



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIA BÁSICAS
E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PRESENCIA DE *Bothriocephalus ackeilognotki*
YAMAGUTI, 1934 (CESTOIDEA:
BOTHRIOCEPHALIDAE) EN LA ICTIOFAUNA DEL
RIO METZTITLAN Y LA LAGUNA DE METZTITLAN
HIDALGO, MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A
ANA ERIKA GUTIÉRREZ CABRERA**

ASESOR: DRA, GRISELDA PULIDO FLORES

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO MAYO 2004



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
 INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICA E INGENIERÍA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
 COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA



CIB-UAEH

M. EN D. ADOLFO PONTIGO LOYOLA
 DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR

PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de Licenciatura en Biología Ana Erika Gutiérrez Cabrera, quien presenta el trabajo recepcional titulado "Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en la ictiofauna del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, Hidalgo, México", después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE:	M. en C. Katia Adriana González Rodríguez	
PRIMER VOCAL:	Dr. Atilano Contreras Ramos	
SEGUNDO VOCAL:	Dr. William Scott Monks Sheets	
TERCER VOCAL Y ASESORA DEL TRABAJO:	Dr. Griselda Pulido Flores	
SECRETARIO:	Dr. Gerardo Sánchez Rojas	
PRIMER SUPLENTE:	Dr. Raúl Ortiz Pulido	
SEGUNDO SUPLENTE:	Dr. Arturo Silva Montellano	

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 Pachuca de Soto a 28 de abril de 2004

Biol. Ulises Iturbe Acosta
 Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Griselda Pulido-Flores por la dirección y disposición en la realización de esta tesis. Al comité evaluador de esta tesis por sus comentarios, sugerencias y críticas que lograron enriquecerla:

A M. en C. Katia Rodríguez-González ejemplo de esfuerzo, disposición y amistad.

Al Dr. Gerardo Sánchez-Rojas, por atender las dudas que me han surgido, no solo en lo relacionado con la presente tesis, por su sencillez y franqueza que lo caracterizan.

Al Dr. William Scott Monks Sheets, por el apoyo y las valiosas aportaciones en mi formación.

Al Dr. Atilano Contreras-Ramos, por los comentarios hechos a este manuscrito, por su valioso tiempo empleado en la revisión y por su agradable humor en todas las situaciones.

Al Dr. Raúl Ortiz-Pulido agradezco el apoyo incondicional y desinteresado en la revisión del presente escrito, pero principalmente le agradezco por ser un amigo a quien le estaré infinitamente agradecida, al igual que a sus "Martithas", por estar conmigo y mi familia en momentos difíciles y felices. Los quiero mucho.

Al Dr. Arturo Silva por la disposición en revisar esta tesis y por destacar que la sencillez es una virtud.

Mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones cuyo apoyo fue elemental para la realización de este trabajo:

A los directivos y administradores de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlan por el apoyo logístico.

Al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP) por el financiamiento otorgado a S. M. para la realización del proyecto "Evaluación preliminar de la Gnatostomosis potencial en humanos y animales de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México".

Al mismo programa (PROMEP) por brindar una beca durante el trabajo de campo.

A SIZA-CONACyT por el financiamiento para el proyecto "Inventario de las helmintiasis en peces y su riesgo zoonótico en comunidades indígenas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México" (Clave 20020803006) a S. M. y G. P. F.

Al M. en C. Luis García-Prieto técnico de la Colección Nacional de Helmintos del IBUNAM por permitirnos el acceso a la información y literatura de la CNHE.

Al M. en C. Mario Segura (CIB-UAEH) por el apoyo en la toma de fotografías al microscopio.

Al M en C. Víctor Zarate-Ramírez y la M. en C. Shayuri Moreno-Flores por su apoyo en el trabajo de campo, platicas amenas y amistad brindada.

A mis compañeras de laboratorio Dulce, Gisela, Lorena, Iris, Kenía, Rosana y Berenice que compartirán mayor tiempo juntas.

Al Dr. Juan Márquez por ayudarme con la impresión final de este trabajo.

Finalmente, este estudio no hubiera sido posible sin el apoyo del guía de campo Sr. Andrés López Morales, Brigadista de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, y el Sr. Telésforo, pescador de la comunidad San Cristóbal.



DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a tí por darle vida, justo en el momento en que lo lees.

