplares recolectados de *E. intermedia* sin embargo, *P. pearsoni* difiere claramente de ésta porque el ovario es pretesticular y no lateral, por la forma del segmento anterior que en *P. pearsoni* no es tan alargado y se encuentra netamente separado del segmento posterior por una constricción y finalmente, por la forma como se distribuyen las vitelógenas pues en *P. pearsoni*, el nivel anterior de estas se encuentra entre el acetábulo y el órgano tribocítico, constituyendo dos hileras bien delimitadas que rodean al órgano tribocítico, mientras que en el segmento posterior las dos hileras se continúan hasta llegar al borde anterior de la bolsa copuladora. En *P. linguaeforme*, las vitelógenas están más desarrolladas, sobrepasan el borde anterior del acetábulo y en el segmento posterior no forman bandas sino que ocupan prácticamente todo el segmento.

Grupo IV. Este grupo incluye a una sola especie, *P. ixobrychi*, que tiene la característica de que sus vitelógenas se confinan exclusivamente al segmento posterior y marca así una tendencia dentro del género hacia la reducción en la distribución de las vitelógenas (figura 13).

P. ixobrychi fue descrita originalmente como *Choanouvulifer ixobrychi* a partir de ejemplares recolectados del ardeido *Ixobrychus cinnamomeus* en China por Lung-Tsu Pei (1966). En ese trabajo, tanto la especie como el género se describieron por primera vez destacando que las vitelógenas se confinaban exclusivamente al segmento posterior.

Dubois (1977) realizó el movimiento de nueva combinación al incluir la especie de Lung-Tsu Pei en el género

Posthodiplostomum, argumentando, después del estudio de los ejemplares, que la morfología es similar: segmento anterior oval o lanceolado, ventosas poco desarrolladas, situación distal del órgano tribocítico, con glándula proteolítica bilobulada y una bolsa copuladora evaginable conteniendo un cono genital rodeado de un prepucio.

Además, Dubois señaló a *C. ixobrychi* Lung-Tsu Pei, 1956 y *Posthodiplostomum suni* Nguyen, 1969 (China y Vietnam respectivamente) como sinónimos de *P. ixobrychi*, ambos del mismo hospedero. Finalmente el autor discutió que *P. ixobrychi* es la única especie congenérica que tiene la totalidad de las vitelógenas en el segmento posterior, proponiendo una tendencia para la derivación del género *Uvulifer* Yamaguti, 1934 a partir de *Posthodiplostomum* Dubois, 1936, lo cual es consistente incluso con la similitud de sus formas larvarias. Puede encontrarse una explicación en el trabajo de Shoop (1989).

De acuerdo con la clave de Dubois (1970) para las tribus de la subfamilia Diplostomatinae, la tribu Diplostomatini (donde se ubica *Posthodiplostomum*) tienen vitelógenas repartidas en los dos segmentos del cuerpo, mientras que las tribus Crassiphialini y Codonocephalini tienen vitelógenas confinadas al segmento posterior o tendiendo a confinarse en éste. Esto indica la necesidad de modificar las características diagnósticas del género *Posthodiplostomum*.

Los resultados obtenidos por Shoop (1989) le dan consistencia a la idea de que *Uvulifer* derivó filogenéticamente de *Posthodiplostomum*, con base en la tendencia en el segundo a que el segmento posterior se alargue y a que se confinen en éste las vitelógenas. De hecho, en tal trabajo la propuesta de modificar la clasificación de los estrigeidos y los diplostómidos con base en un análisis filogenético, reúne dentro

de la misma subfamilia (Crassiphialinae) a los dos géneros mencionados, a diferencia del esquema clasificatorio de Dubois (1970) quien los agrupa en tribus distintas.

Dubois *In*: Niewiadomska (1973) consideró que la especificidad hospedatoria era resultado de la evolución y que ésta indicaba el paralelismo en la evolución de los parásitos y sus hospederos; la divergencia hacia dos grupos de vertebrados homeotermos (aves y mamíferos) se reflejó en dos tendencias evolutivas: en estrigeidos y diplostómidos de aves, el segmento posterior se ha alargado y las vitelógenas tendieron a concentrarse en él, mientras que en aquellas de mamíferos, el segmento posterior se ha vuelto más corto y las vitelógenas tendieron a ser más abundantes en el segmento anterior, alrededor del órgano tribocítico.

Así, Dubois consideró tales tendencias evolutivas para construir su clasificación sin embargo, Niewiadomska (1973) y Shoop (1989) concordaron en el hecho de que ésta representa una clasificación artificial de derivación polifilética y que, la tendencia a reducir las vitelógenas al segmento anterior (en los parásitos de mamíferos), representa un caso de evolución paralela la cual surgió al menos tres veces y de manera independiente dentro del grupo.

Por otra parte, Shoop (1989) en particular señaló que existe una tendencia en los parásitos de aves altamente derivados, a restringir las vitelógenas en el segmento posterior; al parecer la amplificación de este segmento permitió adecuar el espacio para las vitelógenas, sin necesidad de que éstas se extendieran hacia el segmento anterior. Esto podría explicar efectivamente que el género *Uvulifer* pudiera derivar de *Posthodiplostomum* existiendo evidencias de tal tendencia en la especie *P. ixobrychi* sin embargo, esto deberá ser analizado en

el contexto de las relaciones filogenéticas de los géneros que forman parte de la subfamilia Crassiphialinae (*sensu* Shoop, 1989).

Estas tendencias junto con el valor atribuido a la presencia del órgano tribocítico tuvieron serias consecuencias en la formación de la sistemática de los estrigeidos; Dubois creyó que era posible establecer una sistemática biológica basándose en una combinación de características morfológicas y datos estadísticos sobre la especificidad de los parásitos. Sin embargo, las observaciones biológicas y la morfología de varios estados de desarrollo no fueron tomados en consideración en la sistemática de los estrigeidos. Dubois (1968, 1970) incluyó la morfología de la cercaria como un complemento de las diagnósis genéricas y subgenéricas, pero tales datos junto con los de ciclo biológico no fueron considerados en la concepción sistemática de taxa particulares.

En efecto, Niewiadomska (1973) ha señalado que la concepción de género tiene consecuencias fundamentales para la construcción de la sistemática y para posteriores consideraciones evolutivas. La autora opinó que el género es una unidad convencional que se basa en la estimación subjetiva de los datos obtenidos y así, al establecer criterios de diferenciación genérica, la asignación de caracteres morfológicos y biológicos de todos los estados de desarrollo permitirá estimar en forma más adecuada, el valor taxonómico de la característica utilizada y esto a su vez, ofrecerá una base más sólida para establecer tendencias evolutivas dentro del grupo. Niewiadomska concluyó mencionando que debe aceptarse la concepción de que el género es una unidad taxonómica que incluye una serie de especies con morfología similar en los estados de cercaria, metacercaria y adulto.

Esta idea del género, junto con los datos biológicos (ciclo de vida, adaptaciones, tendencias evolutivas, especificidad hacia hospederos intermediarios y definitivos) permitirá revisar la sistemática así como las teorías sobre la evolución de este grupo de tremátodos.

Con base en la idea anteriormente expuesta, se realizó la revisión del género *Posthodiplostomum* en el presente trabajo, basados en el hecho de que una adecuada selección de caracteres morfológicos y biológicos en los distintos estados de desarrollo (no sólo en los adultos) permitirá establecer una sistemática de los estrigeidos y diplostómidos que exprese mejor las afinidades filogenéticas.

Profundizando en la idea de la autora, a nivel de cercaria, las especies deberán caracterizarse con base en el patrón de células flamigeras (procediendo en todos los casos con un estudio cuidadoso y con un número adecuado de observaciones), el número de glándulas de penetración así como su posición con respecto al acetábulo y la presencia o ausencia de determinados órganos y estructuras como las ventosas, faringe, esófago e intestino.

En las metacercarias, la caracterización de especies deberá tomar en cuenta la forma del segmento anterior y el segmento posterior, la presencia o ausencia de pseudoventosas, la estructura del órgano tribocítico, del plexo paranefridial y del quiste de esta fase larvaria; para los adultos los caracteres son semejantes a los de la metacercaria, agregando la forma y posición de las gónadas, la disposición de las vitelógenas, la estructura de la bolsa copuladora y la posición del poro genital.

De acuerdo con todas las ideas que se plantearon

anteriormente, se modificó la diagnosis del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 a partir de la propuesta de Dubois (1970), pero incorporándola al esquema clasificatorio de Shoop (1989) quien consideró que este género quedó incluido dentro de la subfamilia *Crassiphialinae* la cual, junto con la subfamilia *Neodiplostominae* forman a la familia *Neodiplostomidae*.

Posthodiplostomum Dubois, 1936.

Crassiphialinae con el cuerpo ligera o netamente bisegmentado, segmento anterior plano o ligeramente cóncavo, a veces con los bordes laterales recurvados ventralmente, de forma variable (redondeado, oval o alargado); extremo anterior desprovisto de pseudoventosas; órgano tribocítico bien desarrollado (circular u oval); ventosa oral y acetábulo desarrollados en forma variable; segmento posterior cilíndrico (oval o claviforme), insertado dorsalmente en el segmento anterior.

Ovario de forma oval a redondeada, situado en posición variable, pretesticular, intertesticular, rara vez posttesticular; testículo anterior desarrollado asimétricamente; testículo posterior de forma variable: entero, bilobulado, arrifonado o en forma de V; glándulas vitelógenas distribuidas en ambos segmentos del cuerpo o acumulándose sólo en el posterior. Bolsa copuladora evaginable con un prepucio que rodea al cono genital al cual desemboca un conducto hermafrodita; número de huevos variable, generalmente escasos; poro genital terminal.

Parásitos en estado adulto de aves de nueve familias: *Ardeidae*, *Laridae*, *Threskiornithidae*, *Rhynchopidae*, *Pelecanidae*, *Phalacrocoracidae*, *Anatidae*, *Accipitridae* y *Corvidae*.

Cercaria tipo furcocerca, rhabdocaeca, ocasionalmente con un aparato digestivo rudimentario; acetábulo ausente (o reducido a un cúmulo de células); tres pares de glándulas de penetración, un par preacetabular, dos postacetabulares; un par de manchas oculares pigmentadas; patrón de células en flama variable, con 20, 24 y 26. Hospederos intermediarios: Planorbidae (*Planorbis* spp.), Physidae (*Physa* spp.) y Ancyliidae (*Unanclylus* sp.). Cercaria conocida para *P. minimum*, *P. cuticola* y *P. brevicaudatum*.

Metacercaria tipo *Neascus* (sensu Hughes, 1927). Enquistadas, segmento anterior y segmento posterior bien definidos, sin pseudoventosas; plexo paranefridial desarrollado y compuesto por una red de vasos que contienen corpúsculos calcáreos (la disposición de los vasos y el número de corpúsculos variable). Hospederos: numerosas especies de peces dulceacuicolas. Metacercaria conocida para *P. minimum*, *P. cuticola*, y *P. brevicaudatum*.

Especie tipo:

Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832) Dubois, 1936.
12 especies congénéricas, los sinónimos aparecen entre corchetes.

P. australe Dubois, 1937 [*P. oblongum* Dubois, 1937].

P. boydii Dubois, 1969

P. brevicaudatum (Nordmann, 1832) Wisniewski, 1958. [*Holostomum brevicaudatum* Nordmann, 1832; *Diplostomum brevicaudatum* Diesing, 1850; *Neascus brevicaudatus* Hughes, 1928; *Neodiplostomum impraeputiatum* Dubois, 1935; *P. impraeputiatum* (Dubois) Dubois, 1936.]

P. corvi (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb
[*Nesophorodiplostomum corvi* Wang, 1983].

P. cuticola (Nordmann, 1832) Dubois, 1936. [*Holostomum cuticola* Nordmann, 1832; *Diplostomum cuticola* Diesing, 1850;

Tetracotyle cuticola Kovalevskii, 1902; *Diplostomum cuticola* Faust, 1917; *Neascus cuticola* Hughes, 1927; *Neodiplostomum cuticola* (Nordmann) Ciurea, 1930; *Proalaria grayi* Verma, 1936; *Posthodiplostomum grayi* (Verma, 1936) Dubois, 1938; *Neodiplostomum larai* Refuerzo y García, 1937; *Posthodiplostomum larai* (Refuerzo y García, 1937) Dubois, 1938; *Posthodiplostomum botauri* Vidyarti, 1938; *Pharyngostomum bugulum* Lal, 1939; *Neodiplostomum bugulum* (Lal, 1939) Bahlerao, 1942; *Posthodiplostomum duboisi* Rao, 1957; *Mesophorodiplostomum cheni* Yang, 1959; *Posthodiplostomum cheni* (Yang, 1959) Odening, 1962; *Posthodiplostomum grayi* (Verma, 1936) Dubois, 1938; *Posthodiplostomum biellipticum* Dubois, 1958.

P. giganteum Dubois, 1988.

P. grande (Diesing, 1850) Dubois, 1936. [*Diplostomum grande* Diesing, 1850].

P. ixobrychi (Lung Tsu Pei, 1966) Dubois, 1977. [*Choanouvulifer ixobrychi* Lung Tsu Pei, 1966; *P. suni* Nguyen, 1969].

P. linguaeforme Pearson y Dubois, 1985. [*P. australe* Dubois y Pearson, 1967].

P. methai Gupta y Mishra, 1974

P. minimum (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 [*Diplostomum minimum* MacCallum, 1921; *Neascus vancleavei* Hughes, 1928; *Neodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936; *N. orchilongum* Noble, 1936 *P. orchilongum* (Noble, 1936) Dubois, 1937; *P. prosostomum* (Dubois y Rausch, 1948) Dubois, 1952; *P. opisthosicya* Dubois, 1969; *P. microsicya* Dubois, 1936; *P. macrocotyle* Dubois, 1937; *onchogaster obesum* Lutz, 1928; *Neodiplostomum obesum* (Lutz, 1928) Dubois, 1938; *P. obesum* (Lutz, 1928) Dubois, 1977; *P. antillanum* Pérez-Vigueras, 1944; *P. nanum* Dubois, 1937].

P. pearsoni Pérez-Ponce de León (en proceso).

CLAVE PARA LA DETERMINACION DE LAS ESPECIES DEL GENERO
Posthodiplostomum DUBOIS, 1936.

- 1.- Vitelógenas confinadas al segmento posterior *P. ixobrychi*
- Vitelógenas distribuidas en los dos segmentos del cuerpo..... 2
- 2.- Extensión anterior de las vitelógenas a nivel de la bifurcación cecal y la faringe..... 3
- Extensión anterior de las vitelógenas distinta a la anterior..... 6
- 3.- Segmento anterior más ancho que largo, testículos bilobulados, cono genital rodeado por un esfínter.
- P. grande*
- Segmento anterior más largo que ancho, testículos de forma variable, cono genital desprovisto de esfínter..... 4
- 4.- Longitud total > 4 mm; relación segmento posterior/anterior (SP/SA) = 0.36, gran cantidad de huevos en el útero (+100). Región neotropical
- P. giganteum*
- Longitud total < 2 mm, SP/SA = 0.49-1.01, huevos poco numerosos (-100) Región Oriental..... 5
- 5.- Organó tribocítico muy desarrollado.
 SP/SA = 1-1.01. Huevos 0.080 x 0.025-0.076.
- P. methai*
- Organó tribocítico poco desarrollado, de igual tamaño que el acetábulo. Acetábulo y ventosa oral desarrollados. SP/SA = 0.49. Huevos: 0.105-0.108 x 0.070-0.077.

P. corvi

- 6.- Extensión anterior de las vitelógenas desde el borde anterior del acetábulo hasta la mitad de la distancia que existe entre éste y la bifurcación cecal..... 7
- Extensión anterior de las vitelógenas desde el borde posterior del acetábulo hasta el borde anterior del organo tribocítico 9
- 7.- Segmento anterior aplanado, lingüiforme. Bordes laterales de este segmento nunca recurvados ventralmente. Segmento anterior y posterior con la misma anchura. SP/SA = 0.58-0.68. Región Oriental y Australiana.

P. lingueiforme

- Segmento anterior aplanado, redondeado, oval o alargado. Bordes laterales de este segmento recurvados ventralmente o no. Segmento anterior siempre más ancho que el posterior..... 8
- 8.- Segmento anterior aplanado, redondeado o alargado, bordes laterales del segmento anterior generalmente no recurvados ventralmente. SP/SA = 0.133-1.250; distancia del inicio de las vitelógenas al borde anterior del segmento anterior (DVitSA) = 30-80/100; distancia del acetábulo al borde anterior del segmento anterior (DACSA) = 49-95/100. Metacercaria *Neascus* con localización visceral en peces dulceacuícolas, ocasionalmente en músculo, quistes blanquecinos. Cercaria rhabdoecaeca, sin aparato digestivo, parásitos de *Physidae* y *Ancyliidae*. Regiones Neártica y Neotropical

P. minimun

- Segmento anterior aplanado, redondeado u oval, con los bordes laterales recurvados ventralmente en la mayoría de los casos. SP/SA = 0.43-0.86; DVitSA = 54-65/100, DACSA = 60-62/100. Metacercaria *Neascus* con localización en la superficie del cuerpo de peces dulceacuicolas, quistes pigmentados. Cercaria *Rhabdocaeca* con aparato digestivo rudimentario, parásitos en Planorbidae. Región Paleártica y Oriental

P. cuticula

- 9.- Segmento anterior de 2.6 a 3.7 veces más largo que ancho. Segmento posterior claviforme. Distancia del ovario al borde anterior del segmento posterior de 0.241 a 0.295. SP/SA = 0.96-1.41. DACSA= 65-71/100. DVitSA = 71/100. Región Neártica.

P. boydae

- Segmento anterior de 1.7 a 1.9 veces más largo que ancho. Segmento posterior cónico a claviforme. DACSA = 47-57/100

10

- 10.-Vitelógenas alcanzando el borde posterior del acetábulo. Distancia del ovario al borde anterior del segmento posterior de 0.013 a 0.017 SP/SA = 0.52-0.75. DVitSA = 51-61/100. DACSA= 53-55/100. Región Oriental

P. pearsoni

- Vitelógenas sobrepasando ligeramente al borde anterior del órgano tribocítico. Distancia del ovario al borde anterior del segmento posterior de 0.238 a 0.442. SP/SA = 0.65-1.5. DVitSA = 62-75/100. DACSA = 47-57/100. Región Paleártica.

P. brevicaudatum

VI. EPIZOOTIOLOGIA DE LA POSTODIPLSTOMIASIS.

1. RESULTADOS.

1.1. Muestreo prospectivo.

En octubre y diciembre de 1989 se recolectaron 337 peces donde estuvieron representadas la mayoría de las especies endémicas del cuerpo de agua. Este muestreo permitió determinar que las poblaciones de tres de las diez especies de peces endémicos en éste se encuentran sumamente mermadas dada su escasez relativa en términos de abundancia. Con base en esto, se decidió enfocar el presente estudio a las siete especies restantes, quienes tenían mayor probabilidad de ser encontradas en los muestreos subsiguientes.

A todos los peces se les practicó un examen helmintológico cuyos resultados aparecen referidos en la tabla 8, donde se observa que la postodiplstomiasis es un padecimiento ampliamente distribuido pues se encontró en las siete especies de peces.