A mi familia:

A mis padres Oricelio Gutiérrez y María Teresa Cabrera, por ser la base de quien soy, darme todo su apoyo y amor; por la paciencia y esfuerzos invertidos, por creer en mi y en mis sueños, por dejarme ser simplemente humana, con aciertos y errores.

A mis hermanas Janeth y Xitlaly, por su compañía que nunca nadie podrá remplazaría, por aguantar mis locuras y malos ratos, por soportar la luz prendida a media noche (...sirvió de algo), y principalmente, por la protección que siempre encuentro en ellas.

A mis amigos:

A Nahum Juárez, Iván Sánchez, Daniel Ramos (Los Gordos), que los adoro y que sin ustedes las cosas pudieron haber sido muy aburridas.

A Sonia Islas, Lulú Pérez e Isabel Aguilar por tantas y tantas cosas compartidas, momentos de llantos, de confesiones, de complicidad, de amistad pura y de baile?? (baila rica nena...).

A Jorge, Luis, Osvaldo, Gerardo e Iris que junto con Lulú y muchas más valiosas personas que siempre recordaré, hicimos una gran familia; les dedico este trabajo como pequeña muestra de cuan importantes son para mí.

A Pao Martínez (excelente compañera y amiga de correcciones), Irving Rodríguez, Alinne Calva, Marce García, Norma Lendeck, Helga Caballero, Dr. Miguel Ángel

Martínez, Dr. Juan Márquez y Biól. Julieta Asiain que si bien no tuvimos una estrecha relación, los aprecio y quiero mucho; cuentan conmigo para siempre.

Finalmente, dedico este trabajo a toda la gente del Centro de Investigaciones Biológicas, incluyendo a la del laboratorio de Paleontología, que de alguna manera siempre tuvieron algo nuevo que enseñarme. Especialmente, dedico esta tesis a la M. en C. Consuelo Cuevas, por su amistad brindada y todas las pláticas interesantes que lamentablemente tenían que tener un fin.

En general, dedico este trabajo a la gente que conocí durante mi estancia en la UAEH y que tuvo una repercusión importante en mi vida.

INDICE TEMATICO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	1
I INTRODUCCIÓN	2
Diversidad de helmintos parásitos de peces	2
Translocacion de <i>Bothriocéphales acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	5
Ciclo de Vida de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	8
II ANTECEDENTES	11
Origen y distribution de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934.....	13
Distribución actual de <i>Bothriocephalus acheilognat hi</i> Yamaguti, 1934 en México.	14
Biología de las especies de peces del Rió Metztitlan y la Laguna de Metztitlan, Hidalgo	16
III OBJETIVOS	25
IV MATERIAL Y METODO	26
Trabajo de campo	26
Trabajo de laboratorio.....	26
Recolección de parásitos	27
Fijación y conservación de parásitos	27
Identificación taxonómica	28
Caracterización de la helmintiasis	28

	Área de estudio.....	31
	Ubicación geográfica	31
	Características Generales del Embalse.....	34
V	RESULTADOS	37
	Ictiofauna del Rió Metztitlan y la Laguna de Metztitlan, Hidalgo	37
	Caracterización morfométrica de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	39
	Caracterización de la infección de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en la ictiofauna del Rió Metztitlan y la Laguna de Metztitlan	46
VI	DISCUSION	56
	Ictiofauna del Rió Metztitlan y la Laguna de Metztitlan, Hidalgo	56
	Factores que regulan la presencia de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en la ictiofauna del Rió Metztitlan y de la Laguna de Metztitlan, Hidalgo	59
VII	RECOMENDACIONES.....	66
VIII	CONCLUSIONES	67
IX	LITERATURA CITADA.....	69
X	APENDICES.....	79
	Registro de hospederos de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en México a partir de su introducción en 1965	79
	Sinonimias de especies de peces hospederos de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	85
	Ictiofauna reportada para el Estado de Hidalgo, México.....	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de vida de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934.....	10
Figura 2	<i>Chirostoma jordani</i> Woolman, 1894 "Charalito".....	17
Figura 3	<i>Astyanax mexicanus</i> (De Filippi, 1853) "Truchita".....	18
Figura 4	<i>Herichthys labridens</i> Pellegrin, 1903 "Mojarra".....	19
Figura 5	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) "Tilapia".....	20
Figura 6	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) "Nopalillo".....	21
Figura 7	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 "Carpa común".....	22
Figura 8	<i>Ictalurus mexicanus</i> (Meek, 1904) "Bagre".....	23
Figura 9	<i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848) "Poista".....	24
Figura 10	Regiones hidrologicas del Estado de Hidalgo.....	31
Figura 11	Ubicación geográfica de la Reserva Barranca de Metztitlan.....	33
Figura 12	Escolex de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 vista lateral. Ejemplar HGO-03-190-01-011. Se observan las aberturas de los botrios (ab), botrios (b) y estrobilo (es).....	42
Figura 13	Proglotido inmaduro de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 vista dorsal del ejemplar HGO-02-010-01-A. Estructuras reconocidas: bolsadel cirro (Be), conducto uterino (Cu), ovario (O), oviducto (Ov), poro genital (Pg), poro uterino (Pu), saco uterino (Su), testículos (Te) y vagina (Va).....	43
Figura 14	Escolex de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo 4x). Ejemplar numero HGO-03-190-01-010.....	44

Figura 15	Proglotido inmaduro de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo 4x). Ejemplar número HGO-02-010-01-A.....	44
Figura 16	Aparato reproductor masculino y femenino de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (Objetivo 10x). Ejemplar número HGO-02-010-01-A.....	45
Figura 17	Huevos de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo 10 x). Ejemplar número HGO-02-010-01-B.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estatus de las especies de peces reportadas para el Estado de Hidalgo, en especial para el Rió Metztitlan y la Laguna de Metztitlan, Hidalgo, con bas e en Soria-Barreto <i>et al.</i> (1996) y Zarate-Ramírez (2003).....	38
Tabla 2 Prevalencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934, en las especies de peces presentes en el Rió Metztitlan y en la Laguna de Metztitlan, Hidalgo, México, de julio de 2002 junio de 2003.....	47
Tabla 3 Caracterización de la infección mensual de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en <i>Chirostoma jordani</i> Woolman, 1894 durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.....	49
Tabla 4 Caracterización de la infección mensual de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en <i>Herichthys labridens</i> Pellegrin, 1903 durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.....	51
Tabla 5 Caracterización de la infección mensual de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en <i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848) durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.....	52
Tabla 6 Caracterización de la infección mensual de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934 en <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.....	53

Tabla 7 Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti,
1934 en *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 durante el periodo comprendido de
julio de 2002 a junio de 2003..... 54

Tabla 8 Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti,
1934 en *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853) durante el periodo
comprendido de julio de 2002 a junio de 2003..... 55

RESUMEN

El cestodo *Bothriocephalus acheilognathi*, fue introducido a México con la importación de su hospedero, *Ctenopharyngodon idellus* "carpas" procedente de China. Esta especie de pez se introdujo por primera vez en 1965 al Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo y posteriormente a lo largo del territorio nacional, ocasionando la infección de diferentes especies de peces por este cestodo en diversas localidades.

Se confirmó y determinó la presencia de *B. acheilognathi* en los peces dulceacuícolas del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México.

En términos ecológicos, los valores más altos de infección de *B. acheilognathi* se presentan en *Chirostoma jordani* "charalito", en tanto que los valores más bajos se registraron en *Astyanax mexicanus* "truchita" y *Cyprinus carpio* "carpa común". Durante el periodo de muestreo los ejemplares de *Ictalurus mexicanus* "bagre" y *Oreochromis niloticus* "tilapia" resultaron negativos para la infección de *B. acheilognathi*.

La ictiofauna colectada en el área de estudio está representada por ocho especies, de las cuales *Ictalurus mexicanus* se reporta por primera vez en 1 a R reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.

Palabras clave: *Bothriocephalus acheilognathi*, prevalencia, abundancia, peces dulceacuícolas, Río Metztitlán, Laguna de Metztitlán.

I. INTRODUCCIÓN

Diversidad de helmintos parásitos de peces

México es considerado un país megadiverso por la gran variedad de especies que alberga, en virtud de sus características abióticas, bióticas y biogeográficas; contiene alrededor del 10% de la diversidad biológica mundial, por ello se encuentra entre los primeros lugares en listas de biodiversidad que se han elaborado para diferentes taxa (Mittermeier, *et al*, 1997).