En dicha tabla se muestran dos parámetros de la infección para cada uno de los hábitats donde fueron encontradas las metacercarias. En los aterinidos, las formas larvarias se alojan en cinco hábitats, mientras que en goodeidos lo hacen en dos y en ciprinidos solo en uno. Con base en la prevalencia y la abundancia, se observa que el hígado es el hábitat preferentemente parasitado en todas las especies, excepto para la "acámara" pues se recobró tan solo una metacercaria del mesenterio; en el hígado de los hospederos la infección con *P. minimum* presenta valores de prevalencia que fluctúan entre el 42.3 y 98.2%, mientras que para la abundancia, varían entre 2 y 58.4 metacercarias por hígado analizado. Es pertinente aclarar

Tabla 8. Análisis prospectivo realizado en octubre y diciembre de 1989 en siete especies de peces endémicas del Lago de Pátzcuaro, Mich.

HOSPEDERO	HIGADO (%/Ab)	MUSCULO [*] (%/Ab)	MESENTERIO (%/Ab)	OJO (%/Ab)	CEREBRO (%/Ab)
Atherinidae					
<i>Ch. estor</i> (57)	98.2/58.4	92.9/34.9	21/0.38	59.6/3.9	7.0/0.12
<i>Ch. attenuatum</i> (35)	94.2/57.6	28.5/2.0	8.5/0.17	22.8/0.5	5.7/0.8
<i>Ch. grandocule</i> (47)	57.4/2.0	27.6/0.9	4.2/0.04	12.7/0.2	4.2/0.04
Goodeidae					
<i>G. atripinnis</i> (58)	84.4/14.6	-----	12.0/0.56	-----	-----
<i>A. robustus</i> (57)	89.4/30.7	-----	22.8/10.3	-----	-----
<i>N. diazi</i> (42)	42.3/6.0	-----	37.0/14.1	-----	-----
Cyprinidae					
<i>A. lacustris</i> (30)	-----	-----	3.3/0.03	-----	-----

(%) . Prevalencia de la Infección

(Ab) Abundancia de la Infección

(*) . Los valores indican metacercarias por gramo de tejido.

que en los atherinidos, la abundancia en la musculatura representa el número de larvas por hospedero analizado considerando un gramo de tejido en cada uno de ellos, siempre obtenido de la misma región del pez.

1.2. Hábitat específico de las metacercarias.

Una vez establecida la presencia de las metacercarias de *P. minimum* en siete especies de peces endémicos, ocupando diversos tejidos en cada una de ellas, se analizó el comportamiento de la helmintiasis tomando en cuenta dos muestreos, uno que representara a la época de sequía (febrero), la cual oscila entre noviembre y abril y otro que representara a la de lluvias (agosto), que va de mayo a octubre; el tamaño de muestra establecido puede apreciarse en la tabla 9.

Tabla 9. Tamaño de muestra por especie de hospedero y por periodo climático en el Lago de Pátzcuaro, Mich. durante 1990.

HOSPEDERO	SEQUIA (FEBRERO)	LLUVIAS (AGOSTO)	TOTAL
Atherinidae			
<i>Chirostoma estor</i>	42	50	92
<i>Ch. attenuatum</i>	50	50	100
<i>Ch. grandocule</i>	50	50	100
Goodeidae			
<i>Goodea atripinnis</i>	54	50	104
<i>Allophorus robustus</i>	51	50	101
<i>Neophorus diazi</i>	49	48	97
Cyprinidae			
<i>Algansea lacustris</i>	50	50	100
TOTAL	346	348	694

A partir de la cuantificación de las metacercarias en los diferentes tejidos de sus hospederos, se analizó la preferencia por el hábitat (tabla 10). En esta tabla, se presentan los resultados obtenidos en cuanto al número de metacercarias recolectadas y la prevalencia de la infección en los cinco hábitats en los que se registró su presencia: cerebro, ojos, mesenterios, músculo e hígado, tomando en cuenta la totalidad de la muestra de cada especie, es decir, reuniendo los datos de ambos periodos climáticos. Asimismo, en la tabla se observa que tanto el número de metacercarias como la prevalencia de la infección, son mayores para el hígado de todas las especies de hospederos estudiados, excepto para el caso del único ciprínido endémico de este cuerpo de agua, donde la infección se da exclusivamente en mesenterio.

Este comportamiento es presentado gráficamente en la fig. 14, donde se reunió a la totalidad de los peces analizados y se expresó la prevalencia de la infección en cada uno de los hábitats. En esta figura, se muestra que la postodiplostomiasis en los peces endémicos del lago de Pátzcuaro constituye un padecimiento principalmente hepático.

Por otra parte, se analizó el comportamiento de la infección en cuanto a la preferencia de hábitat tomando en cuenta dos aspectos importantes, el primero referente a las familias de hospederos (excluyendo a la familia Cyprinidae) es decir, comparando al conjunto de especies que conforman a cada una de las familias y el segundo, con relación a la manera en que se distribuye la infección en ambos periodos de muestreo, reuniendo para cada uno de ellos a las seis especies de hospederos.

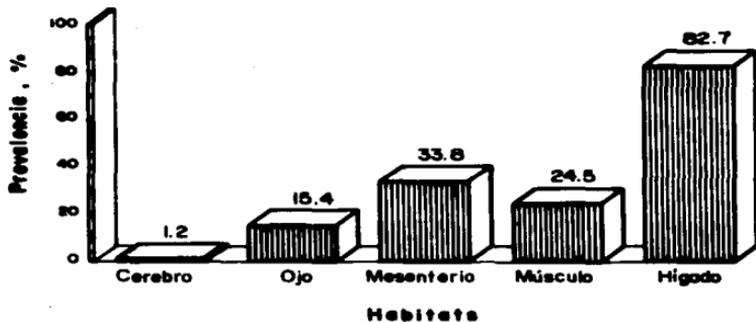


Fig.14- Habitat específico de las metacercarias de *P. minimum* en la muestra total de hospederos. Se indica la prevalencia de la infección de cada habitat.

Tabla 10. Hábitat específico de las metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* en siete especies de peces endémicos del Lago de Pátzcuaro, Mich.

HOSPEDERO	HIGADO (#/%)	MUSCULO* (#/%)	MESENTERIO (#/%)	OJO (#/%)	CEREBRO (#/%)
Atherinidae					
<i>Chirostoma estor</i>	7029/84.7	4142/72.8	16/14.1	125/36.9	4/4.3
<i>Ch. attenuatum</i>	11721/98.0	1341/39.0	169/46.0	83/33.0	2/2.0
<i>Ch. grandocula</i>	598/77.0	881/40.0	6/4.0	29/14.0	1/1.0
TOTAL ATERINIDOS	19348/86.6	6334/50.0	191/21.5	237/27.7	7/2.4
Goodeidae					
<i>G. atripinnis</i>	432/74.0		160/50.0		
<i>A. robustus</i>	7994/79.1		136/32.7	4/3.9	
<i>N. diazi</i>	298/56.7		347/51.5	8/7.2	
TOTAL GOODEIDOS	9468/78.8		751/46.0	12/3.6	
Cyprinidae					
<i>A. lacustris</i>			28/10.0		

(#). No. de metacercarias recolectadas

(%). Prevalencia de la infección

(*). Los valores indican número de larvas por gramo de tejido.

La fig. 15. representa la primera situación, donde se nota que en la familia Atherinidae, las metacercarias de *P. minimum* ocupan los cinco hábitats posibles, mientras que en la familia Goodeidae, tan sólo ocupan tres; sin embargo, el hígado continuó siendo el hábitat preferencial de las larvas para ambas familias.

Finalmente, en la fig. 16 se muestra el comportamiento de la postodiplostomiasis en ambos periodos climáticos, reuniendo en cada uno de ellos, a las metacercarias de cada hábitat del total de hospederos analizados. Se observa que la mayor cantidad la exhibe el hígado para ambos periodos, en cantidades muy superiores a las que se registraron en los cuatro hábitats restantes. Esto permite reiterar que el hígado constituye el hábitat específico de las metacercarias de *P. minimum* en seis de las siete especies de peces endémicos del área de estudio y de esta forma, podemos proponer este patrón de distribución como una generalización para las poblaciones de peces que habitan en el lago.

1.3. Caracterización de la helmintiasis.

La forma como se comporta la postodiplostomiasis entre las diferentes especies de peces endémicos del Lago de Pátzcuaro se presenta en la tabla 11, donde aparecen los valores de los parámetros ecológicos de la infección tanto por especie de hospedero como para el conjunto de especies de las familias Atherinidae y Goodeidae, siendo pertinente señalar que constituyen la infección en el hígado de sus hospederos excepto para el caso de la "acómara", de acuerdo con lo señalado en el rubro anterior. En dicha tabla se observa que el "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* y la "chegua" *Allophorus robustus* son los hospederos más importantes, pues ambos alcanzan prevalencias del 98%, con una abundancia de 117.2 metacercarias por hígado

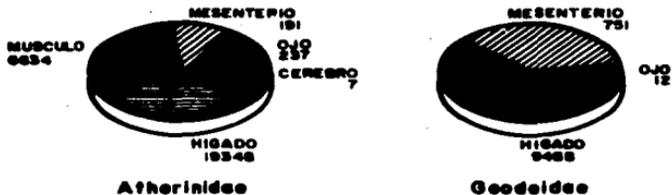


Fig.15- Hábitat específico de las metacercarias de *P. minimum* para las especies que incluyen la familia Atherinidae y Godeidae. Se indica el número de larvas recolectadas en cada hábitat.



Sequía (Febrero)



Lluvias (Agosto)

Fig.16- Hábitat específico de las metacercarias de *P. minimum* por cada período climático en el Lago de Patzcuaro. Se indica el número de larvas en cada habitat, reuniendo a todas las especies en cada período.

Tabla 11. Características epizootiológicas de la postodiplostomiasis en siete poblaciones de peces endémicos del Lago de Pátzcuaro, Mich.

HOSPEDERO	PE	PP	MR (#)	P (%)	AB (\bar{x})	IP (\bar{x})	II
ATHERINIDAE							
<i>Chirostoma estor</i>	92	78	7029	84.8	74.4	90.1	2-615
<i>Ch. attenuatum</i>	100	98	11721	98.0	117.2	119.6	1-464
<i>Ch. grandocule</i>	100	77	598	77.0	5.9	7.8	1-83
TOTAL ATERINIDOS	292	253	19348	86.6	66.3	74.5	1-615
GOODEIDAE							
<i>Goodea atripinnis</i>	104	85	1176	81.7	11.3	13.8	1-114
<i>Allophorus robustus</i>	101	99	7994	98.0	79.1	80.7	1-502
<i>Neophorus diazi</i>	97	55	298	56.7	3.0	5.4	1-32
TOTAL GOODEIDOS	302	239	9468	79.1	31.4	39.6	1-502
CYPRINIDAE							
<i>Algansea lacustris</i>	100	10	28	10.0	0.3	2.8	1-12
TOTAL	694	499	28844	71.9	41.7	59.8	1-616

PE. Peces Examinados; PP. Peces Parasitados; MR. Metacercarias recolectadas; P. Prevalencia; AB. Abundancia; IP. Intensidad Promedio; II. Intervalo de Intensidad. (*) La infección en "acumara" corresponde al mesenterico, para el resto, al hígado exclusivamente.

analizado en el primer caso y 79.1 para el segundo; ésto es resultado del número de parásitos que se encontraron, 11,721 en *Ch. attenuatum* y 7,994 en *A. robustus*.

En las figs. 17 y 18, se muestra esta situación; con respecto a la prevalencia, se nota que, exceptuando a la "acumara", este parámetro tiende a mantenerse muy alto, con valores que oscilan entre 56.7 y 98% (fig. 17).

Por otra parte, considerando a la abundancia, en la fig. 18 se observa que existen dos grupos de especies, uno donde la infección es relativamente alta, el cual está representado por *Ch. attenuatum*, *A. robustus* y *Ch. estor* y otro grupo donde el mismo parámetro presenta valores inferiores a 12 metacercarias por hígado analizado, incluyéndose aquí a *G. atripinnis*, *Ch. grandocule* y *N. diazi*.

De igual forma, *Algansea lacustris* muestra valores poco significativos pues la abundancia de la infección en este hospedero no alcanza ni siquiera la unidad (0.3 metacercarias por pez revisado).

Con base en ésto, el análisis que se presentará a continuación excluyó a la "acumara", dado que como se indicó, la infección por metacercarias de *P. minimum* en este hospedero es poco frecuente, con una intensidad muy ligera y ocurre en un solo hábitat (mesenterio), constituyendo por lo tanto una infección esporádica que no llega a tener un papel importante en el establecimiento del sistema parásito-hospedero en el área de estudio.

Un análisis detallado de la forma como se comporta la helmintiasis en la población de hospederos con relación a la abundancia, es mostrado en la fig. 19, donde se observa la

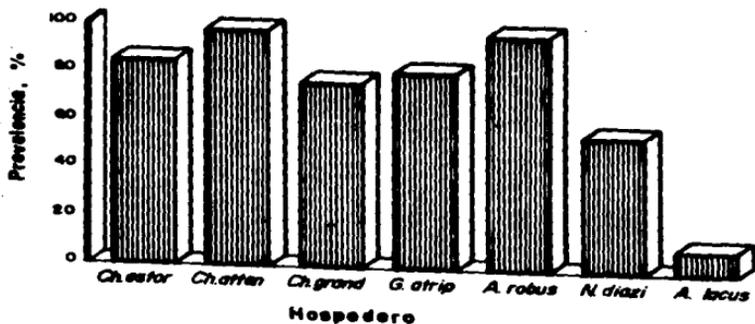


Fig.17- Caracterización de la Postodiplostomiasis. Prevalencia de la infección con respecto a cada una de las especies de peces endémicas.

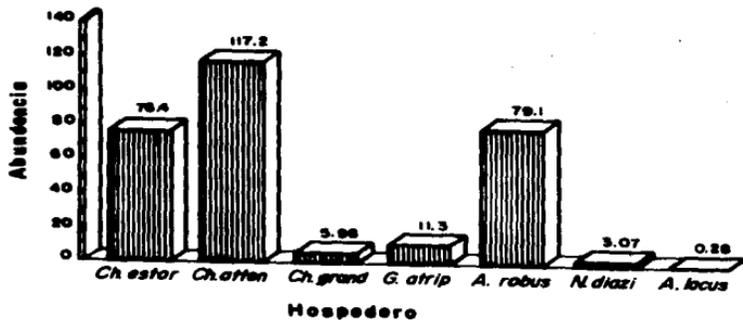


Fig.18- Caracterización de la Postodiplostomias. Abundancia de la infección respecto a cada una de las especies de peces endémicas.

proporcionalidad del parámetro tanto para aterinidos como para goodeidos en los dos periodos de colecta (sequía y lluvias), con lo cual se muestra la forma en la que la postodiplostomiasis está distribuida entre las poblaciones de hospederos por un lado, y por el otro, su variación en el tiempo. Asimismo, en esta figura se observa un comportamiento semejante al ya referido en cuanto al hecho de que, para ambos periodos climáticos, existen dos grupos, uno representado por el "charal prieto", la "chagua" y el "pescado blanco" con abundancias superiores a 57 metacercarias por pez revisado, y otro grupo de menor importancia, con abundancias inferiores a 18 metacercarias por pez analizado, conformado por el "tiro", el "charal blanco" y el "choromu".

Una vez descrito el comportamiento de la infección de manera general, con base a la prevalencia y abundancia, se realizaron pruebas de hipótesis para demostrar si las diferencias observadas eran significativas, considerando en todos los casos al número de metacercarias; previamente se analizó el patrón de distribución de las infrapoblaciones de *P. minimum* en sus hospederos con el fin de elegir aquellas pruebas acordes con las características de dicha distribución.

En la fig. 20, se presenta la distribución de frecuencias de las metacercarias de *P. minimum* en sus diferentes hospederos; dicha figura considera la distribución del parásito en seis especies de peces, ya que se retiró del análisis a la "acómara"; los histogramas de frecuencia se realizaron a partir de los datos obtenidos de la infección hepática exclusivamente y expresa los resultados para la muestra total (fig. 20A), en el muestreo de la época de sequía (fig. 20B) y la de lluvias (fig. 20C). Cabe señalar que los histogramas para cada infrapoblación, de cada periodo climático, a pesar de que no se muestran, exhibieron en general una forma similar a la figura 20.

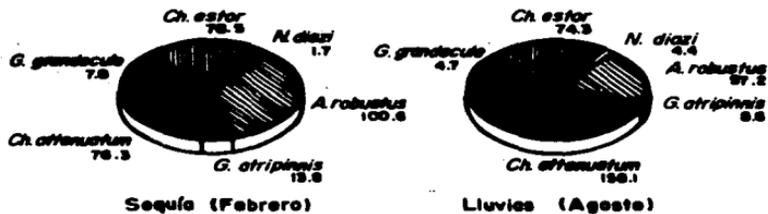


Fig. 10- Caracterización de la Postodiplostomias. Abundancia de la infección para seis especies de hospederos, en el período de sequía y en el de lluvias.

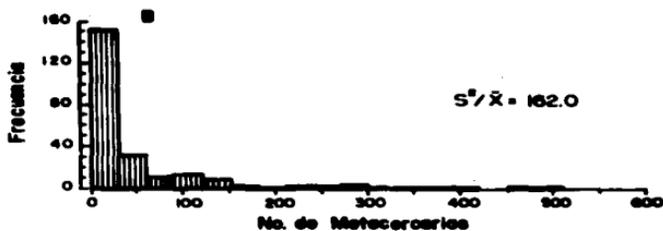


Fig.20-Distribución de Frecuencias para el número de metacercarias en el hígado de sus hospederos. A- en la muestra total, B- en la época de sequía y C- en la época de lluvias. Se indica el valor del cociente S^2 / \bar{X} .

El patrón de distribución observado, junto con el valor del cociente varianza/media (s^2/\bar{x}) expresado en cada uno de los histogramas indica que dicho patrón corresponde a un tipo de distribución sobredispersa o agregada, donde la mayoría de los hospederos no presentan parásitos o bien los presentan en forma escasa, mientras que pocos hospederos presentan muchos parásitos. Para ratificar ésto, se obtuvo dicho cociente para cada una de las infrapoblaciones, siendo en todos los casos superior a la unidad, con valores que oscilaron entre 10.19 en el caso de *Ch. grandocule* y 132.2 para *A. robustus*, se demostró con ello un fuerte grado de agregación en la mayor parte de los hospederos.

Con base en lo anterior, se aplicaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney considerando un nivel de confiabilidad en todos los casos menor al 0.05 ($p < 0.05$). En primer término se demostró que existen diferencias significativas en la infección con *P. minimum* entre los miembros de la familia Atherinidae y los de la familia Goodeidae, para cada uno de los periodos climáticos (Mann-Whitney $Z=4.72$, $p < 0.05$ para la época de sequía y $Z=2.05$, $p < 0.05$ en lluvias). Los resultados de ésto son visualizados en la figura 21 mediante los diagramas de cajas en paralelo, donde se observa que los atherinidos son más importantes en el establecimiento de la relación parásito-hospedero en el lago.

Asimismo, se probó que entre las distintas especies de hospederos, las diferencias en el número de metacercarias son significativas en ambos periodos climáticos (Kruskal-Wallis $H=133.4$, $p < 0.05$ y $H=159.2$, $p < 0.05$). Los diagramas de cajas en paralelo expresados en la fig. 22, ratifican la existencia de dos grupos de especies (fig. 18).