En particular, la ictiofauna del territorio nacional se estima en aproximadamente 2122 especies pertenecientes a 779 géneros, incluidos en 206 familias y 41 ordenes (Espinosa *et al*, 1998). Del total de la biodiversidad ictica registrada, se conocen aproximadamente 350 especies de helmintos que los parasitan (Pérez-Ponce de León *et al*, 1996).

Los helmintos son un grupo polifiletico representado por los Phyla: Platyhelminthes (Monogenea, Trematoda y Cestoda), Acanthocephala, Nematoda e Hirudinea. Se caracterizan principalmente por ser metazoarios macroparasitos con aspecto vermiforme (Schmidt y Roberts, 2000).

Pérez-Ponce de León *et al*. (1996) mencionaron que el número de especies de helmintos descritos en el país para la ictiofauna continental, no supera el 20% de la diversidad real. Existen múltiples razones que explican el poco conocimiento de la helmintofauna parásita de peces en México, entre estas se encuentran el esfuerzo de colecta, la dificultad de acceso a las diferentes regiones geográficas y la disponibilidad de hospederos, entre otras. La diversidad de peces dulceacuícolas del país y la gran variedad de habitats que

estos ocupan, indican que existe una gran disponibilidad de hospederos y regiones que albergaran formas parásitas en el territorio nacional, las cuales aun son desconocidas (Lamothe-Argumedo, 1993).

Entre las especies de helmintos parásitos estimados para la ictiofauna de México, se enlistan especies originarias de otros países que fueron introducidas con especies exóticas importadas con fines de cultivo y comerciales, y que en la actualidad son parte de la helmintofauna de los peces nativos y exóticos del territorio nacional. *Centrocestus formosanus* Nishigori, 1934 (Digenea: Heterophyidae) y *Pseudocapillaria tomentosa* Dujardin, 1843 (Nematoda: Capillariidae), son ejemplos de parásitos introducidos que han colonizado diversos cuerpos de agua infectando especies nativas del país (Arizmendi, 1992; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001a).

El aumento de especies de hospederos para una especie de parásito, se presenta cuando se introducen especies, en este caso de peces con sus parásitos a un nicho ecológico similar, en el cual los parásitos pueden utilizar a las especies de peces presentes en el nuevo sistema como sus hospederos (Schmidt y Roberts, 2000).

La introducción de parásitos y sus hospederos, muchas veces produce una pérdida de la biodiversidad de especies parásitas (Lamothe-Argumedo, 1994). También, se ha observado que muchas especies de peces al ser transferidas a nuevos habitats, adquieren los parásitos de especies autóctonas, como es el caso de la epizootia en la población de tilapias en la Presa Adolfo López Mateos "hifiernillo" en Michoacán, que adquirió el nematodo *Goezia nonipapillata* Osorio-Sarabia, 1982 parásito común de *Cichlasoma istlanum* Jordan y Snyder, 1899 "mojarra" en la cuenca del Río Balsas (Osorio-Sarabia, 1982a).

Cuando los parásitos invaden nuevas especies de hospederos, por lo general carecen de limitaciones naturales (competidores, habitats restringidos, etc.) permitiendo que

su población se desarrolle exitosamente; alcanzando números máximos en sus nuevos hospederos. Lo anterior ocasiona una baja en el número de hospederos de una población, una disminución de las características fenotípicas generalmente de importancia comercial, o el aniquilamiento total de la población de hospederos (Zippin, 1958).

Diversos trabajos sugieren que las poblaciones de hospederos sometidos a este tipo de presión selectiva, en primera instancia se reduce su población, pudiendo o no recuperarse por un aumento de resistencia a la acción del parásito, la cual esta determinada por factores fisiológicos y/o genéticos de ambas especies, al igual que los factores ecológicos con los que interactúan (Zaret y Paine, 1973).

Si bien, el parasitismo es una de las formas de vida mas exitosas sobre el planeta; el número de especies de parásitos en un hospedero depende de varios factores interrelacionados, algunos son atribuibles al hospedero (comportamiento, hábitos alimenticios, etc.), otros al ambiente (pH, temperatura, etc.) y algunos inherentes a la biología del parásito; por lo que la fauna parásita puede aportar una nueva dimensión al entendimiento de las interacciones ecológicas, a los patrones de distribución de los hospederos y a la compleja historia de regiones biogeográficas y bióticas (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

Por lo tanto, los estudios realizados sobre la parasitofauna de peces en aguas continentales, puede abordarse tomando en cuenta varios aspectos como: el estudio taxonómico de parásitos y hospederos, demografía poblacional de hospederos y parásitos, análisis de cambios morfológicos e histológicos de los hospederos causados por los parásitos, mortalidad en la población de los hospederos, crecimiento poblacional de hospederos, comportamiento de las poblaciones; sin dejar de tomar en cuenta las características específicas de las poblaciones y el hábitat en el que coexisten (Vidal-Martínez y Salgado-Maldonado, 2000).

La información que se pueda recabar a partir de los estudios antes mencionados, contribuye al conocimiento de la biodiversidad faunística, lo que permite establecer patrones de distribución de helmintos y sus hospederos. Ya que la presencia de un parásito o un grupo de ellos en un área determinada, indica la existencia del conjunto de animales que actúan como hospederos, intermediarios o definitivos.

La fauna parásita de las especies de peces en un área determinada, así como la prevalencia y la intensidad con que dichas infecciones se presentan, son de importancia ecológica debido a que aportan información sobre la interacción entre los parásitos y sus hospederos, los factores que influyen en sus hábitos alimenticios, ciclos de vida y distribución (Zippin, 1958).

Translocación de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934

Con base en la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), el término translocación, se refiere al movimiento y liberación de un organismo vivo de un área a otra. Se reconocen tres clases principales de translocación:

Introducción: es la dispersión intencional o accidental de un organismo por la acción humana, fuera de su rango de distribución históricamente conocido.

Re-Introducción: es el movimiento intencional de un organismo dentro de su ámbito histórico, donde no exista su especie, como resultado de la actividad humana o por catástrofes naturales.

Re-establecimiento: es el movimiento de un número de plantas o animales de una especie, con la intención de aumentar y reforzar el número de individuos de dicha especie en un hábitat original.

La distribución geográfica y el movimiento de las especies están restringidos por barreras ambientales y climáticas. Este aislamiento geográfico ha sido clave para los procesos evolutivos de cada especie y sus parásitos en varias regiones del planeta. Sin embargo, el grado de movimiento de las especies transportadas por los humanos, a provocado que la gran mayoría de las especies exóticas, es decir, especies que se encuentran en una región fuera del rango de distribución históricamente conocido; no se establezcan en el nuevo ambiente al que fueron liberadas, o se establezcan satisfactoriamente a expensas de las especies nativas. Las especies nativas son aquellas que ocurren dentro su espacio natural y potencial de distribución. Las especies exóticas que desplazan a las nativas a través de depredación, competencia, enfermedades o alteraciones del hábitat son denominadas especies invasoras (Primack *et al*, 2001).

Desde finales del siglo pasado, numerosas especies de peces se han introducido a México con objeto de incorporarlas al cultivo acuícola, lo que ha ocasionado, entre otras cosas, que las especies nativas sean desplazadas de su ambiente natural, y al mismo tiempo se incorporen una gran variedad de especies parásitas invasoras y enfermedades a los ecosistemas (Flores *et al*, 1994).

Entre las enfermedades ocasionadas por helmintos reportadas en nuestra ictiofauna, como consecuencia de la introducción de especies exóticas al territorio nacional, destaca la botriocefalosis, nombre común de la parasitosis que se aplica a la infección ocasionada por el cestodo *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Vidal-Martínez y Salgado-Maldonado, 2000). A este helminto, se le ha considerado como uno de los parásitos

intestinales mas importantes de peces dulceacuícolas en condiciones naturales y de cultivo en diversas regiones del mundo, debido a los efectos que tiene en el hospedero (Dick y Choudhury, 1995).

Lamothe-Argumedo *et al.* (1996) enlistaron 10 especies de cestodos parásitos de 30 especies de peces, de los cuales *B. acheilognathi* es el mas importante en México porque se ha registrado en una gran variedad de especies de peces nativos.

De acuerdo con García-Prieto y Osorio-Sarabia (1991), la diseminación de la botriocefalosis en el país se ha ocasionado por diversos factores, señalando entre ellos: la existencia de condiciones favorables para su desarrollo, que incluyen la presencia de hospederos intermediarios y definitivos adecuados, y su alto poder reproductivo, aunado a la siembra de "carpas" de las especies *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 y *Ctenopharingodon idellus* Linnaeus, 1758, sin el menor control sanitario.