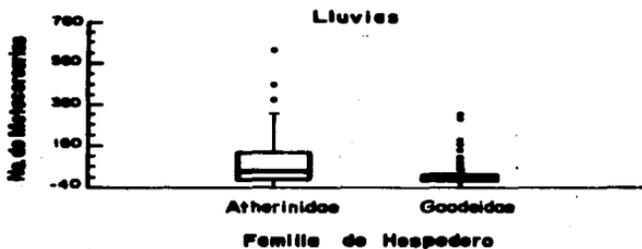
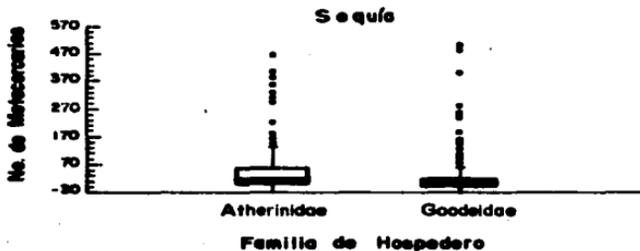


Fig.21 - Diagramas de Cajas en Paralelo para visualizar las diferencias observadas en la infección con metacercarias de *P. minimum* en el hígado entre las familias de hospederos, para cada uno de los períodos climáticos considerados.

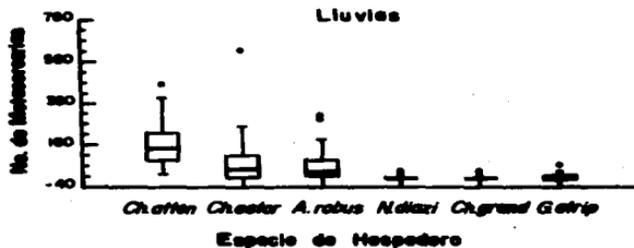
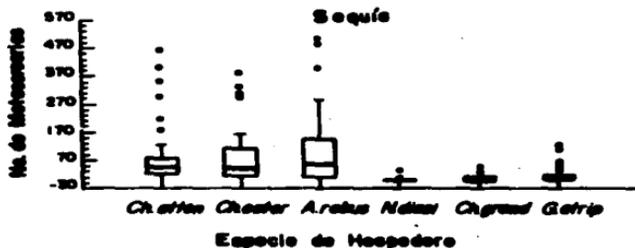


Fig. 22 - Diagramas de Cajas en Pareto para visualizar las diferencias observadas en la infección con metacercarias de *P. minimum* entre seis especies de hospederos, para cada uno de los períodos climáticos considerados.

Posteriormente se probó si existían diferencias para cada infrapoblación, entre el periodo de sequía y el de lluvias. Los resultados están contenidos en la tabla 12, donde se muestra el valor del análisis estadístico de Mann-Whitney para cada una de ellas. En esta tabla se observa que cuatro de las seis especies de hospederos considerados, muestran una diferencia en cuanto al número de metacercarias que los parasitan entre el periodo de sequía y el de lluvias. Sin embargo, los datos expresados en la tabla 12 indican que, aunque la diferencia existe, no refleja una tendencia homogénea en el comportamiento de la infección puesto que en *Ch. attenuatum* y *N. diazi* la diferencia involucra un incremento en el número de metacercarias de la época de sequía a la de lluvias, mientras que en *A. robustus* y *G. atripinnis* el comportamiento es a la inversa es decir, existe un decremento en la infección entre ambos periodos.

Tabla 12. Prueba de Mann-Whitney para demostrar si las diferencias observadas son significativas para cada infrapoblación de *P. minimum* entre la época de sequía y la de lluvias ($P < 0.05$).

INFRAPOBLACION/HOSPEDERO	Z	
<i>Chirostoma attenuatum</i>	5.4	sign.
<i>Ch. estor</i>	1.5	No sign.
<i>Ch. grandocule</i>	0.6	No sign.
<i>Allophorus robustus</i>	3.3	sign.
<i>Goodea atripinnis</i>	3.8	sign.
<i>Neophorus diazi</i>	3.6	sign.

1.4. Relación parásito-hospedero.

El análisis de la relación parásito-hospedero que se presenta en este capítulo incluye una descripción del

comportamiento de la postodiplostomiasis considerando dos parámetros importantes del hospedero, la talla (expresada como longitud patrón) y el sexo.

Con respecto a la talla, todos los ejemplares de cada especie de hospedero fueron separados en tres clases de tamaño (chicos, medianos y grandes) tomando en cuenta el intervalo presentado en cada una de ellas. Es pertinente aclarar que las tres clases no representan edades de los peces, únicamente constituyen clases de tamaño.

La forma como se relaciona la longitud patrón de los hospederos con el número de metacercarias en el hígado de seis especies de peces es presentado en las figs. 23 y 24. En la primera se muestra el comportamiento en las tres especies de atherínidos, donde se observa un patrón relativamente uniforme en cuanto a la cantidad de metacercarias que encontramos en los peces de las tres clases de tamaño.

Por otra parte, en la fig. 24 están representadas las tres especies de goodeidos y en términos generales, se observa que la carga parasitaria en la clase de peces chicos es menor a la de los peces medianos y las de estos a su vez, a la de los peces grandes.

Para determinar si efectivamente se presenta un patrón en la infección entre las diferentes clases de edad del hospedero y la cantidad de metacercarias de *P. minimum*, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados de esta prueba, mostrados en la tabla 13, son visualizados mediante los diagramas de cajas en paralelo en las figs. 25 y 26, para la familia Atherinidae y Goodeidae respectivamente.

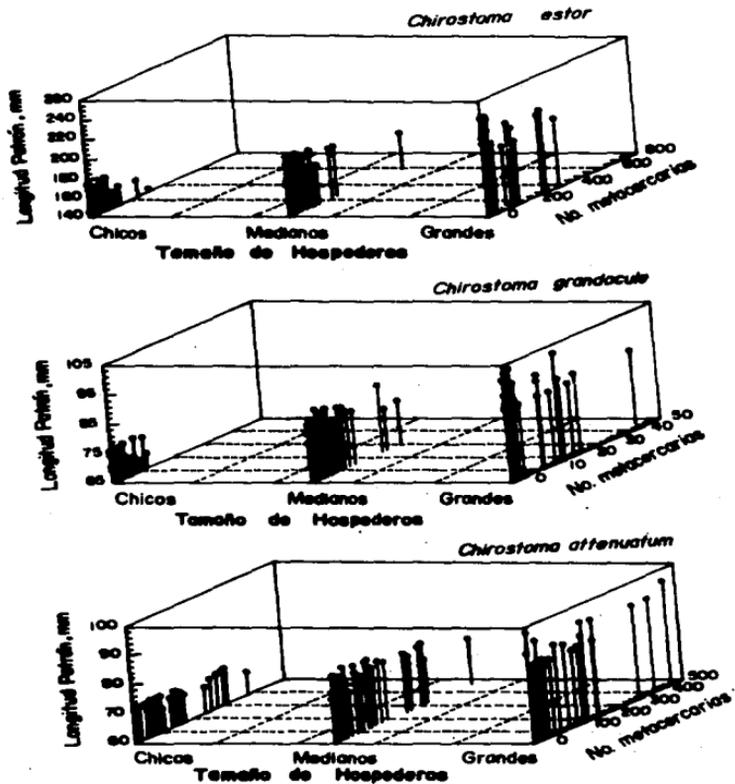


Fig. 23.-Relación Parásito-Hospedero. Número de metacercarias de *P. minimum* en tres clases de tamaño (longitud patrón) de las especies de hospederos de la familia Atherinidae.

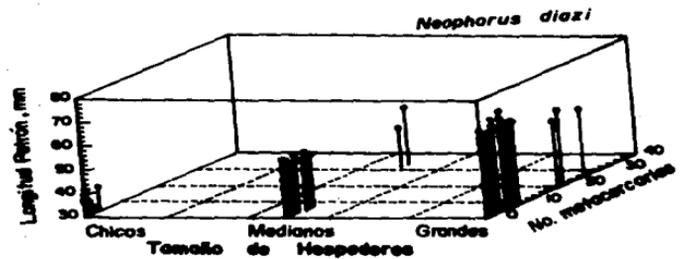
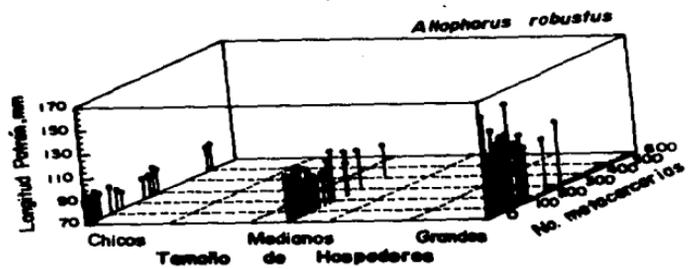
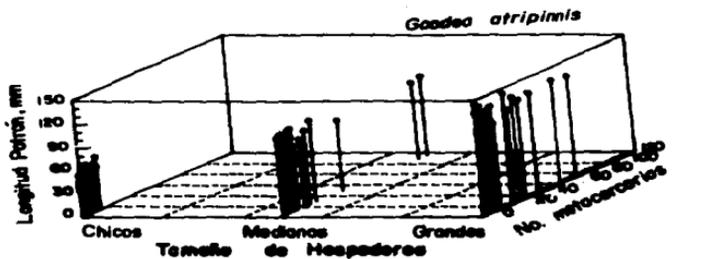


Fig.24 - Relación Parásito - Hospedero. Número de metacercarias de *P. minimum* en tres clases de tamaño (longitud patrón) de las especies de hospederos de la familia Godeidae.

Tabla 13. Prueba de Kruskal-Wallis para demostrar si las diferencias observadas en el número de metacercarias de *P. minimum* entre las clases de longitud patrón de los hospederos son significativas ($P < 0.05$).

HOSPEDERO	N	α	
<i>Chirostoma estor</i>	0.8	0.66	No sign.
<i>Ch. attenuatum</i>	3.8	0.14	No sing.
<i>Ch. grandocule</i>	1.5	0.46	No sign.
<i>Allophorus robustus</i>	13.2	1.3×10^{-3}	Sign.
<i>Neophorus diazi</i>	8.0	0.01	Sign.
<i>Goodea atripinnis</i>	20.5	3.4×10^{-5}	Sign.

Esta tabla muestra que las tres especies de goodeidos presentaron una diferencia significativa entre las tres clases de tamaño; analizando la fig. 26, se nota que en general, existe un incremento en el número de metacercarias a medida que los peces aumentan de tamaño y, aunque en apariencia tal incremento es ligero, la prueba indicó, que efectivamente este es significativo. En el caso de los aterinidos, la infección con metacercarias de *P. minimum* no se incrementó de acuerdo con el tamaño de los mismos sino que desde las tallas pequeñas, los peces son susceptibles de ser parasitados (tabla 13, fig. 25).

Con respecto a la prevalencia de la infección, la tabla 14 muestra que, entre las tallas de los distintos hospederos, no se presenta una tendencia definida. Solo en *Ch. attenuatum* y *A. robustus* existe un incremento conforme a la edad sin embargo, éste es muy ligero ya que entra, para ambas especies, en el intervalo de prevalencia del 95 al 100%. En *Ch. estor* existe una

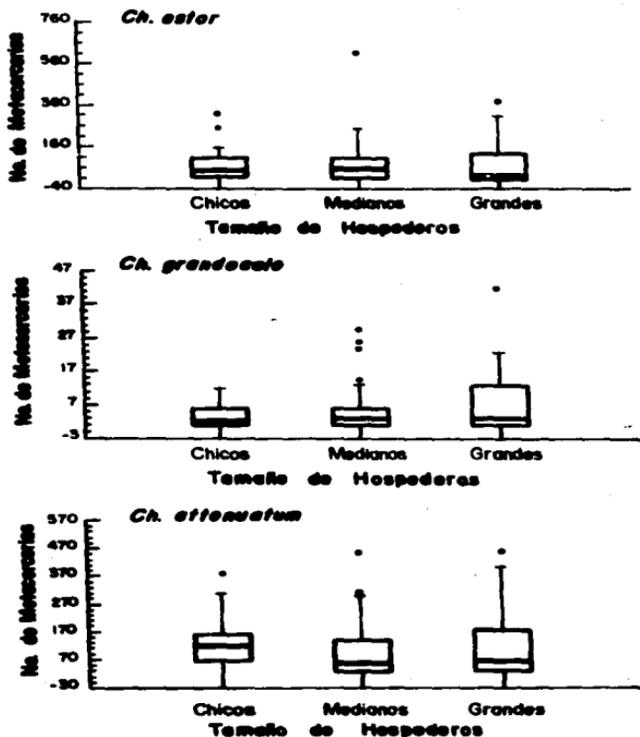


Fig. 25 - Diagramas de Cajas en Pareto para visualizar las diferencias observadas entre la infección con metacercarias de *P. minimum* entre las clases de tamaño de hospederos de la familia Atherinidae.

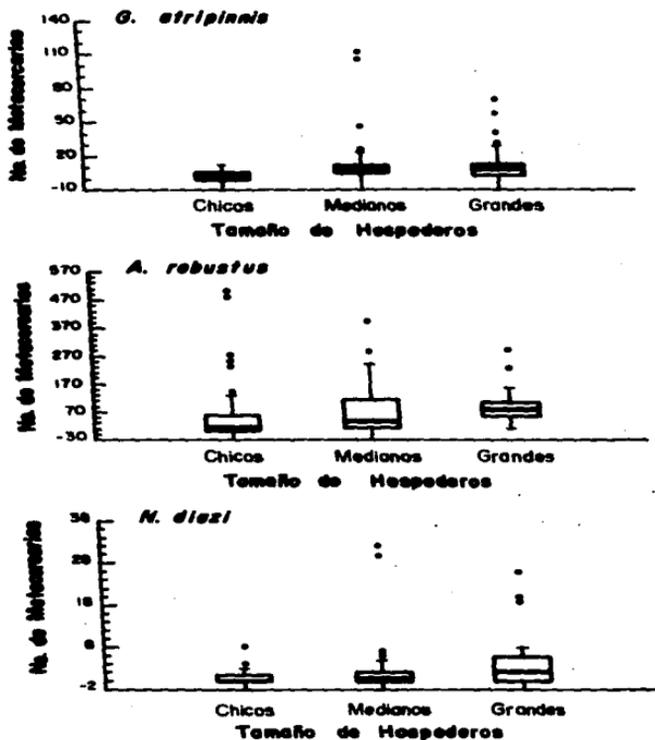


Fig. 26 - Diagramas de Cajas en Paralelo para visualizar las diferencias observadas entre la infección con Metacercarias de *P. minimum* entre las clases de tamaño de hospederos de la familia Goodeidae.

disminución en este parámetro con el aumento de la talla del hospedero, pero de igual manera, ésta es muy ligera, ya que fluctúa de 89.6% en las tallas chicas a 80.9% en las grandes.

Tabla 14. Prevalencia de la infección (%) con metacercarias de *P. minimum* entre las distintas tallas de los hospederos.

HOSPEDERO	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
<i>Chirotoma estor</i>	89.6	86.4	80.9
<i>Ch. attenuatum</i>	96.5	97.8	100.0
<i>Ch. grandocule</i>	76.6	76.9	77.7
<i>Allophorus robustus</i>	95.4	96.8	100.0
<i>Goodea atripinnis</i>	56.0	97.6	82.0
<i>Neophorus diazi</i>	52.6	45.0	71.0

En el Apéndice 4 se presentan algunos parámetros estadísticos de la longitud patrón de cada especie de hospedero, así como histogramas de frecuencia de las diferentes tallas muestreadas.

Considerando el sexo de cada especie de hospedero, se probó si las diferencias en la carga parasitaria entre machos y hembras era significativa y resultó que en solo dos casos, en el "choromu" *N. diazi* y en el "charal blanco" *Ch. grandocule* efectivamente existía tal diferencia (tabla 15). Es decir, los machos de ambas especies presentaron un mayor número de larvas que las hembras. La tabla considera el radio sexual macho/hembra para cada una de las especies de hospederos, cuyas proporciones oscilaron entre 1:2.1 para el "charal blanco" *Ch. grandocule* y 1:0.3 para el "tiro" *Goodea atripinnis*.

Tabla 15. Prueba de Mann-Whitney para demostrar si las diferencias observadas entre el sexo de los hospederos y la carga parasitaria es significativa.

HOSPEDERO	RADIO SEXUAL MACHO/HEMERA	Z	
<i>Chirostoma estor</i>	1:0.8	0.855	No sign.
<i>Ch. attenuatum</i>	1:1.4	0.007	No sign.
<i>Ch. grandocule</i>	1:2.1	6.5	Sign.
<i>Allophorus robustus</i>	1:0.9	0.981	No sign.
<i>Neophorus diazi</i>	1:1.4	2.45	Sign.
<i>Goodea atripinnis</i>	1:0.3	0.568	No sign.

Tabla 16. Prevalencia de la infección (%) con metacercarias de *P. minimum* entre los sexos de los hospederos.

HOSPEDERO	MACHOS	HEMBRAS
<i>Chirostoma estor</i>	80.0	92.0
<i>Ch. attenuatum</i>	97.5	98.3
<i>Ch. grandocule</i>	75.0	77.9
<i>Allophorus robustus</i>	96.0	98.0
<i>Goodea atripinnis</i>	69.2	85.0
<i>Neophorus diazi</i>	38.2	67.3

Por último, en lo que se refiere a la prevalencia de la infección entre los hospederos machos y hembras, se observa en la tabla 16 que en términos generales, las hembras se encuentran más parasitadas que los machos sin embargo, solo en el caso del "choromu" *N. diazi* la prevalencia en las hembras alcanza el doble de valor que los machos; en el resto de las especies, la

diferencia entre hembras y machos es muy ligera como para considerarse significativa. De esta manera, las hembras de *N. diazi* son más parasitadas que los machos con respecto al número de estas que se encuentran infectadas sin embargo, si se considera el número de larvas por hospedero, resulta que en los machos se encuentran las cargas parasitarias más altas.

1.5. Distribución de las formas adultas de *P. minimum* en sus hospederos definitivos naturales.

Se revisaron 219 ejemplares de vertebrados en el periodo comprendido entre octubre de 1989 y mayo de 1991 de los cuales, 48 fueron aves (pertenecientes a seis especies en tres familias), 151 anfibios (dos especies en dos órdenes) y 20 reptiles (dos especies en dos familias).

Los resultados presentados en la tabla 17 indican que los adultos de *P. minimum* pueden alojarse al menos en tres diferentes grupos de vertebrados no obstante, dada la prevalencia, la abundancia y el intervalo de intensidad para cada una de las especies de hospedero, se observa que las aves constituyen el hospedero definitivo habitual del diplostómido y que, únicamente dentro de esta clase, los miembros de la familia Ardeidae resultaron parasitados. La única especie de podicipedido y las dos de anátidos muestreadas, a pesar de incluir peces en su dieta, no presentaron la infección con este trematodo.

En el caso del "achoque" *Ambystoma dumerilii* y la tortuga *Kinosternon hirtipes*, los bajos porcentajes de infección indican una presencia esporádica y accidental, lo cual se demuestra por el estado inmaduro de los adultos recolectados. Sin embargo, dados sus hábitos depredadores, estos organismos llegan a alimentarse de peces, lo que incrementa la posibilidad de contacto con las formas larvarias del parásito.

Tabla 17. Caracterización de la infección por las formas adultas de *P. minimum* en sus hospederos definitivos naturales en el Lago de Patzcuaro, Mich.