En México, la carencia de un control sanitario en piscifactorías ha incrementado la presencia de *B. acheilognathi*, ocasionada por el movimiento indiscriminado de las especies de peces infectados, lo que determina la dispersión del agente etiológico, provocando problemas en los embalses a los que llegan, reforzados por la susceptibilidad potencial de otros posibles hospederos (Salgado-Maldonado *et al.*, 1986).

La botriocefalosis se caracteriza por la presencia de necrosis, inflamación y hemorragias locales en los sitios de implantación del escolex. En infecciones moderadas se presentan una enteritis hemorrágica con descamación en el epitelio, agravándose con erosiones y ulceraciones en los casos de infecciones severas. La inflamación de la pared intestinal, el bloqueo parcial o total de la luz del intestino y la perforación, son algunos de los danos típicos de esta parasitosis. Además, ocasiona la compresión epitelial de tejido de la pared intestinal (neoplasia), al grado que se pueden observar a través del epitelio los cestodos

(Salgado-Maldonado *et al*, 1986; Scott y Grizzle, 1979). La sintomatología de esta enfermedad es poco conocida, aunque se ha mencionado que los peces infectados por este parásito presentan un nado lento y próximo a la superficie del agua, y una creciente falta de apetito (Flores *et al*, 1994).

Ciclo de vida de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934

La mayoría de los helmintos parásitos presentan ciclos de vida complejos, y su transmisión depende de la presencia y variedad de hospederos vertebrados e invertebrados, incluyendo ejemplares del bentos y zooplancton (Marcogliese y Cone, 1997).

El ciclo de vida de *B. acheilognathi*, únicamente requiere de un copépodo como hospedero intermediario y de peces como hospederos definitivos. Los peces se infectan cuando ingieren copépodos con la larva del cestodo (Fig. 1). Esta especie de cestodo carece totalmente de especificidad hospedatoria, registrándose en estado larval en más de 10 especies de copépodos generalmente de la Familia Cyclopidae (Reid, 1990), y en estado adulto en diversas especies de peces e incluso en anfibios por ejemplo, *Ambystoma dumerilii* (Cope, 1868) del Lago de Patzcuaro Michoacán (Villeda-González, 1997; Alcolea, 1987).

Los huevos de *B. acheilognathi* son producidos en los proglotidos maduros del gusano, el cual se aloja en el lumen intestinal de hospedero definitivo. Junto con las heces del hospedero, los huevos embrionados son liberados al ambiente quedando en contacto con el agua (Chubb, 1981). Posterior al periodo de incubación, que varía de acuerdo con la temperatura del agua (López-Jiménez, 1979), se presenta la apertura del opérculo del huevo,

liberando una larva libre nadadora llamada coracidio, que se desarrolla rápidamente hasta alcanzar una forma esférica, constituida por dos partes; una provista de cilios (embrioforo) y una armada con ganchos llamada oncosfera (Kearn, 1998).

El coracidio es ingerido por el hospedero intermediario (copépodo); en este momento pierde el embrioforo y la oncosfera atraviesa la pared intestinal, dirigiéndose al hemocele, donde se desarrolla hasta procercoide. El procercoide es de cuerpo alargado en sus primeras etapas y en un extremo presenta ganchos (cercoero).

Los copépodos infectados al ser consumidos por el pez, liberan a los procercoides, los cuales viajan hasta la parte anterior del intestino alojándose en el lumen para transformarse en plerocercoides (Fig. 1). Estas larvas son vermiformes y carecen de ganchos larvarios (Schmidt y Roberts, 2000). En esta etapa de desarrollo se forma el escolex, y el estróbilo, convirtiéndose en estado adulto (Kearn, 1998).

Diferentes estudios como el de Guillen-Hernández (1986) han demostrado la estrecha relación que existe entre la temperatura y el estado de desarrollo de este cestodo; registrando en los meses más fríos del año (noviembre a febrero) mayor porcentaje de cestodos inmaduros o la ausencia de los mismos; y a partir de primavera cuando la temperatura se eleva, se incrementa el porcentaje de cestodos grávidos.