HOSPEDERO	HR	HP	AD	P (%)	AB (\bar{x})	II
AVES						
Anatidae						
<i>Anas cyanoptera</i>	3	0	0	----	----	----
<i>Ahytia collaris</i>	3	0	0	----	----	----
Fodilipedidae						
<i>Podilymbus podiceps</i>	5	0	0	----	----	----
Ardeidae						
<i>Nycticorax nycticorax</i>	4	3	171	75.0	42.7	7-150
<i>Casmerodius albus</i>	10	6	588	60.0	58.8	1-534
<i>Egretta thula</i>	23	16	1197	69.5	52.0	1-360
AMPHIBIA						
Urodela						
<i>Ambystoma dumerilii</i>	97	1	3	1.0	0.03	----
Anura						
<i>Rana dunni</i>	54	0	0	----	----	----
REPTILIA						
Kinosternidae						
<i>Kinosternon hirtipes</i>	17	2	6	11.7	0.35	2-4
Colubridae						
<i>Thamnophis melanogaster</i>	3	0	0	----	----	----

HR. Hospederos revisados; HP. Hospederos parasitados; P. Prevalencia.
AD. Adultos recolectados; AB. Abundancia; II. Intervalo de intensidad.

Por otra parte, la "rana" *Rana dunni* y el colúbrido *Thamnophis melanogaster* no presentaron infección con el diplostómido en estudio, a pesar de que también ingieren peces como parte de su dieta.

El hecho de haber obtenido formas adultas de *P. minimum* en cinco de las diez especies de hospederos analizadas, confirma la baja especificidad hospedatoria de esta fase de desarrollo del tremátodo, de igual manera a como sucede con las metacercarias, las que fueron encontradas en siete especies de peces incluidas en tres familias diferentes.

2. DISCUSION.

2.1. Generalidades.

Chubb (1979) en su trabajo sobre la ocurrencia estacional de tremátodos en peces dulceacuicolas señaló que en latitudes tropicales no existen estudios sobre la estacionalidad de las infecciones producidas por helmintos en sus hospederos. Sin embargo, 13 años después de haber sido formulada dicha aseveración, resulta que se han realizado algunas contribuciones importantes a este respecto.

En el caso de las infecciones por metacercarias en peces de agua dulce y particularmente en la familia Diplostomatidae, Chubb (1979) refirió estudios realizados en especies pertenecientes a seis géneros, *Crassiphiala*, *Uvulifer*, *Hysteromorpha*, *Posthodiplostomum*, *Tylodelphis* y *Diplostomum*, algunos de los cuales, como se señaló previamente, se relacionan filogenéticamente con el género en estudio y a pesar de haber sido efectuados todos ellos en latitudes templadas, permiten establecer una comparación con respecto al sistema parásito-hospedero del presente trabajo.

Sobre la ocurrencia estacional de metacercarias en peces dulceacuicolas, el autor propuso como hipótesis que, en latitudes templadas, el principal factor que determina la estacionalidad es la temperatura, dado que existe un valor mínimo para este parámetro debajo del cual se detiene el desarrollo larvario intramolusco, inhibiendo la liberación de cercarias y por otro lado, la temperatura también determina que el desarrollo de las metacercarias dentro de los peces también se vea modificado. A pesar de ello, reconoció que no es el único factor que puede influir a lo largo de un año puesto que algunas características bióticas y abióticas pueden jugar un papel importante en la presencia de metacercarias.

Chubb (1979) reiteró la necesidad de contar con datos de campo y experimentales, referentes a los factores que determinan la ocurrencia de metacercarias en peces de latitudes tropicales, donde la temperatura es relativamente constante y se mantiene dentro de un intervalo limitado.

Si bien es cierto que el Lago de Pátzcuaro junto con la mayor parte del territorio nacional, queda comprendido en la región tropical, su posición altitudinal le confiere características muy particulares, relacionadas con los regimenes de temperatura y de precipitación pluvial, lo que permite comparar las posibles causas que determinan el comportamiento de la postodiplostomiasis con aquellas que determinan las características epizootiológicas de las helmintiasis en latitudes templadas.

2.2. Hábitat específico.

En primer término, los resultados aquí analizados indicaron que entre los órganos y tejidos invadidos, el hígado constituyó el hábitat preferentemente infectado por las metacercarias de *P. minimum*. Esto concuerda con los trabajos de numerosos autores, quienes destacan que la metacercaria de este diplostómido tiene una localización típicamente visceral, pudiendo encontrarse en el hígado, bazo, riñón, corazón, mesenterios, cavidad corporal, vejiga urinaria, ovario y testículos.

Asimismo, diversos autores han coincidido en señalar al hígado como el hábitat donde la prevalencia de la infección por *P. minimum* es mayor que la observada en otros hábitats (Meade y Bedinger, 1967; Threifall y Watkins, 1982; Vinjoy, 1989).

Resulta interesante señalar que entre los numerosos registros que existen de la metacercaria de *P. minimum* en peces dulceacuicolas de Norteamérica, en ninguno se menciona a la

musculatura como uno de los hábitats donde ésta fue hallada; en este trabajo se encontró que las especies de la familia Atherinidae presentaron la infección en el músculo, con prevalencias que colocan a este tejido en el segundo lugar en cuanto a la presencia de las larvas en sus hospederos.

De esta manera, la distribución del tremátodo entre los órganos y tejidos de los peces difiere dependiendo de la familia a la que estos correspondan. Mientras que el hígado ofrece las condiciones más apropiadas para el desarrollo del gusano en todos los hospederos (excepto la "acúmara"), el músculo y el mesenterio resultan ser hábitats alternativos para el establecimiento y desarrollo de la metacercaria en atherínidos y goodeidos respectivamente.

Dado que el evento de transmisión entre el primer y segundo hospedero intermediario de *P. minimum* involucra un proceso activo por parte de la cercaria, es posible suponer que en los goodeidos, una vez que ésta penetra a través de la musculatura encuentra un vaso sanguíneo y migra pasivamente por éste o bien, atraviesa la musculatura para enquistarse en el mesenterio. En atherínidos, existe una mayor diversidad de rutas pues eventualmente, algunas cercarias se quedan en la musculatura, desarrollándose hacia la siguiente fase ontogénica, otras atraviesan y se instalan en la cavidad corporal (mesenterio) mientras que otro grupo migra pasivamente por el sistema circulatorio llegando, en la mayoría de los casos, al hígado y esporádicamente a los ojos, enquistándose alrededor del globo ocular y nervio óptico, esto evidencia una última ruta de migración hacia el cerebro, vía el nervio óptico, lo cual sucede ocasionalmente dado que este órgano resultó ser el menos parasitado por el diplostómido. Hendrickson (1979a, 1979b) indicó que la cercaria de *Ornithodiplostomum ptychocheilus* penetra la epidermis del pez y migra hacia el sistema nervioso

central vía la musculatura y tejido conectivo y que, algunas de estas llegan al cerebro por los ojos, a través de los nervios craneales.

2.3. Caracterización.

En lo que se refiere a la prevalencia y a la intensidad de la infección, existen varios trabajos en la literatura que señalan datos de uno o ambos parámetros, para diferentes especies de peces en distintas localidades de norte y centroamérica. Entre aquellos que solo describen el porcentaje de hospederos parasitados por *P. minimum* destacan los de Mondl y Rabalais (1972) quienes apuntaron que *Lepomis cyanellus* presentó una prevalencia de 81.5%; Sutherland y Holloway (1979) indicaron que este parámetro alcanzó valores del 60 y 100% en *L. macrochirus* y *Pomoxis annularis*; Amin (1982) analizó 11 especies de peces de cinco familias para determinar la presencia de *P. minimum*, encontrando prevalencias que oscilaron entre el 1 y el 51%, siendo mayor en el caso de *L. macrochirus*; Heckmann y Ching (1987) registraron una prevalencia del 8% en *Salmo clarkii*.

Entre los trabajos que además aportaron datos sobre la intensidad de la infección, están los de: Meade y Bedinger (1967) quienes analizaron la presencia de *P. minimum* en 17 especies de peces en Texas, E.U.A. encontrando a nueve de ellas parasitadas, con prevalencias que oscilaron entre 6 y 90%; el número de metacercarias por pez varió de 25 a 400, siendo *L. macrochirus* la especie más parasitada.

Para *Micropterus salmoides* Ingham y Dronen (1980) indicaron prevalencias del 29 al 78% en dos lagos de Texas, E.U.A., con intensidades promedio de 16.9 y 79.8 metacercarias por pez parasitado respectivamente; Threlfall y Watkins (1982) encontraron en tres especies de peces, de tres localidades en Florida E.U.A., prevalencias entre 20 y 100% así como

intensidades promedio de 1 a 109 metacercarias, siendo *L. macrochirus* la especie con los valores más altos para ambos parámetros. En *Notropis atherinoides* Muzzall y Peebles (1987) registraron prevalencias de 2 y 4%, así como intensidades de 1 a 1.5 en dos localidades de Michigan, E.U.A., mientras que Muzzall et al. (1987) también encontraron en *Lota lota*, una prevalencia e intensidad de infección muy bajas, del 1% y 32 respectivamente.

En el Lago de Pátzcuaro, previamente Salgado y Osorio (1987) mencionaron que *Ch. estor* y *G. atripinnis* tuvieron una prevalencia del 95.3% en el primer caso y 63.3% en el segundo, con intensidades promedio de 66.1 y 13.2 metacercarias por pez parasitado.

Camp (1988) destacó que los juveniles de *L. macrochirus* en Illinois, E.U.A. alcanzaron una prevalencia del 36% así como una intensidad promedio de 1.7 y finalmente, Vinjoy (1989) aportó datos para *M. salmoides*, *Cichlasoma tetracantum* y *Lepomis sp.* en Cuba, señalando prevalencias que oscilaron entre 12.9 y 100% e intensidades de 6 a 559 metacercarias por pez parasitado.

Los resultados del presente trabajo concuerdan con la mayoría de los estudios referidos anteriormente, y en particular con aquellos donde se analizó la presencia de las metacercarias de *P. minimum* en diferentes especies de hospederos es decir, en cada uno de ecosistemas lacustres hay grupos de especies donde la prevalencia e intensidad de la infección es grande y grupos donde tales parámetros son poco representativos e incluso, algunas de ellas no presentan al parásito. McDaniel y Bailey (1974) han sugerido que esto puede deberse a una interacción entre la "refractividad" del hospedero y el hábitat, así como diferencias conductuales del hospedero que influyen su exposición a las cercarias.

En el Lago de Pátzcuaro existen tres especies de peces que intervienen principalmente en el establecimiento de este helminto, los aterinidos *Ch. attenuatum* y *Ch. estor* así como el goodeido *A. robustus*, quienes alcanzan prevalencias superiores al 80% así como una abundancia que oscila entre 76.4 y 117.2 metacercarias por pez analizado.

Dado que los hábitos alimentarios así como los periodos reproductivos de las especies de peces estudiadas son relativamente similares, de acuerdo con lo señalado en el rubro de biología de los hospederos del capítulo introductorio del presente trabajo, se considera que la explicación más probable a este fenómeno se encuentra en una mayor susceptibilidad de éstas tres especies a ser parasitadas por *P. minimum*.

Para ratificar esta hipótesis, se comparó el comportamiento de la infección entre dos poblaciones de peces pertenecientes al mismo género por lo que involucran una afinidad filogenética y además actúan como poblaciones simpátricas en el lago, los "charales" *Ch. attenuatum* y *Ch. grandocule*. En cuanto a sus hábitos alimentarios, ambos peces son zooplanctófagos no estrictos con preferencia por cladóceros; ambos tienen un periodo reproductivo continuo a lo largo del año, con una mayor ovoposición en los meses de febrero a junio (Rosas, 1976a). Sin embargo, la prevalencia de la infección difiere de 98% en *Ch. attenuatum* contra 77% en *Ch. grandocule*, mientras que existe una enorme diferencia en cuanto a la cantidad de metacercarias que podemos encontrar en cada uno de ellos, pues para el primero registramos una abundancia de 117.2 (1-464) larvas por pez revisado, y para el segundo, tan solo fue de 5.9 (1-83).

Lo anterior demuestra que *Ch. attenuatum* es más susceptible a ser parasitado con *P. minimum* y que, la biología de los

hospederos no está determinando en este caso, el desarrollo de la infección por el diplostómido; esto podría tener una aplicación práctica en el contexto de la problemática taxonómica que existe para diferenciar a las especies del género *Chirostoma*. Además de las características consideradas por los ictiólogos con respecto a la morfometría de los especímenes, la infección hepática por las metacercarias de *P. minimum* podría ser determinante, especialmente cuando los intervalos morfométricos entre dos especies de peces se encuentren sobrepuestos.

En este trabajo se caracterizó la postodiplostomiasis considerando dos períodos climáticos que prevalecen anualmente en el área de estudio y no se intentó en ningún momento demostrar algún patrón de ocurrencia estacional entre las distintas infrapoblaciones. La respuesta a ello se encuentra en la revisión efectuada por Chubb (1979), quien recopiló la información existente sobre la ocurrencia estacional de metacercarias y adultos en diferentes regiones climáticas del mundo. El autor explicó que existe una estrecha relación entre la invasión estacional por cercarias, la longevidad de las metacercarias y la edad de los peces, de tal manera que estas tres situaciones limitan metodológicamente el estudio de los ciclos de variación estacional en metacercarias.

Dado que no se evaluó el período de reclutamiento de las metacercarias, y considerando tanto la longevidad metacercarial (que para *P. minimum* se estimó como mínimo en 16 meses, Hoffman, 1958b) como la edad de los peces (que en latitudes tropicales es muy complejo determinar), únicamente se describieron algunas características epizootiológicas de la infección para las épocas de sequía y de lluvias buscando la respuesta a tal comportamiento, en las causas que determinan la ocurrencia de helmintos en distintas regiones climáticas.

El análisis de la distribución temporal de cada una de las infropoblaciones, así como las diferencias observadas entre la época de sequía y la de lluvias, indicó que en cuatro especies, *Ch. attenuatum*, *N. diazi*, *A. robustus* y *G. stripinnis* varía significativamente el número de metacercarias recolectadas entre ambos periodos. Sin embargo, tal variación es heterogénea pues, mientras en las dos primeras se presenta un incremento en la época de lluvias con respecto a la de sequía, en las dos últimas se presenta una situación inversa.

En latitudes templadas, la temperatura del agua determina por un lado la liberación de cercarias del caracol y por otro, el óptimo desarrollo de las metacercarias ya establecidas en sus hospederos. Se sabe por ejemplo que la cercaria de *P. minimum* no emerge por debajo de 15°C pero que ésta es infectiva entre los 18 y 27°C (Hoffman, 1958b); la metacercaria de *P. brevicaudatum* requiere de 49 a 56 días a temperaturas de verano para completar su desarrollo (Wisniewski, 1958).

Onabamiro, 1972 In: Chubb (1979) indicó que en las zonas tropicales la temperatura varía ligeramente durante el año y que por ello no existen efectos sobre la densidad poblacional en caracoles, sin embargo, los factores relevantes en dichas zonas se relacionan con la ocurrencia de periodos lluviosos y de sequía.

Las observaciones realizadas en el Lago de Pátzcuaro, indicaron que en el periodo de lluvias (comprendido entre mayo y octubre) existe una mayor abundancia de caracoles en el litoral mientras que en el periodo de sequía (noviembre - abril) las poblaciones de estos primeros hospederos intermediarios en el ciclo de *P. minimum* se ven notoriamente disminuidas; así, al aumentar la cantidad de caracoles en el periodo de lluvias

aumenta la cantidad de cercarias y de esta forma, se presenta una mayor probabilidad de que los peces sean parasitados. Sin embargo, esta explicación aunque muy adecuada, no puede aplicarse a las poblaciones de las cuatro especies de peces en donde existe una diferencia en la infección entre ambos periodos, pues como se ha mencionado, solo en *Ch. attenuatum* y *N. diazi* existe un incremento en la abundancia con la llegada de las lluvias en la localidad.

Si se considera como válido el planteamiento anterior, en el sentido de considerar que la ocurrencia temporal de infecciones metacercariales en peces dulceacuícolas se relaciona con la abundancia diferencial de los primeros hospederos intermediarios (caracoles), entonces la única explicación alternativa se encuentra en la longevidad de la metacercaria y a pesar de que ésta no fue evaluada en el presente trabajo, existe un sustento bibliográfico que apoya que esta fase del ciclo vive al menos 16 meses enquistada en sus hospederos. La longevidad de las larvas de *P. minimum* en el Lago de Pátzcuaro está determinando que la infección que se presenta en los peces, incluya tanto metacercarias de reciente ingreso como aquellas que fueron acumuladas en un periodo de por lo menos 16 meses previos y de esta manera, no es raro que el comportamiento observado resulte en especies que mantienen la misma cantidad de larvas a lo largo del año o bien, especies cuyo número de éstas aumente o disminuya entre ambos periodos climáticos.

Algunos autores han intentado establecer un patrón estacional para diferentes especies del género *Posthodiplostomum*. Por ejemplo, para *P. brevicaudatum* fue registrada la ocurrencia de la metacercaria en *Perca fluviatilis* en la ex Unión Soviética, estando ésta presente en todo el año y alcanza la máxima intensidad en el verano (Malakova, 1961 In: Chubb, 1979). Para *P. cuticola* Kamenskii (1969, 1971) sugirió

que el principal contacto entre cercarias y peces también en la ex Unión Soviética, tiene lugar entre los meses de marzo y agosto, cuando los peces juveniles (ciprinidos principalmente) habitan las aguas más cálidas y someras, de igual forma a como lo hacen los caracoles (hospederos intermediarios) *Planorbis planorbis* y *P. carinatus*.

Sobre *P. minimum* en particular se cuenta con los trabajos de Spall y Summerfelt (1969, 1970) y de McDaniel y Bailey (1974). Los primeros autores analizaron la ocurrencia de metacercarias en *Pomoxis annularis* en Oklahoma, E.U.A. El incremento en primavera y verano en el número de metacercarias se relacionó con el incremento esperado en el número de caracoles infectados y la liberación de cercarias. La disminución en la intensidad de la infección en el verano fue atribuida a la mortalidad de los peces más parasitados, implicando que la mortalidad fue proporcional al número de metacercarias que los invadían.

McDaniel y Bailey (1974) estudiaron a *P. minimum* como parásito de *Lepomis spp.*, también en Oklahoma, E.U.A., describiendo que la prevalencia disminuyó drásticamente en marzo y fue seguida por un incremento gradual el resto del año.

El hecho de que los dos trabajos referidos anteriormente, que se realizaron en la misma localidad, indiquen resultados de ocurrencia estacional contradictorios, confirma la idea planteada anteriormente. En tales trabajos no fue considerado el efecto que tiene la longevidad metacercarial en la evaluación de los patrones de ocurrencia estacional y aunque en tales trabajos se intentó relacionar el comportamiento de la infección con la biología de los caracoles y su relación con la temperatura, al encontrar patrones distintos con respecto al tiempo, ratificará que la longevidad de las formas larvarias impide explicar

patrones de variación temporal tal y como sucedió entre las especies de peces consideradas en el presente estudio. El conocimiento de los patrones de variación estacional en sistemas parásito-hospedero que incluyen formas larvarias debe tomar en cuenta los periodos de reclutamiento tal y como se han desarrollado en los trabajos de Aho et al. (1982), Camp et al. (1982) y Lcally y Esch (1984), con base a la metodología propuesta por Esch et al. (1976).