El tener un ciclo de vida relativamente simple y una baja especificidad hospedatoria, facilita la infección y diseminación de la botriocefalosis. Sin embargo, estos no son los principales factores que han contribuido a la propagación de la enfermedad. Aparentemente la propagación de *B. acheilognathi* se encuentra muy relacionado con las actividades acuícola, debido a que este helminto está restringido a las aguas lenticas, por lo que se consideran altamente dependientes del manejo de los peces realizados por el hombre (Pineda-López y González-Enríquez, 1997).

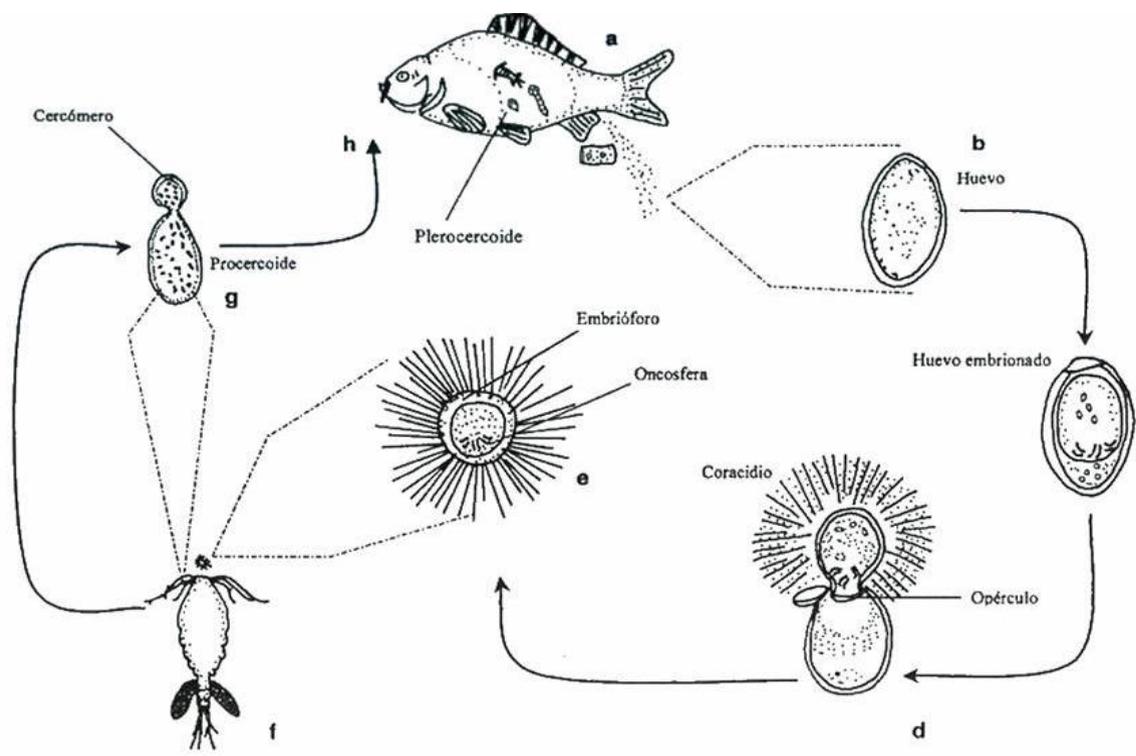


Figura 1. Ciclo de vida *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. a) Estado adulto en el intestino del pez. b) Liberación de los huevos del céstodo con las heces del pez. c) Desarrollo de la larva dentro del huevo. d) Emergencia del coracido. e) Coracidio en el ambiente. f) Copépodo alimentándose del coracido. Desarrollo del procercoide en el interior del copépodo. g) Pez que se alimenta de copépodos. h) Liberación del plerocercoido en el interior del pez.

II ANTECEDENTES

El conocimiento de los helmintos parásitos de peces dulceacuícolas ha sido motivo de estudio desde hace mucho tiempo en Europa, Asia y Norte América, principalmente por la importancia que tienen los peces como fuente de alimentación humana y los beneficios que brinda el cultivo de especies de peces importancia económica o deportiva (Lamothe-Argumedo, 1994).

El estudio de los helmintos en México se formalizo en 1860, a un año de ser fundada la Sociedad Mexicana de Historia Natural (Lamothe-Argumedo, 1993) y al alcanzar en el país cierta estabilidad política y social, contribuyendo al desarrollo de la ciencia en México. García-Altamirano (2002) menciona que el libro *Datos para la Zoología Medica Mexicana: Arácnidos e Insectos* de Jesús Sánchez de 1893, como uno de los primeros estudios sobre el tema de la parasitología en México; y que hace referencia a la importancia de estudiar a los animales que viven en nuestro cuerpo, pudiendo ocasionar un ligero mal o la muerte, así como aquellos de utilidad medica.