2.4. Relación Parásito-Hospedero.

En lo que se refiere a la distribución de parásitos en la población de hospederos, en relación con la edad de los mismos, Kennedy (1975) mencionó que mientras más edad tiene el hospedero, más contacto habrá tenido con los parásitos. Así, la prevalencia e intensidad de la infección cambia y se incrementa con la edad del hospedero sin embargo, el cambio de edad involucra asimismo modificaciones en la conducta o dieta del mismo con lo cual podría cambiar la probabilidad de infectarse.

Dogiel (1964) previamente señaló que para peces dulceacuicolas era posible postular la regla del incremento general en la intensidad y prevalencia de la infección con la edad del hospedero. En el presente trabajo se encontró que la abundancia de la infección con *P. minimum* en las tres especies de aterinidos es independiente de la talla; en el caso de los goodeidos, se encontró por el contrario que la abundancia se incrementa con la talla de los mismos. Cabe aclarar que no se consideró la edad de los hospederos, sino intervalos de clase de acuerdo con la longitud patrón, estableciendo tres grupos: peces chicos, medianos y grandes. La prevalencia de la infección entre las distintas tallas no presentó variaciones que reflejaran una tendencia definida para ninguno de los hospederos aquí considerados.

Spall y Summerfelt (1969) encontraron que la prevalencia de la infección por *P. minimum* en *Pomoxis annularis* se incrementó significativamente con la edad. Los autores discutieron que en los peces de mayor edad existe una acumulación de metacercarias, no obstante, dado que la intensidad promedio fue constante en los diferentes grupos de edad, señalaron que existe un equilibrio entre el número de metacercarias que se enquistan y aquellas que eran destruidas por el hospedero.

Por su parte, autores como McDaniel y Bailey (1974), Amin (1982) y Bailey (1983) apuntaron que el comportamiento de *P. minimum* en distintos hospederos y localidades de Norteamérica, mostraba una tendencia a incrementar la prevalencia así como el número de metacercarias con la edad de los hospederos. Kennedy, 1970 In: McDaniel y Bailey (1974) expresó que la tendencia en cada especie de parásito se determina por su periodo de vida (longevidad), época de reclutamiento, patogenicidad y dieta del hospedero con respecto a la temporada o edad.

La prevalencia y abundancia de la infección registrada para las infropoblaciones de *P. minimum* tanto en aterinidos como en goodeidos, permitieron determinar que el papel preponderante para el establecimiento de la relación parasitaria en el lago, es jugado por las especies de aterinidos, quienes son más susceptibles de ser parasitados desde las tallas más pequeñas. A diferencia de estos, los integrantes de la familia Goodeidae registraron una acumulación de metacercarias en las tallas más grandes y por alguna causa, probablemente de tipo fisiológica o conductual, las tallas menores se encuentran menos parasitadas.

Sobre la infección de *P. minimum* de acuerdo con el sexo de los hospederos, se encontró que, en términos generales, no existen diferencias significativas entre la infección de machos y hembras en cada infropoblación, excepto en el caso del

"choromu" *N. diazi* y del "charal blanco" *Ch. grandocule* para la abundancia y solo para *N. diazi* con respecto a la prevalencia. En este caso la conducta alimentaria o reproductiva del hospedero no presenta ninguna variante con respecto al resto de las especies consideradas en el presente estudio, que permita proponerla como la explicación al comportamiento observado.

Kennedy (1975) también señaló que las diferencias en la infección entre animales de diferente sexo son poco comunes y no bien comprendidas. La mayoría de los parásitos se distribuyen por igual entre los sexos, aunque por cortos periodos pueden mostrar preferencia por alguno. Apuntó Kennedy (1975) que la distribución desigual de los parásitos entre hospederos de diferente sexo no se deben a una simple causa sino que incluyen diferencias en la dieta y fisiología del hospedero.

Spall y Summerfelt (1969, 1970) observaron una mayor prevalencia e intensidad de *P. minimum* en los machos de algunas especies de centrárquidos y esto lo atribuyeron a una diferencia sexual en el comportamiento de cortejo, dado que los machos pasan más tiempo en las zonas litorales someras y por ello tienen una mayor posibilidad de ser infectados por cercarias pues éste constituye un ambiente propicio para el desarrollo de los caracoles. Por su parte, Bailey (1983) encontró que las hembras de *L. macrochirus* tuvieron una prevalencia e intensidad de la infección significativamente mayor que los machos. Este comportamiento también fue registrado por Amin (1982) para la misma especie de hospedero en una de las localidades que estudió.

Sin embargo, la infección por metacercarias de *P. minimum* en las poblaciones de peces estudiadas en el Lago de Pátzcuaro, es independiente del sexo de los hospederos, excepto para el caso del "choromu" *N. diazi*, a diferencia de los resultados

encontrados por los autores anteriormente citados. A pesar de que los hábitos reproductivos, de cortejo y cópula, áreas de desove, etc., no están suficientemente estudiados en los peces del lago, es probable que no existan diferencias en dichos hábitos que conduzcan a una infección diferencial por *P. minimum*. Será necesario entonces profundizar en el estudio de la relación parásito-hospedero entre *N. diazi* y *P. minimum* con el fin de determinar las causas que originan en comportamiento observado.

2.5. Caracterización de la helmintiasis en sus hospederos definitivos naturales.

En cuanto a la distribución de las formas adultas de *P. minimum* en sus hospederos definitivos, se puede señalar que numerosos autores han discutido la baja especificidad hospedatoria del diplostómido pues, aunque en forma natural sólo había sido registrado en diversas especies de aves de la familia Ardeidae, Palmieri (1976) demostró que experimentalmente *P. minimum* era capaz de desarrollarse en cuatro clases de vertebrados (anfíbios, reptiles, aves y mamíferos). Lumsden y Zischke (1963) obtuvieron resultados positivos al infectar aves de la especie *Cassidix mexicanus*, al igual que Ulmer (1961) obtuvo adultos en *Turdus migratorius*, ambas especies no pertenecientes a la familia Ardeidae.

Los resultados de este trabajo ratifican la baja especificidad hospedatoria dado que se encontraron formas adultas de *P. minimum* en hospederos que no son los habituales del diplostómido no obstante, dado que sus hábitos alimentarios se sobrepone con los de las aves, se incrementa la posibilidad de contacto al ingerir peces parasitados con metacercarias, tal es el caso del "achoque" *Ambystoma dumerilii* y la "tortuga" *Kinosternon hirtipes*.

Los valores tanto de prevalencia como de abundancia en tales infecciones, así como el estado maduro (mas no grávido) de los ejemplares recolectados, comparados con lo que sucede en aquellos de tres especies de aves (Ardeidae) analizadas, permite establecer que el hospedereo habitual del tremátodo en el lago es un ave pero que, ocasionalmente, otros vertebrados pueden incluirse en el ciclo de vida, específicamente aquellos que incluyan peces en su dieta; asimismo, la condición de homeotermia encontrada en las aves es requisito indispensable para que *P. minimum* pueda establecerse exitosamente, madurar y producir huevos lo cual determina que el ciclo biológico pueda continuar desarrollándose.

VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.

Con base en los resultados obtenidos así como en la discusión de ellos, se pueden resaltar los aspectos más importantes en las siguientes conclusiones, indicando además, las perspectivas y líneas de investigación que, para los dos aspectos estudiados, sistemática y epizootiología, podrían establecerse con el objeto de profundizar en el conocimiento del sistema parásito-hospedero aquí considerado.

SISTEMATICA.

Se ratificó la gran variabilidad morfológica intraespecífica de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 manifestada en una amplia diversidad morfoométrica del cuerpo, así como en la forma, tamaño y posición de estructuras, en los estados de metacercaria y adulto, entre los distintos hospederos a los que cada uno parasita.

Se encontró que los siguientes caracteres están sujetos a una mayor variabilidad, por lo cual no deben ser empleados en forma exclusiva para distinguir especies congénicas: posición de la ventosa oral, bisegmentación, forma del testículo posterior, desarrollo de la glándula proteolítica, posición del ovario, posición del acetábulo con respecto al órgano tribocítico.

El carácter que presentó mayor constancia y que se mantuvo dentro de límites muy reducidos de variabilidad fue la distribución de las vitelógenas, rasgo asociado al estado adulto particularmente.

Se demostró que la variabilidad morfológica intraespecífica en *P. minimum* es inducida por el hospedero y que ésta no depende del proceso de fijación del material ni de factores densodependientes.

La especificidad hospedatoria por sí sola no debe ser considerada como un carácter que permita validar especies o

subespecies. Con base en ello no se acepta la validez de las líneas fisiológicas o subespecies de *P. minimum*, *P. m. minimum* y *P. m. centrarchi* y se señala que, para considerar la categoría subespecífica es necesario tomar en cuenta una combinación de caracteres morfológicos con otros de tipo fisiológico, ecológico e inmunológico. Asimismo, se rechaza el criterio de la especificidad considerado por Dubois (1968, 1970) como la base de la separación de especies en estrigeidos y diplostómidos.

El género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 está relacionado filogenéticamente con los géneros: *Mesoophorodiplostomum* Dubois, 1936; *Ornithodiplostomum* Dubois, 1936; *Prolobodiplostomum* Baer, 1959; *Lophosicyadiplostomum* Dubois, 1936; *Neodiplostomum* Railliet, 1919; *Procrassiphiala* Verma, 1936; *Pseudodiplostomum* Yamaguti, 1934; *Posthodiplostomoides* Williams, 1969; *Subuvulifer* Dubois, 1952; *Conodiplostomum* Dubois, 1937; *Uvulifer* Yamaguti, 1934; *Crassiphiala* Van. Haitsma, 1925; *Pseudocercocotyla* Yamaguti, 1939 y *Cercocotyla* Yamaguti, 1939. Sin embargo, *Posthodiplostomum* forma parte de un grupo de cuatro géneros junto con *Mesoophorodiplostomum*, *Ornithodiplostomum* y *Prolobodiplostomum*, quienes comparten un ancestro común. Este hecho es consistente con cualquiera de los esquemas de clasificación propuestos para el grupo como los de Sudarikov (1960), Dubois (1970), Yamaguti (1971) y Shoop (1989).

El género *Mesoophorodiplostomum* ha caído en sinonimia con *Posthodiplostomum* dado que la autapomorfia ovario intertesticular en el primero cae dentro del intervalo de variabilidad morfológica exhibida por el segundo, por lo tanto se realizó el movimiento de nueva combinación para la especie *M. corvi* Wang, 1983, siendo ahora *P. corvi* (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León, n. comb. La especie *M. anterovarium* Dronen, 1985 se sinonimizó con *P. minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936.

Es probable que el género *Ornithodiplostomum* también sea sinónimo de *Posthodiplostomum* sin embargo, se requiere la revisión taxonómica de las especies incluidas en el primero para

generar información que ratifique o bien refute tal sinonimia.

La revisión taxonómica del género *Posthodiplostomum* permitió reducir la composición específica del mismo, de 21 especies consideradas hasta 1991 a 11 a partir del presente estudio, siendo válidas las siguientes especies: *P. ixobrychi* (Lung Tsu Pei, 1966) Dubois, 1977; *P. grande* (Diesing, 1850) Dubois, 1936; *P. giganteum* Dubois, 1988; *P. mathai* Gupta y Mishra, 1974; *P. corvi* (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León n. comb.; *P. minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936; *P. cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936; *P. brevicaudatum* (Nordmann, 1832) Wisniewski, 1958; *P. boydae* Dubois, 1969; *P. linguaeforme* Perason y Dubois, 1985 y *P. pearsoni* Pérez-Ponce de León (en proceso).

Las especies congénéricas se separaron en cuatro grupos con base en la extensión de las vitelógenas en el segmento anterior del cuerpo: I. Especies cuyas vitelógenas se distribuyen en ambos segmentos del cuerpo, alcanzando en el anterior, la bifurcación cecal y la faringe. *P. grande*, *P. giganteum*, *P. mathai* y *P. corvi*. II. Especies cuyas vitelógenas se distribuyen en ambos segmentos y que, en el anterior, se disponen entre el borde anterior del acetábulo y la mitad de la distancia que existe entre éste y la bifurcación cecal. *P. minimum*, *P. cuticola* y *P. linguaeforme*. III. Especies con vitelógenas distribuidas en ambos segmentos pero que, en el anterior están situadas entre el borde posterior del acetábulo y el órgano tribocítico. *P. brevicaudatum*, *P. boydae* y *P. pearsoni*. IV. Especies con las vitelógenas confinadas al segmento posterior. *P. ixobrychi*.

Del análisis de los caracteres de las 21 especies consideradas hasta 1991, resultaron las siguientes sinonimias:

* *P. oblongum* Dubois, 1937 es sinónimo de *P. australe* Dubois, 1937.

* *M. corvi* Wang, 1983 es sinónimo de *P. corvi* (Wang, 1983) Pérez-Ponce de León n. comb.

* *P. grayi* (Verma, 1936) Dubois, 1938 y *P. biellipticum* Dubois, 1958 son sinónimos de *P. cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936.

* *P. prosostomum* (Dubois y Rausch, 1948) Dubois, 1952; *P. opisthoscicya* Dubois, 1969; *P. microscicya* Dubois, 1936; *P. macrocotyle* Dubois, 1937; *P. obesum* (Lutz, 1928) Dubois, 1977 y *P. nanum* Dubois, 1937 son sinónimos de *P. minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936.

Los caracteres morfológicos en los estados de cercaria, metacercaria y adulto, junto con datos biológicos relacionados con el ciclo de vida, especificidad hacia hospederos intermediarios y definitivos así como las tendencias evolutivas, permitirán establecer un esquema clasificatorio acorde a la filogenia de este grupo de tremátodos, lo cual va de acuerdo a las ideas expresadas por Niewiadomska (1973) y Shoop (1989). Es necesario profundizar en el estudio de los ciclos biológicos en el grupo pues esto permitirá recabar mayor cantidad de información para sustentar el planteamiento expuesto.

Se acepta que el esquema clasificatorio propuesto por Shoop (1989) para estrigéidos y diplostómidos es consistente con la filogenia del grupo a nivel de familia; sin embargo, se requiere de estudios que permitan resolver las relaciones filogenéticas por debajo de dicho nivel jerárquico.

Ch. grandocule, *A. robustus* y *N. diazi* constituyen nuevos registros de hospedero para la metacercaria de *P. minimum*.

El "achoque" *Ambystoma dumerilii* y la tortuga *Kinosternon hirtipes* representan el primer registro de formas adultas de *P. minimum* en infecciones naturales en anfibios y reptiles.

EPIZOOTIOLOGIA.

La postodiplostomiasis producida por las metacercarias de *P. minimum* es una enfermedad que afecta a las poblaciones de siete especies de peces endémicas del Lago de Pátzcuaro. La

cuantificación de las metacercarias en los distintos órganos y tejidos de sus hospederos reveló que el hígado es el hábitat preferentemente ocupado por el diplostómido, por lo cual, esta helmintiasis se constituye como un padecimiento fundamentalmente hepático. Esta generalización incluye a las especies *Chirostoma estor*, *Ch. attenuatum*, *Ch. grandocule*, *Allophorus robustus*, *Goodea atripinnis* y *Neophorus diazi*. En *Algansea lacustris*, las larvas solo se alojan en el mesenterio.

Un porcentaje elevado de la población de seis de las siete especies de peces considerados, es parasitado por *P. minimum*, habiéndose encontrado prevalencias de infección superiores al 56% en todas, excepto para el caso de *A. lacustris*, donde ésta fue del 10%.

La abundancia de la infección origina la presencia de dos grupos de especies de hospederos, el primero en el que se encuentra un mayor número de larvas por pez y que está representado por el "pescado blanco" *Ch. estor*, el "charal prieto" *Ch. attenuatum* y la "chegua" *A. robustus*; el segundo grupo incluye a cuatro especies donde la abundancia de la infección por *P. minimum* es poco representativa, el "charal blanco" *Ch. grandocule*, el "tiro" *G. atripinnis*, el "choromu" *N. diazi* y la "acómara" *A. lacustris*. Este comportamiento de la infección determina que las especies del primer grupo jueguen un papel preponderante en el establecimiento del sistema parásito-hospedero en el lago; esta situación prevalece en la localidad en los dos periodos climáticos considerados.

A pesar de la escasez de información sobre la biología de los hospederos, es posible concluir que la distribución de la helmintiasis entre sus hospederos es independiente de las características biológicas de los mismos relacionadas con su conducta, alimentación o reproducción. La explicación a la distribución observada se encuentra en una susceptibilidad diferencial de los hospederos a ser parasitados por el helmineto, siendo necesaria la realización de estudios que lleven a buscar

las causas de tal susceptibilidad y que probablemente se relacionen con aspectos fisiológicos e inmunológicos de los mismos.

La infección por metacercarias de *P. minimum* en los distintos hospederos, mostró un comportamiento muy heterogéneo entre el período de sequía y el de lluvias. En *Ch. estor* y *Ch. grandocule* la abundancia de la infección se mantuvo en ambos períodos; en *Ch. attenuatum* y *N. diazi* registró un incremento durante la época de lluvias y finalmente, en *G. stripinnis* y *A. robustus*, disminuyó en el mismo período. Lo anterior permite señalar que, independientemente de que la longevidad metacercarial no fue evaluada en el presente trabajo, ésta determina que la postdiplostomiasis constituya un padecimiento que afecta de manera continua a las poblaciones de peces consideradas, y que la temperatura, cuya variación anual no es muy grande, no interviene como un factor importante en el desarrollo de la infección.

Las infrapoblaciones de *P. minimum* en sus hospederos mostraron una distribución sobredispersa con altos grados de agregación.

El "choromú" *N. diazi* fue la única especie de hospedero en la que *P. minimum* mostró una tendencia, a incrementar tanto su prevalencia como su abundancia, con relación a la talla del hospedero; asimismo, mientras que un mayor número de hembras se encontraron parasitadas, la abundancia de la infección fue superior en los machos. En el resto de los hospederos, el desarrollo de la infección por larvas de *P. minimum* no mostró ninguna tendencia definida, ni en prevalencia ni en abundancia, de acuerdo a la talla y sexo de los mismos. En el caso del análisis de la relación parásito-hospedero si resulta insuficiente la información sobre la biología de los hospederos en busca de una explicación al comportamiento observado; es necesario conocer más a fondo los hábitos de los hospederos de acuerdo a su talla y sexo que, en un momento dado potenciaran

una mayor probabilidad de contacto con las cercarias del diplostómido. Asimismo, se requiere de trabajos particulares sobre la relación parásito-hospedero entre *P. minimum* y *N. diazi* con la metodología adecuada para analizar la forma en la que se establece dicha relación y las causas que la determinan.

La recolección de las formas adultas del parásito, en distintos vertebrados de la localidad, que incluyen peces en su dieta, permite ratificar la baja especificidad hospedatoria exhibida por este estado de desarrollo y además es posible señalar, de acuerdo con los valores de prevalencia, abundancia e intensidad de la infección, que las aves son los hospederos habituales, mientras que los anfibios y reptiles, por sus hábitos alimentarios, son hospederos ocasionales donde los parásitos no alcanzan el desarrollo completo, lo cual es consistente con la tendencia de este grupo de tremátodos a parasitar aves; solo en ellas, los gusanos alcanzan el estado de grávidez.

APENDICE 1

Referencias bibliográficas de trabajos no publicados, correspondientes a tesis profesionales y trabajos presentados en Congresos y Simposia nacionales.

- ALCOLEA H., E. 1987. Helmintofauna del "achoque" *Ambystoma (Bathysideron) dumerilii* Duges, 1870 (Amphibia: Caudata) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco. México.
- APARICIO R.M.A., G. PULIDO F., B. MELGOZA P., C. RODRIGUEZ, I. LOPEZ, B. MENDOZA G. y L. GARCIA P. 1988. Taxonomía y ecología de la helmintofauna de la "akumara" (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Resúmenes VIII Congreso Nacional de Parasitología. Pachuca, Hidalgo.
- CABRERA M., L., C. GARCIA, C. LOPEZ, A. RUIZ y S. GUILLEN, 1988. Helmintos de *Chirotoma estor* ("pescado blanco") especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Mich. Resúmenes VIII Congreso Nacional de Parasitología. Pachuca, Hidalgo.
- CONEJO, G.E. 1990. Ciclo de vida del cestodo *Bothriocephalus scheilognathi* en condiciones experimentales. Tesis profesional. E.N.E.P. Zaragoza. U.N.A.M. México. 59 p.
- ESPINOSA H., E., I. ALTAMIRANO, E. PERESBARBOSA, L. GARCIA-PRIETO y G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1991. Composición de la comunidad de helmintos de *Rana dunnii* y *Ambystoma dumerilii* en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Resúmenes. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán. México.
- GUILLEN H., S. 1989. Presencia de *Bothriocephalus scheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M.. México. 66 p.
- GUTIERREZ-FUSTER, I. 1966. Estudio de helmintos parásitos de algunos animales del Parque Zoológico de Chapultepec, México D.F. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 79 p.
- HERRERA, B.E. 1979. Características y manejo del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México. 87 p.
- LAZARO CH., E. y D. OSORIO S. 1979. Diplostomiasis en peces de agua dulce del estado de Michoacán. Resúmenes III Congreso Nacional de Zoología. Mazatlán, Sinaloa. México.
- LOPEZ J., S. 1985. Estudio taxonómico de algunos hirudíneos de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 182 p.
- MEJIA M., H. 1987. Helmintofauna del "tiro" *Goodes stripinnis* Jordan, 1890 en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en su hospedero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 122 p.

APENDICE 1, Cont.....

- MENDOZA G., B. 1991. Dinámica poblacional del monogéneo *Octomacrummexicanum* Lamothe, 1982 en las branquias de *Algansea lacustris* (Cyprinidae) en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Resúmenes XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.
- PARRA R., L. 1983. Estudio de algunos monogéneos y tremátodos parásitos de reptiles de México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México. 141 p.
- PEREZ-PONCE DE LEON, 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 U.N.A.M.. 111 p.
- FULIDO F., G. 1991. Helmintos de *Rana dunni* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.
- RAMIREZ C., L. 1987. Helmintofauna de la "lobina negra" *Micropterus salmoides* Lacépède en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis profesional. E.N.E.F. Iztacala. U.N.A.M. 102 p.
- RAMOS R., P., L. GARCIA-PRIETO Y G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1991. Helmintofauna de la "garza blanca" *Egretta thula* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.
- RIVERA, H. Y L. ALBA. 1986. Estado actual del cultivo y pesquería de acumara, *Algansea lacustris*, del Lago de Pátzcuaro, Mich. Inédito, CRIP-Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. México.
- VELASCO P., A. 1982. Evaluación de la calidad del agua con base en algunos aspectos de la comunidad fitoplanctónica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México.
- 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, Morelos. 72 p.

APENDICE 2.

Especies de helmintos registradas hasta 1991 en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, en diferentes hospederos. Se incluyen formas larvarias de vida libre.

MONOGENEA.

Octomacrum mexicanum; *Polystomoidella oblonga*.

TREMATODA.

Diplostomum (Tylodelphis) americana; *Posthodiplostomum minimum*; *Allocreadium mexicanum*; *Clinostomum complanatum*; *Crepidostomum cooperi*; *Gorgoderina attenuata*; *Ochetosoma brevicæcum*; *Cephalogonimus americanus*; *Glypthelmins californiensis*; *Haematoloechus coloradensis*; *Petasziger nitidus*; *Phagicola angrense*; *Ascocotyle* sp.; *Xiphidocercaria mexicana*; *Cercaria patzcuarensis*.

CESTODA.

Ligula intestinalis; *Bothriocephalus acheilognathi*; *Proteocephalus pusillus*; *Ophiotænia filaroides*; *O. recemosa*; *Caryophyllidae*; *Schistotænia macrocirrus*; *Dendrouterina* sp.; *Dilepidinae*.

ACANTHOCEPHALA.

Polymorphus brevis.

NEMATODA.

Capillaria patzcuarensis; *Spinitectus carolini*; *Eustrongylides* sp.; *Rhabdochona milleri*; *Spiroxys* sp.; *Capillaridae*; *Philometridae*; *Contraecum* sp.; *Falcaustra chabaudi*; *Synimanthus* sp.; *Ochoterenella digiticauda*.

HRUDINEA.

Myzobdella patzcuarensis; *Placobdella mexicana*; *Haementeria officinalis*.

APENDICE 3.

Especies del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 depositadas en diferentes colecciones, cuyo estudio fue posible. Se indica la colección, el No. de acceso así como el número de ejemplares.

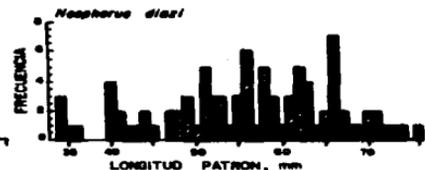
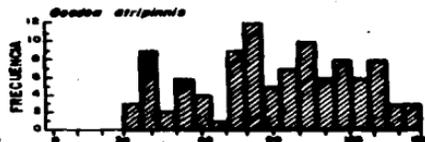
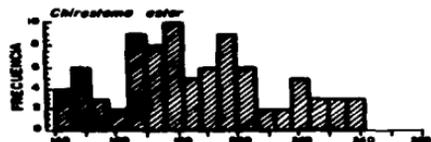
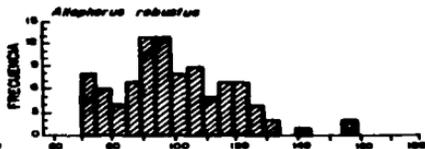
ESPECIE	COLECCION	NO CATALOGO	EJEMPLARES
<i>P. australe</i>	S.P.H.M.T.S.	397	4
<i>P. biellipticum</i>	G.D. (M.H.N.G.) U.S.N.M.H.C.	T38-39 63170-73, 67959	2 12
<i>P. boydae</i>	G.D. (M.H.N.G.)	T53-54	4
<i>P. brevicaudatum</i>	G.D. (M.H.N.G.)	T65-70	6
<i>P. cuticola</i>	G.D. (M.H.N.G.)	L51-54	4
<i>P. giganteum</i>	M.H.N.G.	983.1029	2
<i>P. grande</i>	I.O.C.	17309	1
<i>P. linguaeforme</i>	Col. Pear. U.S.N.M.H.C.	78448	2 1
<i>P. macrocotyle</i>	G.D. (M.H.N.G.)	L85	4
<i>P. minimum</i>	U.S.N.M.H.C.	8922, 62931, 35096, 72632, 76661-69, 79944, 80160, 61225, 74757, 63275	50+
<i>P. nanum</i>	I.O.C. G.D. (M.H.N.G.)	30546, 30549 N68-69	4 9
<i>P. obesum</i>	U.S.N.M.H.C.	72783	2
<i>P. opisthosicya</i>	G.D. (M.H.N.G.)	T55-57	11
<i>P. prosostomum</i>	G.D. (M.H.N.G.)	L99-100	2

S.P.H.T.M.S. = School Public Health Tropical Medicine Sydney
 G.D. = Colección Georges Dubois
 M.H.N.G. = Museum d' Histoire naturelle de Geneve
 U.S.N.M.H.C. = U.S. National Museum Helminthological Collection
 Col Pear. = Colección J.C. Pearson.

Apéndice 4

Parámetros estadísticos y distribución de frecuencias de los peces analizados durante el período de estudio, en el Lago de Patzcuaro, Michoacán.

Parámetro	LONGITUD PATRON, mm					
	<i>A. robustus</i>	<i>N. diazi</i>	<i>G. atripinnis</i>	<i>C. ester</i>	<i>Ch. thalassium</i>	<i>Ch. grandoculis</i>
TAMANO DE MUESTRA	67	66	102	67	98	100
PROMEDIO	100.134	54.6326	90.6808	84.988	78.2041	62.39
MEDIANA	98	55	92	103	78	62
MODA	92	68	82	100	75	79
MEDIA GEOMETRICA	58.4783	33.8019	56.8349	104.787	77.8405	61.6325
VARIANZA	348.221	105.995	1004.47	680.408	58.8798	78.9385
DESVIACION STANDARD	18.607	10.2954	31.6284	26.2756	7.65353	8.77127
ERROR STANDARD	1.86626	1.02131	3.13612	2.61704	0.773253	0.677127
MINIMO	69	33	33	140	60	63
MAXIMO	157	73	143	242	98	103
INTERVALO	88	42	112	102	38	38



APENDICE 5.

Colecciones y numeros de catálogo donde han sido depositados los ejemplares (metacercarias y adultos) de *Posthodiplostomum minimum* del presente estudio.

COL. HELM. IDUNAM U.S.NAT.MUS.HELM.COLL.

METACERCARIAS

HOSPEDERO

<i>Chirostoma estor</i>	239-12	82104
<i>Ch. attenuatum</i>	246-21	82105
<i>Ch. grandocule</i>	246-22	82106
<i>Goodea stripinnis</i>	248-3	82110
<i>Allophorus robustus</i>	246-23	82107
<i>Neophorus diazi</i>	246-24	82108
<i>Algansea lacustris</i>	246-25	82109

ADULTOS

HOSPEDERO

<i>Egretta thula</i>	239-19,20	82111
<i>Casmerodius albus</i>	247-1	82112
<i>Nycticorax nycticorax</i>	247-2	82113
<i>Ambystoma dumerilii</i>	247-4	82116
<i>Kinosternon hirtipes</i>	247-5	82117
<i>Mus musculus</i> (exper)	247-3	82114
<i>Gallus gallus</i> (exper)	239-14	82115

APENDICE 6A

Morfometría de las metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* obtenidos de infecciones naturales en siete especies de peces endémicas del Lago de Patzcuaro, Mich. Las metacercarias proceden del hígado en todos los casos excepto en *A. lacustris*, recolectadas del mesenterio. Se indica el mínimo, el máximo y entre paréntesis el promedio para cada carácter

	CYPRINIDAE		GOODEIDAE	
	<i>A. lacustris</i> n=14	<i>A. robustus</i> n=20	<i>G. strippinnis</i> n=20	<i>N. diazi</i> n=20
LT	0.76-1.39 (0.98)	0.64-1.20 (0.96)	0.54-1.10 (0.90)	0.72-1.35 (0.91)
SAL	0.45-0.96 (0.71)	0.50-0.83 (0.74)	0.41-0.83 (0.69)	0.58-0.90 (0.70)
SAA	0.20-0.55 (0.36)	0.14-0.28 (0.19)	0.12-0.34 (0.21)	0.12-0.40 (0.22)
SPL	0.19-0.49 (0.31)	0.14-0.32 (0.23)	0.12-0.28 (0.22)	0.14-0.31 (0.23)
SPA	0.19-0.50 (0.32)	0.12-0.27 (0.19)	0.14-0.34 (0.19)	0.14-0.28 (0.19)
VOL	0.03-0.06 (0.04)	0.02-0.04 (0.04)	0.02-0.05 (0.04)	0.03-0.04 (0.03)
VOA	0.02-0.06 (0.04)	0.02-0.04 (0.03)	0.02-0.04 (0.03)	0.01-0.03 (0.03)
FAL	0.02-0.05 (0.03)	0.01-0.03 (0.02)	0.02-0.04 (0.02)	0.02-0.03 (0.02)
FAA	0.01-0.05 (0.02)	0.01-0.02 (0.01)	0.01-0.04 (0.02)	0.01-0.03 (0.02)
ACL	0.05-0.07 (0.06)	0.03-0.06 (0.05)	0.03-0.06 (0.04)	0.03-0.06 (0.05)
ACA	0.03-0.07 (0.06)	0.04-0.06 (0.05)	0.04-0.06 (0.05)	0.04-0.06 (0.05)
OTL	0.07-0.17 (0.13)	0.07-0.11 (0.09)	0.06-0.11 (0.08)	0.06-0.10 (0.08)
OTA	0.07-0.19 (0.12)	0.06-0.11 (0.08)	0.06-0.12 (0.08)	0.04-0.14 (0.08)
DACOT	0.01-0.08 (0.05)	0.02-0.07 (0.05)	0.02-0.10 (0.05)	0.01-0.09 (0.05)
DACSA	62.7/100	71.4/100	72.1/100	70.7/100

	ATHERINIDAE		
	<i>Ch. attenuatum</i> n=21	<i>Ch. estor</i> n=19	<i>Ch. grandocule</i> n=21
LT	0.74-0.16 (0.10)	0.06-1.19 (0.74)	0.55-1.32 (0.91)
SAL	0.58-0.93 (0.80)	0.43-0.95 (0.59)	0.45-1.03 (0.74)
SAA	0.17-0.41 (0.23)	0.22-0.30 (0.25)	0.11-0.40 (0.23)
SPL	0.13-0.28 (0.21)	0.08-0.26 (0.18)	0.14-0.35 (0.20)
SPA	0.17-0.28 (0.22)	0.19-0.33 (0.24)	0.14-0.37 (0.22)
VOL	0.02-0.04 (0.03)	0.03-0.05 (0.04)	0.02-0.05 (0.04)
VOA	0.02-0.04 (0.03)	0.02-0.04 (0.03)	0.02-0.05 (0.03)
FAL	0.02-0.03 (0.03)	0.03-0.04 (0.04)	0.02-0.05 (0.03)
FAA	0.01-0.03 (0.02)	0.02-0.04 (0.02)	0.01-0.03 (0.02)
ACL	0.03-0.07 (0.05)	0.04-0.07 (0.05)	0.03-0.06 (0.05)
ACA	0.03-0.06 (0.05)	0.04-0.06 (0.05)	0.04-0.06 (0.05)
OTL	0.07-0.12 (0.09)	0.07-0.12 (0.09)	0.06-0.14 (0.10)
OTA	0.07-0.11 (0.09)	0.07-0.11 (0.10)	0.07-0.14 (0.10)
DACOT	0.02-0.10 (0.06)	0.01-0.08 (0.03)	0.01-0.08 (0.04)
DACSA	70.6/100	69.3/100	67.2/100

APENDICE 6B

Morfometría de las formas adultas de *Posthodiplostomum minimum* en tres especies de hospederos definitivos naturales (Aves) en el Lago de Patzcuaro, Mich. Se indica el mínimo, el máximo y entre paréntesis el promedio para cada carácter.

	<i>Nycticorax nycticorax</i> n=35	<i>Egretta thula</i> n=35	<i>Casmerodius albus</i> n=35
LT	0.33-0.88 (0.65)	0.43-1.09 (0.79)	0.59-1.23 (0.86)
AM	0.12-0.36 (0.24)	0.16-0.45 (0.28)	0.17-0.40 (0.27)
SAL	0.22-0.77 (0.47)	0.27-0.85 (0.52)	0.40-1.03 (0.56)
SAA	0.17-0.36 (0.24)	0.15-0.45 (0.28)	0.12-0.40 (0.27)
SPL	0.10-0.32 (0.18)	0.14-0.40 (0.26)	0.17-0.44 (0.31)
SPA	0.10-0.23 (0.16)	0.11-0.30 (0.19)	0.13-0.36 (0.19)
VOL	0.02-0.06 (0.03)	0.03-0.06 (0.04)	0.02-0.05 (0.04)
VOA	0.02-0.05 (0.03)	0.03-0.06 (0.04)	0.02-0.05 (0.04)
FAL	0.02-0.04 (0.03)	0.02-0.05 (0.03)	0.03-0.05 (0.04)
FAA	0.02-0.04 (0.02)	0.01-0.04 (0.03)	0.02-0.04 (0.03)
ACL	0.02-0.05 (0.04)	0.03-0.07 (0.05)	0.03-0.07 (0.05)
ACA	0.03-0.05 (0.04)	0.04-0.07 (0.05)	0.03-0.08 (0.05)
OTL	0.05-0.12 (0.08)	0.05-0.12 (0.08)	0.07-0.17 (0.11)
OTA	0.05-0.16 (0.09)	0.06-0.15 (0.09)	0.06-0.16 (0.10)
TAL	0.03-0.07 (0.05)	0.04-0.10 (0.07)	0.05-0.14 (0.10)
TAA	0.04-0.15 (0.07)	0.04-0.24 (0.11)	0.06-0.15 (0.10)
TPL	0.03-0.09 (0.06)	0.04-0.13 (0.08)	0.01-0.18 (0.11)
TPA	0.06-0.20 (0.10)	0.06-0.21 (0.14)	0.08-0.26 (0.17)
HL	0.07-0.09 (0.08)	0.07-0.11 (0.09)	0.08-0.09 (0.09)
HA	0.04-0.07 (0.05)	0.05-0.08 (0.06)	0.05-0.06 (0.05)
DACOT	0.01-0.05 (0.02)	0.01-0.05 (0.02)	0.01-0.14 (0.03)
SP/SA	0.13-1.25 (0.44)	0.28-0.84 (0.52)	0.22-0.97 (0.58)
AC/SA	0.04-0.17 (0.09)	0.06-0.16 (0.10)	0.05-0.14 (0.09)
SAL/SAA	0.77-5.77 (2.33)	0.91-4.69 (2.12)	1.12-6.25 (2.25)
AC/VOL	0.70-1.85 (1.07)	0.92-1.71 (1.20)	0.87-2.17 (1.24)
AC/VOA	0.85-2.40 (1.31)	1.00-1.75 (1.30)	0.85-3.28 (1.27)
No. Hues.	1-4 (1.6)	1-3 (1.8)	1-5 (3.0)
DV1TSA	30.9-56.4/100	38.8-56.5/100	31.6-80.2/100
DACSA	49.2-95.1/100	53.4-85.6/100	55.7-85.1/100

APENDICE 6C

Morfometría de las formas adultas de *Posthodiplostomum minimum* en tres especies de hospederos definitivos naturales (anfibios y reptiles) en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Se indica el mínimo, el máximo y entre paréntesis el promedio para cada caracter.

	<i>Ambystoma dumerilii</i> n=2	<i>Kinosternon hirtipes</i> n=6
LT	0.70-1.02 (0.86)	0.56-1.16 (0.89)
AM	0.26-0.28 (0.27)	0.34-0.39 (0.37)
SAL	0.56-0.81 (0.68)	0.39-0.81 (0.61)
SAA	0.26-0.28 (0.27)	0.34-0.39 (0.37)
SPL	0.14-0.19 (0.17)	0.23-0.44 (0.30)
SPA	0.19-0.26 (0.23)	0.21-0.37 (0.27)
VOL	0.03-0.03 (0.03)	0.03-0.05 (0.04)
VOA	0.02-0.03 (0.03)	0.03-0.04 (0.03)
FAL	0.03-0.03 (0.03)	0.03-0.04 (0.03)
FAA	0.03-0.03 (0.03)	0.02-0.03 (0.03)
ACL	0.04-0.04 (0.04)	0.04-0.05 (0.04)
ACA	0.03-0.04 (0.04)	0.04-0.05 (0.04)
OTL	0.11-0.12 (0.11)	0.07-0.12 (0.11)
OTA	0.12-0.14 (0.13)	0.10-0.12 (0.12)
OVL	0.02-0.03 (0.02)	0.03-0.09 (0.05)
OVA	0.02-0.04 (0.03)	0.03-0.05 (0.04)
TAL	0.03-0.04 (0.03)	0.05-0.11 (0.07)
TAA	0.07-0.09 (0.08)	0.06-0.14 (0.09)
TPL	0.04-0.07 (0.05)	0.06-0.12 (0.09)
TPA	0.07-0.09 (0.08)	0.06-0.14 (0.09)
DACOT	0.04-0.05 (0.05)	0.01-0.03 (0.02)
SP/SA	0.24-0.26 (0.25)	0.38-0.61 (0.51)
AC/SA	0.05-0.07 (0.06)	0.05-0.11 (0.08)
SAL/SAA	1.96-3.15 (2.55)	1.00-2.17 (1.64)
AC/VOL	1.63-1.75 (1.69)	0.93-1.50 (1.27)
AC/VOA	1.30-1.43 (1.36)	1.09-1.50 (1.31)
DACSA*	60.5-73.0/100	40.0-71.4/100

APENDICE 6D

Morfometría de las formas adultas de *Posthodiplostomum minimum* en tres especies de hospederos definitivos experimentales en el Lago de Patzcuaro, Mich. Se indica el mínimo, el máximo y entre parentesis el promedio para cada caracter.

	<i>Gallus gallus</i> n=31	<i>Nus musculus</i> n=35
LT	0.76-1.71(1.21)	1.69-1.96(1.84)
AM	0.18-0.56(0.33)	0.13-0.30(0.23)
SAL	0.59-1.08(0.81)	0.54-0.80(0.68)
SAA	0.18-0.56(0.33)	0.13-0.30(0.23)
SPL	0.14-0.79(0.40)	0.13-0.30(0.20)
SPA	0.14-0.41(0.27)	0.13-0.23(0.16)
VOL	0.03-0.06(0.04)	0.03-0.05(0.04)
VOA	0.03-0.04(0.03)	0.02-0.04(0.03)
FAL	0.03-0.05(0.04)	0.03-0.05(0.04)
FAA	0.02-0.03(0.03)	0.02-0.03(0.02)
ACL	0.04-0.08(0.06)	0.04-0.07(0.05)
ACA	0.03-0.09(0.06)	0.04-0.07(0.05)
OTL	0.07-0.19(0.13)	0.10-0.15(0.12)
OTA	0.06-0.20(0.13)	0.10-0.17(0.12)
OVL	0.04-0.14(0.08)	0.03-0.08(0.05)
OVA	0.05-0.12(0.08)	0.04-0.09(0.06)
TAL	0.05-0.19(0.12)	0.03-0.07(0.05)
TAA	0.07-0.32(0.20)	0.05-0.10(0.07)
TPL	0.05-0.32(0.17)	0.03-0.09(0.06)
TPA	0.08-0.40(0.24)	0.07-0.13(0.09)
HL	0.09-0.12(0.10)	
HA	0.06-0.07(0.07)	
DACOT	0.01-0.10(0.05)	0.01-0.05(0.03)
SP/SA	0.17-1.07(0.50)	0.20-0.41(0.29)
AC/SA	0.04-0.11(0.07)	0.06-0.10(0.08)
SAL/SAA	1.68-4.64(2.64)	1.96-4.67(3.05)
AC/VOL	0.78-2.13(1.37)	0.93-1.60(2.28)
AC/VOA	1.11-2.78(1.82)	1.40-2.83(1.90)
No HUE	1-4(2.1)	
DVITSA*	47.6-70.4/100	
DACSA	45.7-85.0/100	

LITERATURA CITADA.

- AHO, J.M., J.W. CAMP and G.W. ESCH. 1982. Long-term studies on the population biology of *Diplostomum scheuringi* in a thermally altered reservoir. *J. Parasitol.* 68(4):695-708.
- AMIN, O.M. 1975. Intestinal Helminths of some southeastern Wisconsin Fishes. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 42(1): 43-46.
- 1977. Distribution of fish parasites from two southeast Wisconsin streams. *Wisconsin Acad. Sci. Arts and Letters* 65: 225-230.
- 1982. Two larval trematodes (Strigeoidea) of fishes in Southeastern Wisconsin. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 49(2): 207-213.
- ARREDONDO, F., J.L. y R. JUAREZ, 1986. *Ciprinicultura. Manual para el cultivo de carpas.* Dirección General de Acuacultura Acuacultura, Secretaría de Pesca, México. 121 p.
- 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.* Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 91-133 p.
- AVAVULT, J.W. Jr. and R.O. SMITHERMAN. 1965. Experimental host specificity of *Posthodiplostomum minimum*. *Exp. Parasitol.* 17: 268-270.
- and R. ALLISON. 1965. Experimental biological control of a trematode parasite of bluegill. *Exp. Parasitol.* 17: 296-301.
- BAILEY, W.C., 1984. Epizootiology of *Posthodiplostomum minimum* (McCallum) and *Proteocephalus ambloplitis* (Leidy) in Bluegill (*Lepomis macrochirus* Rafinesque). *Can. J. Zool.* 62: 1363-1366.
- BAKKE, T.A. 1988a. Morphology of adult *Phyllodistomum umblae*

(Fabricius) (Platyhelminthes, Gorgoderidae): the effect of preparation, killing and fixation procedures. Zool. Scr. 17: 1-13.

- 1988b. Abnormalities in adult digeneans, with special reference to *Phyllodistomum umblae* (Fabricius) (Platyhelminthes, Gorgoderidae). Zool. Scr. 17: 123-134.
- BARBOUR, C.D. 1973a. The systematics and evolution of the genus *Chirotostoma* Swainson (Pisces: Atherinidae). Tulane Studies in Zoology and Botany 18(3): 97-141.
- 1973b. A biogeographical history of *Chirotostoma* (Pisces: Atherinidae): A species flock from Mexican plateau. Copeia 1973: 533-556.
- and B. CHERNOFF. 1984. Comparative Morphology and Morphometrics of the pescados blancos from Lake Chapala, Mexico. In: Echelle, A. and I. Kornfield (eds.). Evolution of Fish Species Flock. Univ. of Maine at Orono Press. E.U.: 111-127.
- and R.R. MILLER. 1978. A revision of the Mexican cyprinid fish genus *Algansea*. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. of Michigan No. 155. 72 p.
- BEDINGER, C.A. Jr. and T.G. MEADE. 1967. Biology of a new cercaria for *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae). J. Parasitol. 53(5): 985-988.
- BERRIE, A.D. 1960. The influence of various definitive hosts on the development of *Diplostomum phoxini* (Strigeida: Trematoda). J. Helminthol. 34(3/4): 205-210.
- BLACKITH, R.E. and R.A. REYMENT. 1971. Multivariate morphometrics. Academic Press. New York. 921 p.
- BLANKESPOOR, H.D. 1974. Host-induced variation in *Plagiiorchis noblei* Park, 1936. (Plagiiorchiidae: Trematoda). Amer. Midland Natur. 92(2): 415-433.
- CABALLERO, C.E., 1940. Sanguijuelas del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie *Illinobdella patzcuarensis*. XIV An. Inst. Biol. Mex. 11: 449-464.

- , L. FLORES y F. GARCIA, 1960. Investigaciones sobre dermatitis esquistosómica en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. II Mem. y Rev. de la Acad. Nal. de Ciencias. 59: 89-96.
- , L. FLORES y E. HIDALGO, 1961. Investigaciones sobre dermatitis esquistosómica en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. I. Descripción de una nueva forma de cercaria. Rev. Biol. Trop. 9(1):17-21.
- CAMP, J.W., 1988. Occurrence of the trematodes *Uvulifer ambloplitis* and *Posthodiplostomum minimum* in juveniles *Lepomis macrochirus* from Northeastern Illinois. Proc. Helminthol. Soc. Wash. 55(1): 100-102.
- , J.M. AHO and G.W. ESCH. 1982. A long-term study on various aspects of the population biology of *Ornithodiplostomum ptychocheilus* in a south Carolina cooling reservoir. J. Parasitol. 68(4): 704-718.
- CAMPBELL, N.A. 1976. A multivariate approach to variation in Microfilaria. Examination of the species *Wuchereria levisi* and demes of the species *B. bancrofti*. Aust. J. Zool. 24: 105-114.
- CAMPBELL, R., 1972. New experimental host for *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) J. Parasitol. 58(6): 1051.
- CHACON, T.A., L.G. ROSS and M.C.M. BEVERIDGE, 1989. Lake of Patzcuaro, Mexico: Results of a new morphometric study and its implications for productivity assessments. Hydrobiologia 184: 125-132.
- , R. PEREZ y E. MUSQUIZ. 1991. Biología Acuática 1. Síntesis limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Sria. de Didusión Cultural. Editorial Universitaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 48 p.
- CHUBB, J.C. 1979. Seasonal Occurrence of Helminths in Freshwater Fishes. Part II. Trematoda. In: Lumsden, Muller and

- Baker (Eds.) *Advances in Parasitology* Vol. 17. Academic Press. London. p.141-313.
- CIUREA, I., 1930. Contributions a l' etude morphologique et biologique de quelques strigeidés des oiseaux ichtyophages de la faune de Roumanie. *Arch. Roum. de Pathol. Expér.* III (3): 277-293.
- CLAUDIN, Z.C., y Y. RUBIO, 1983. Aspectos biológicos y aprovechamiento del pescado blanco del Lago de Patzcuaro. *Ocelote* 1(1): 14-15.
- COLLES, D.A. 1971. An application of numerical methods to the systematics of microfilariae. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 65(2): 248-251.
- COLLEY, F.C., and A.C. OLSON, 1963. *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae) in fishes of lower Otay Reservoir, San Diego County, California. *J. Parasitol.* 49: 149.
- CRISCI, V. y M.F. LOPEZ 1983. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 132 p.
- CRITES, J.L., 1962. Morphology as a basis of identification and classification of parasites. *J. Parasitol* 48(5): 625-655.
- CRUZ R. A., 1974. Primer registro y redescrpción de *Ophiotania racemosa* (Rudolphi, 1819) La Rue, 1911 recolectada en dos especies de Colúbridos de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón Mex.* 45 Ser. Zool. (1): 51-64.
- DARLINGTON, P.J. 1957 *Zoogeography: The geographical distribution of animals*. J. Wiley and Sons. New York. 675 p.
- DE BUEN, F., 1941. Las variaciones físicas y químicas de las aguas del Lago de Patzcuaro, desde Octubre de 1941. *Invest. Est. Limnol. Patzcuaro* 7: 1-25.
- , 1944a. Los Lagos Michoacanos II. Patzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Mexico* 5: 99-125.

- . 1944b. Limnobiologia de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. Mex. XVI (1): 261-312.
- DENISOV, A.I., and V.I. APANAS. 1913. Biological basis for the control of *Posthodiplostomum* in pond fish. Veterinariya Moscow 7: 63-65.
- DÖNGES, J. 1964. Der Lebenszyklus von *Posthodiplostomum cuticola* (v. Nordmann, 1832) Dubois, 1936 (Trematoda:Diplostomatidae). Z. f. Parasitenkunde 24: 169--248.
- DOGIEL, V.A. 1964. General Parasitology. Academic Press. New York. 516 p.
- DRONEN, N.O. 1985. Digenetic tematodes from the roseate spoonbill, *Ajaia ajaja* from the Texas Gulfcoast. Trans Am. Microsc. Soc 104(3): 261-265.
- DUBOIS, G., 1935a. Contribution a l'étude de quelques parasites de l'ordre des Strigeatoidea. Rev. suisse Zool. 42(1): 1-19.
- , 1935b. *Neodiplostomum impraeputratum* Dubois, 1934, nouveau parasite de Oiseaux (Trematoda: Alaridae). Rev. suisse Zool., 42(24): 587-542.
- , 1936. Nouveaux principes de classification des Trématodes du groupe des Strigeida. Rev. suisse Zool. 43(19): 507-515.
- , 1937a. Contribution a l'étude des Diplostomes D'Oiseaux (Trematoda: Diplostomidae Poirier, 1886). Bull. Soc. neuchat. Sci. nat. 62: 99-128.
- , 1937b. Sur quelques Strigéidés. Rev. suisse Zool., 44(25): 391-397.
- , 1937c. Etude de quelques Strigéidés D'Australie et notes sur le genre *Fibricola* Dubois, 1932. Ann. Parasitologie XV(4): 231-247.
- , 1938a. Monographie des Strigeida (Trematoda). Mem. Soc. neuchat. Sci. nat. Tome VI: 1-528.
- , 1938b. Liste systématique des Strigéidés du Brésil

- et du Venezuela. *Livro jubilar do Profesor Lauro Travassos*. Rio de Janeiro: 145-155.
- , 1952. Revision de quelques Strigeides (Trematoda). *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 75:73-86.
- , 1958. Quelques strigeida (Trematoda) de la Collection R-PH. Dolfus. *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 81: 55-61.
- , 1964. Du statut de quelques Strigeata La Rue, 1926 (Trematoda). I *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 87: 27-71.
- , 1968. Synopsis des Strigeidae et des Diplostomidae (Trematoda). *Mem. Soc. neuchatel. Sci. nat.* X: 1-258.
- , 1969. Les Strigeata (Trematoda) de la Collection Elizabeth M. Boyd. *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 92: 5-12.
- , 1970. Synopsis des Strigeata et des Diplostomatidae (trematoda). *Mem. Soc. neuchatel. Sci. nat.* X: 259-727.
- , 1977. Du statut de Quelques Strigeata La Rue, 1920 (Trematoda). V. *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 100: 35-44.
- , 1978. Notes helminthologiques IV: Strigeidae Railliet, Diplostomidae Poirier, Proterodiplostomidae Dubois et Cyathocotylidae Poche (Trematoda). *Rev. suisse Zool.* 85(3): 607-615.
- , 1988. Quelques Strigeoidea (Trematoda) récoltés au Paraguay par les expéditeurs du muséum d'Histoire naturelle de Genève, au cours des années 1979, 1982 et 1985. *Rev. suisse Zool.* 95(2): 521-532.
- , and L.M. ANGEL, 1972. Strigeata (Trematoda) of Australian birds and mammals from the Helminthological Collection of the University of Adelaide. *Trans. R. Soc. Aust.* 96(4): 197-215.
- and J.K. MACKO, 1972. Contribution a l'étude des

- Strigeata La Rue, 1926 (Trematoda: Strigeida) de Cuba. *Annales de Parasitologie* (Paris) 47(1): 51-57.
- and J.C. PEARSON, 1967 Quelques Strigeida (Trematoda) D' Australie. II. V. *Bull. Soc. neuch. Sci. nat.* 90: 185-204.
- e I. PEREZ-VIGUERAS, 1949. Notas rectificativas sobre algunos estrigeidos de la isla de Cuba. *Universidad de la Habana Cuba 82-87*: 260-266.
- and R. RAUSCH, 1948. Seconde contribution a l'etude des strigeides (Trematoda) Nord-Américains. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 71: 29-61.
- and RAUSCH, 1950. A Contribution to the study of North American Strigeids (Trematoda). *Am. Midl. Nat.* 43(1): 1-31.
- ESCH, G.W., G.C. CAMPBELL, R.E. CONNERS and J.R. COGGINS. 1976. Recruitment of helminth parasites of bluegills (*Lepomis macrochirus*) using a modified live-box technique. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105: 486-490.
- ESPINA A.S., J. LATOURNERIE, A. SANCHEZ Y M. VEGA. (en prensa) Determinación del balance energético en el pescado blanco adulto, *Chirotoma estor* J. (Pisces: Atherinidae). *An. Inst. Cien. Mar y Limnol.* UNAM. México.
- FERGUSON, M.S. 1938. Experimental studies on *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) a trematode of herons. *J. Parasitol* 24(suppl): 31.
- FERGUSON, M.S. 1940. Excystment and sterilization of metacercariae of the avian strigeid trematode *Posthodiplostomum minimum* and their development into adult worms in sterile cultures. *J. Parasitol* 26(5): 359-372.
- FERGUSON, M.S. 1943. Experimental studies on the fish hosts of *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Strigeidae). *J. Parasitol* 29(5): 350-353.
- FISCHTHAL, J.H. and P. NASIR. 1974. Some digenetic trematodes of

- birds and a mammal from Venezuela. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 41(2): 178-183.
- and J.D. THOMAS. 1968. Digenetic trematodes of some freshwater and marine fishes from Ghana. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 35(2): 126-140.
- FLORES-BARROETA, L. 1953. Céstodos de Vertebrados I. *Bothriocephalus manubriformis* (Linton, 1889). *Ciencia* 8: 31-36.
- FRIED, B. 1970. Excystation of metacercariae of *Posthodiplostomum minimum* Hoffman, 1958 and their development in the chick and the chorioallantoides. *J. Parasitol.* 56(5): 944-946.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 71 p.
- GARCIA, P.L., H. MEJIA y G. PEREZ-PONCE DE LEON, 1988. Hallazgo del plerocercario de *Ligula intestinalis* (Cestoda) en algunos peces dulceacuicolas de México. *An. Inst. Biol. Mex.* 58 Ser Zool. (2): 887-888.
- GARCIA, P.L., G. PEREZ-PONCE DE LEON Y P. RAMOS. (en proceso) Helmintos entéricos de *Podylimbus podiceps* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.
- GUPTA, N.K. and P.N. MISHRA. 1974. On a new trematode *Posthodiplostomum* family Diplostomatidae from *Milvus migrans*. *Indian J. Zool.* 2(1): 23-25.
- HALEY, J.A. 1962. The role of host relationships in the systematics of helminth parasites. *J. Parasitol.* 48(5): 671-678.
- HARVEY, J.R. and T.G. MEADE. 1969. Observations on the effects of fish serum on cercarial and metacercarial stages of *Posthodiplostomum minimum*. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 36(2): 211-214.
- HECKMANN, R.A. and H.L. CHING. 1987. Parasites of the cutthroat trout *Salmo clarki* and longnose suckers, *Catostomus*

catostomus from Yellowstone lake, Wyoming. *Great Basin Naturalist* 47(2): 260-275.

- HENDRICKSON, G.L. 1978. Observations on strigeoid trematodes from the eyes of southeastern Wyoming fish. II. *Diplostomum scheuringi* Hughes, 1929; *Neascus ptychocheilus* (Faust, 1917) and other types. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 45(1): 64-68.
- 1979a. Migration and localization of *Ornithodiplostomum ptychocheilus* (Trematoda: Diplostomatidae) in the fish intermediate host. *Diss. Abst. Int.* 39(8).
- 1979b. *Ornithodiplostomum ptychocheilus*: Migration to the brain of the fish intermediate host, *Pimephales promelas*. *Exp. Parasitol.* 48: 245-258.
- 1986. Observations on the life cycle of *Ornithodiplostomum ptychocheilus* (Trematoda: Diplostomatidae). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 53(2): 166-172
- HOFFMAN, G.L. 1958a. Studies on the life-cycle of *Ornithodiplostomum ptychocheilus* (Faust) (Trematoda: Diplostomatidae) and the "self cure" of infected fish. *J. Parasitol* 44(4): 416-421.
- 1958b. Experimental studies on the cercaria and metacercaria of a strigeid trematode, *Posthodiplostomum minimum*. *Exp. Parasitol.* 7: 23-50.
- 1960. Synopsis of Strigeatoidea (Trematoda) of fishes and their life cycles. *Fishery Bulletin of the fish and wildlife service.* 60: 439-469.
- 1975. Lesions due to Internal Helminths of Freshwater Fishes. In: Ribelin W.E. and G. Migaki (eds.). *The Pathology of Fishes*. Univ. of Wisconsin Press. U.S.A. 1004 p.
- and HUTCHESON, 1970. Unusual pathogenicity of a comun metacercaria of fish. *J. Wildlife Dis.* 6: 109.

- HUBBS, C.L. and C.L. TURNER. 1939. Studies of the fishes of the order Cyprinodontes. VXI. A revision of the Goodeidae. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan* No. 42: 1-80.
- HUGHES, R.C., 1928. Studies on the trematode family Strigeidae (Holostomidae) NO. IX *Neascus vancleavei* (Agersborg). *Trans. Amer. Micros. Soc.* 47: 320-341.
- and F.R. PISZCECK. 1928. Studies on the trematode family Strigeidae (Holostomidae) No. XI. *Neascus ptychocheilus* (Faust). *J. Parasitol.* 15: 58-62.
- HUNTER, G. y H. HUNTER, 1940. Studies on the development of the metacercaria and the nature of the cyst of *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) (Trematoda: Strigeida). *Trans Amer. Micros Soc.* LIX(1): 52-63.
- HUTCHINSON, G.E., R. PATRICK and E.S.DEEVEY. 1950. Sediment of lake Patzcuaro Michoacan, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.* 67:1491-1504.
- INGHAM, R.E. and N.O. DRONEN, Jr. 1980. Endohelminth parasites from largemouth bass, *Micropterus salmoides* in Balton and Livingston reservoirs, Central Texas. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 47(1): 140-142.
- JANOVY, J.Jr. and E.L. HARDIN. 1987. Population dynamics of the parasites in *Fundulus zebrinus* in the Platte River of Nebraska. *J. Parasitol.* 73(4): 689-696.
- KAMENSKII, I.V., 1969. The seasonal dynamics of Posthodiplostomiasis in fish in the lower Volga region. *Byull. Uses. Inst. Gel'mint K.I. Skryabina* 2: 67-69.
- 1971. The epizootiology of *Posthodiplostomum cuticula* infection in the waters of the lower Volga region. *Trudy. Usesyuznogo Nauchno Issledavatel' Skojo Intituta Prodovogo Rybnogo Khozyastra* 18: 82-90.
- KELLOG, S.J. and A.C. OLSON. 1963. Some factors influencing the infectivity of the metacercariae of *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda:Diplostomatidae). *J. Parasitol* 49: 744.

- KENNEDY, C.R. 1975. *Ecological Animal Parasitology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 163 p.
- KENNEDY, M.J. 1980. Host-induced variations in *Haematoloechus buttensis* (Trematoda: Haematoloechidae). *Can. J. Zool.* 58(3): 427-442.
- KRULL, W.H. 1934. *Neodiplostomum pricei* n. sp., a new trematode from a gull, *Larus novaehollandiae*. *J. Wash. Acad. Sci.* 24(8): 353-356.
- LANOTHE-ARGUMEDO, R., 1982. Monogéneos parásitos de peces VIII. Descripción de una nueva especie del género *Octomacrum* Müller, 1934 (Monogenea: Discocotylidae) *An. Inst. Biol. Mex. Ser. Zool.* 51(1): 69-84.
- y G. PEREZ-PONCE DE LEON, 1986. Hallazgo de *Posthodiplostomum minimum* McCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en *Egretta thula* en México. *An. Inst. Biol. Mex. Ser. Zool.* (2): 235-246.
- LARA VARGAS, A. 1980. Introducción de especies nuevas al Lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. *Memorias 2o Simposio Latinoamericano de Acuicultura*. p. 490-524.
- LEMLY, D.A. and G.W. ESCH. 1984. Population biology of the trematode *Uvulifer ambloplitis* (Hughes, 1927) in juvenile bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus* and largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *J. Parasitol* 70: 461-465.
- LIZARRAGA, 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 p. 49-70.
- LOT, H.A. y A. NOVELO. 1988. Vegetación acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Southwest. Natur.* 33(2): 167-175.

- LUMSDEN, R.D. and J.A.ZISCHKE. 1963. Studies on the trematodes of Louisiana birds. *Z.f. Parasitenkunde* 22: 316-366.
- LUNG-TSU, PEI. 1966. A new genus and 6 species of the family Diplostomatidae. *Acta Zootax. Sin.* 3(3): 224-232.
- MACCALLUM, G.A. 1921. Studies in Helminthology. *Zoopatologica* 1: 142-144.
- MACKO, J.K. and V. BIROVA. 1987. On the variability of *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) in domestic and free living animals I. On individual variability of *D. dendriticum* in the domestic ruminants on the East Slovakia territory. *Helminthologia* 24: 53-66.
- MARGOLIS, L. and J.R. ARTHUR. 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. Bulletin 199. Department of Fisheries and Oceans. Canada. 270 p.
- , G.W. ESCH, J.C. HOLMES, A.M. KURIS and G.A. SCHAD. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.* 68(1): 131-133.
- MAYR, E. and P.D. ASHLOCK. 1991. *Principles of Systematic Zoology*. 2nd. Ed. McGraw-Hill Co. New York. 475 p.
- MCDANIEL, J.S. and H.H. BAILEY, 1974. Seasonal population dynamics of some helminth parasites of centrarchid fishes. *Southwest. Natur.* 18(4): 403-416.
- MEADE, G.T. and C.A. BEDINGER, Jr. 1967. *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda:Diplostomatidae) in fishes of Madison County, eastern Texas. *Southwest. Natur.* 12(3): 329-337.
- 1972. Helminth parasitism in some species of freshwater fishes of eastern Texas. *Southwest. Natur.* 16(3,4): 281-295.
- MILLER, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. *An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx.* 30:121-153.
- MILLER, J.H., 1954. Studies on the life history of

- Posthodiplostomum minimum* (McCallum, 1921). *J. Parasitol.* 40: 235-270.270.
- MINELLI, A. and S. RUFFO, 1990. *Great Books of Birds*. Arch. Cape Press. New York 279 p.
- MITCHELL, A.J.: C.E. SMITH y G.L. HOFFMAN, 1982. Pathogenicity and histopatology of an unusually intense infection of White Grubs (*Posthodiplostomum minimum*) in the Feathered minnow (*Pimephales promelas*). *J. of Wildlife Dis.* 18(1): 51-57.
- MITCHELL, L.G.; J. GINAL, and W.C. BAILEY, 1983. Melanotic visceral fibrosis associated with larval infections of *Posthodiplostomum minimum* and *Proteocephalus* sp in bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque, in central Iowa, U.S.A. *J. Fish Disease* 6: 135-144.
- MONDL, M.C. and F.C. RABALAIS, 1972. Helminth parasites of *Ictalurus melas*, - *Lepomis cyanellus* and *Carassius auratus* from the Ottawa National Wildlife Refuge, Ohio. *Am. Midl. Nat.* 87 (2): 543-545.
- MUZZALL, P.M. and C.R. PEEBLES, 1987. Parasites of Emerald Shiner, *Notropis atherinoides*, from two localities in the St. Marys River, Michigan, with emphasis on larval trematodes. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 54 (1): 105-110.
- , G.E. WHELAN, and C.R. PEEBLES, 1987. Parasites of burbot, *Lota lota* (family Gadidae), from the Ford River in the Upper Peninsula of Michigan. *Can J. Zool.* 65: 2825-2827.
- NIEWIADOMSKA, F, 1973. Some aspects of the biology and evolution of Strigeata La Rue and their importance in systematics of this group of trematoda. *Acta Parasitol. Pol.* 21 (3): 21-62.
- OSORIO TAFALL, B.F., 1944. Materiales para el conocimiento del microplancton del Lago de Pátzcuaro, México I. *An. Esc. nat. Cien. Biol. Mex* 2: 331-333.

- OSORIO, S.D., G. PEREZ-PONCE DE LEON y G. SALGADO-M. 1986. Helminfos de peces del lago de Pátzcuaro, Michoacán. I. Helminfos de *Chirostoma estor* el "pescado blanco". Taxonomía. An. Inst. Biol. Mex. 57 Ser. Zool. (1): 61-92.
- OSORIO, S.D., G. PEREZ-PONCE DE LEON y L. GARCIA-M., 1986. Helminfos de peces en Pátzcuaro, Michoacán II. Estudio histopatológico de la lesión causada por por metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en hígado de *Chirostoma estor*. An Inst. Biol. Mex. 57 Ser. Zool. (2): 247-260.
- OSTROWSKI DE NUÑEZ, M. 1973. Sobre el ciclo biológico experimental de *Posthodiplostomum nanum* Dubois, 1937 (Trematoda: Diplostomidae). *Physis* 32 (84): 121-132.
- PALMIERI, J., 1975. Physiological strains of the strigeoid trematode, *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae). *J. Parasitol.* 61: 1107.
- , 1976. Host parasite relationships and intraspecific variation in *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae). *Great Basin Naturalist*: 36(3): 334-346.
- , 1977a. Host-induced morphological variations in the strigeoid trematode *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae): II Body measurements and tegument modifications. *Great Basin Naturalist* 37 (3): 375-383.
- , 1977b. Host-induced morphological variations in the strigeoid trematode *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae): III organs of attachment. *Great Basin Naturalist* 37 (3): 375-383.
- , 1977c. Host-induced morphological variations in the strigeoid trematode *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae): IV organs of reproduction (ovary and testes), vitelline gland and egg. *Great*

Basin Naturalist 37 (4): 481-487.

PEARSON J.C. et G. DUBOIS, 1985. Strigeida D'Indonésie et de Malaisie, et quelque -uns D'Australie et de Tasmanie. I. Strigeoidea. *Bull. Soc. neuchat. Sci. nat.* 108: 5-21.

PEREZ-PONCE DE LEON, G. (en proceso). *Posthodiplostomum pearsoni* n. sp. (Trematoda: Diplostomatidae) from *Egretta intermedia* in Indonesia.

-----, L. GARCIA-P. y B. MENDOZA-G., 1992. Primer registro de *Ligula intestinalis* en aves de México. *An. Inst. Biol. U.N.A.M.* (en prensa).

-----, B. MENDOZA-G. y G. PULIDO-F. (en proceso) Helminths of charal prieto *Chirostoma attenuatum* (Pisces: Aterinidae) in Patzcuaro Lake, Michoacan, México.

PEREZ, V.H., y F. GARCIA DE LEON, 1985. Edad y crecimiento de *Chirostoma estor* Jordan (Pescado blanco) y *Micropterus salmoides* Lacepede (lobina negra), en el Lago de Patzcuaro, Mich., México. *Boletín del Depto de Biol. UNSNH. Morelia* p 23-48.

PEREZ-VIGUEIRAS, I., 1944. Trematodes de la super-familia Strigeoidea; descripción de un genero y siete especies nuevas. *Universidad de la Habana* 52-53-54: 293-314.

-----, 1955. Contribución al conocimiento de la fauna helmintológica cubana. *Nem. Soc. Cubana Hist. Nat.* 22 (2): 213-216.

RIVERA, H. y A. ORBE-M. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la acumara (*Algaesae lacustris*) del Lago de Patzcuaro, Michoacán. In: de la Lanza-Espino, G y Arredondo Figueroa, J.L. (compiladores). *La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción.* Instituto de Biología. U.N.A.M. México. p: 41-54.

ROJAS, C.P., y L.G. MARES, 1988. Cultivo de pescado blanco

- (*Chirostoma estor*). Informe de labores. Centro Regional de Investigación Pesquera, Pátzcuaro, Mich. 1986-1988. Instituto Nacional de la Pesca 8-18 p.
- ROSAS, M.M., 1970. Pescado blanco (*Chirostoma estor*) *Sec. Ind y Com. Comisión Nacional de Pesca*. Boletín. 29 p.
- , 1976a. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. *Memorias del Simposium sobre Pesquerías en Aguas Continentales*. Tuxtla Gtz., Chiapas. Noviembre, 1976. 299-266 p.
- , 1976b. Peces dulceacuicolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. *CESTEM No.2*. México 135 p.
- ROSAS, I., M. MAZARI, J. SAAVEDRA, and A.P. BAEZ, 1985. Benthic organisms as indicator of water quality in Patzcuaro Lake, Mexico. *Water, Air and Soil Pollut.* 25: 401-414.
- ROSAS-V., C., 1983. El pescado blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor* Jordan): presente pasado y futuro de una especie en peligro de extinción. *Ocelote* 1 (1): 12-13.
- SALGADO, M.G. 1980. Acantocéfalos de Aves I. Sobre la morfología de *Arhythmorhynchus brevis* Van Cleave, 1916 (Acantocephala: Polymorphidae). *An. Inst. Biol. UNAM* 51 Ser Zool (1): 85-94.
- , S. GUILLEN y D. OSORIO, 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 57 Ser. Zool. (1): 213-218.
- y D. OSORIO-S., 1987. Helmintos de peces en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Ciencia y Desarrollo* 74: 41-57.
- SHOOP, W.L., 1989. Systematic analysis of the Diplostomidae and Strigeidae (Trematoda). *J. Parasitol.* 75 (1): 21-32.

- SHOSTAK, A.W., J.C. TOMPKINS and T.A. DICK. 1987. The identification and morphological variation of *Diplostomum baeri bucculentum* from two gull species, using metacercarial infections from least cisco from the Northwest Territories. *Can. J. Zool.* 65: 2287-2291.
- SINGHAL, R.N., S. JEET, and R.W. DAVIES, 1986a. The relationship between changes in selected physico-chemical properties of water and the occurrence of fish parasites in Haryana, India. *Trop. Ecol.* 27: 1-9.
- , 1986b. Chemotherapy of six ectoparasitic disease of cultured fishes. *Aquaculture.* 54: 165-171.
- SMITH, M.C. and R.R. MILLER, 1980. *Allotoca maculata*, a new species of Godeid fish from Western México, with comments on *Allotoca dugesi*. *Copeia* 1980 (3): 408-417.
- SNEATH, P.H. and R.R. SOKAL, 1973. *Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification.* Freeman and Company. San Francisco 573 p.
- SOLORZANO, P.A., 1961. *Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del Lago de Patzcuaro, Mich.* Secretaría de Industria y Comercio. México. 70 p.
- SPALL, R.D. y R.C. SUMMERFELT, 1969. Host-Parasite Relations of Certain Endoparasitic Helminths of the Channel Catfish and White Crappie in an Oklahoma Reservoir. *Bull. Wildlife Disease Assoc.* 5: 48-67.
- SPALL, R.D. y R.C. SUMMERFELT, 1970. Life-cycle of the White Grub *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) (Trematoda: Diplostomatidae) and observations on host-parasite relationships of the metacercaria in fish. In: Sniezko, S.T. (Ed.) "A Symposium on diseases of fishes and shellfishes" Spec. Publ. An. Fish. Soc. 5: 218-230.
- STEEL R.G., y J.H., TORRIE, 1986. *Biostatística: principios y procedimientos.* McGraw-Hill. México 622 p.

- STUNKARD, H.W., 1957. Intraespecific variation in parasitic flatworms. *Syst. Zool.* 6 (1): 7-18.
- SUDARIKOV, V.R., 1960. Order Strigeidida (La Rue, 1926) Sudarikov, 1959 II. In: Skrjabin, K.I. (ed.). Trematodes of animals and man. Vol. XVII: 100-368. (Translated from Russia by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1964).
- SULGOSTWSKA, T, 1958. Individual variation in *Tanaisia fedtschenkoi skriabin, 1924*, in relation to the intensity of infection. *Bull. de L'Academic Polonaise des Sciences VI* (9): 389-392.
- SUTHERLAND R.D., and H.L. HOLLOWAY, 1979. Parasites of fishes of Missouri, James, Sheyenne, and Wild Rice Rivers in North Dakota. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 46(1):128-134.
- TAYLOR, F.H., 1942. New caudata and salientia from Mexico. *Univ. Kan. Sci. Bull.* 28: 295-323.
- TELLEZ, R. y O. MOTTE, 1980. Estudio planctónico preliminar del Lago de Pátzcuaro, Michoacan, México. *Memorias II Simposio Latinoamericano de Acuacultura.* Mayo 1976. Departamento de Pesca, México. Tomo III, 1797-1836.
- THRELFALL, W. and C.E. WATKINS, 1982. Metazoan parasites of three species of fish from Florida. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 49 (1): 135-137.
- TOLEDO, M.V. y N.. BARRERA-BASSOLS, 1984. *Ecología y desarrollo urbano en Pátzcuaro.* Instituto de Biología. UNAM, México. 224 p.
- TOLEDO, D.R.P., 1988. Consumo de atherinidos por la lobina negra (*Micropterus salmoides*) en el lago de Pátzcuaro, Mich., México. *Informe de Labores. Centro Regional de Investigación Pesquera, Pátzcuaro.* Instituto Nacional de la Pesca p: 19-27.
- TUCKEY, S.W., 1977. *Exploratory data analysis.* Addison Wesley Publ. Co. Massachusetts 688 p.
- TURNER, H.M. and S.M. BEASLEY, 1982. Ancyloid snails as host

- for *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) (Digenea: Diplostomidae). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 49 (1): 43.
- ULMER, M.J., 1960. Passeriform birds as experimental host for *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomidae). *J. Parasitol.* 47 (4): 608-610.
- VINJOY, M., 1986. *Posthodiplostomum minimum centrarchi* (Trematoda: Strigeida) en organos internos de peces comerciales. Boletín Tecnológico No. 46. Ministerio de la Industria Pesquera. Cuba.
- WANG, P.Q. 1983. Some digenetic trematodes mainly from Fujian Province, China. *Wuyi Science Journal* 3: 41-49.
- WATERTOR, J.L., 1967. Intraspecific variation of adult *Telorchis bonnerensis* (Trematoda: Telorchidae) in amphibian and host. *J. Parasitol.* 53 (5): 962-968.
- WATROUS, L.E. and Q.D. WHEELER. 1981 The out-group comparison method of character analysis. *Syst. Zool.* 30: 1-11.
- WILLIAMS, M.O., 1967. The *Neascus* (*Posthodiplostomum*) stage of *Posthodiplostomum nanum* Dubois and experimental determination of part of the life-cycle. *J. Helminthol.* XLI(2/3): 269-276.
- WISNIEWSKI, W.L. 1958. The development cycle of *Posthodiplostomum brevicaudatum* (V. Nordmann, 1832) Kozicka, 1958. *Acta Parasitologica Polonica.* 6: 251-272.
- YAMAGUTI, S. 1971. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates I y II. Keigaku Publ. Co. Tokio, Japón. 1070 p.
- ZAR, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, New York. 620 p.
- ZOZAYA, M. 1941. Observaciones termopluviométricas en Pátzcuaro, Mich. *Invest. Est. Limn. Patzcuaro* No. 2:2-8.
- ZWEIFEL, R.G. 1957. A new frog from the genus *Rana* from Michoacan, México. *Copeia* 2: 78-83.