Otros trabajos pioneros de la parasitología en México se llevaron a cabo en el siglo XIX, orientados al combate de plagas agrícolas y tratamiento de las parasitosis en el hombre y en animales domésticos. Posteriormente en 1929, a partir de la creación del Instituto de biología de la UNAM, se emprendieron estudios parasitológicos en el hombre, animales domésticos y animales silvestres, realizándose estudios parasitológicos con un enfoque biológico (García-Altamirano, 2002).

Por lo tanto, desde 1929 se han examinado diferentes especies de vertebrados domésticos y silvestres en busca de parásitos. Entre estos, los peces marinos, dulceacuícolas y estuarinos, han sido el grupo de hospederos con mayor número de estudios desde el punto

de vista parasitológico. Así también, se estima que existen aproximadamente 400 publicaciones relacionadas con helmintos parásitos de peces en México. Cabe señalar que un porcentaje muy alto de estos se relacionan con peces marinos del litoral del Pacífico (incluido el Golfo de California), del Golfo de México y el Mar Caribe (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

De acuerdo con Astudillo-Ramos y Soto-Galera (1997), los estudios realizados sobre helmintos de peces dulceacuícolas en el país, se incrementaron con el tiempo gracias a las aportaciones realizadas por investigadores como Flores-Barroeta, Caballero y Caballero, Bravo Hollis y Lamothe-Argumedo. Dicha información, se recabo a partir de colectas comerciales en diversas localidades del país y colectas de fauna acuática, lo cual a contribuido ampliamente al conocimiento de la biodiversidad de helmintos parásitos de peces, generando información suficiente para la creación de catálogos y listados de helmintos de México, publicados por Lamothe-Argumedo *et al.* (1996) y Pérez-Ponce de León *et al.* (1996).

Lo anterior constituye una importante base conceptual para la realización de otros tipos de estudios: económicos, ecológicos, histopatológicos, fisiológicos, biogeográficos y filogenéticos (Lamothe-Argumedo, 1994), contribuyendo con la investigación de cuales son las repercusiones que ocasiona la presencia de parásitos originarios de otros países en ambientes naturales de México.

Origen y distribución de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934

Bothriocephalus acheilognathi nativo del Río Amur en China, se ha introducido en diferentes embalses del mundo. La distribución de este cestodo se ha favorecido con la introducción y translocación de peces de la familia Cyprinidae, particularmente *Cyprinus carpio* y *Ctenopharyngodon idellus* (Dove y Fletcher, 2000).

La primera introducción de este parásito a nivel mundial fue en 1957 con la "carpa herbívora", a un centro piscícola de Ucrania, Rusia. Posteriormente se introdujo a regiones asiáticas y europeas con otras especies capturadas en China (Bauer y Hoffman, 1976).

Este patrón de dispersión se ha visto repetido en diversas ocasiones, encontrándose ampliamente distribuido en centros piscícolas y aguas naturales de diferentes partes del mundo. En 1962, fue reportado en Rumania y Malasia, en peces importados de China, y en 1965 se introdujo en México (López-Jiménez, 1981). En 1968, se reportó en Hungría, en 1972 en Austria. Dos años más tarde se registró en Alemania Occidental, Polonia, Yugoslavia, y Nueva Zelanda (Edwards y Hine, 1974). A partir de la década de los 80's, se reportó en Estados Unidos de Norteamérica (Hoffman, 1980), en las Islas Británicas, Sudáfrica, Italia (Hoffman, 1999) y Australia (Dove y Fletcher, 2000). Todos estos trabajos han considerado a *B. acheilognathi* como el cestodo más dañino para las carpas y otras variedades de peces, coincidiendo en que su translocación sigue efectuándose en diferentes embalses (Heckmann y Deacon, 1987).

Actualmente, se reconocen alrededor del mundo 102 especies de peces pertenecientes a 14 familias en 7 órdenes como hospederos para este cestodo (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003), el cual ataca principalmente a las especies de peces

nativas, causando un daño significativo en las poblaciones de estos hospederos, al grado de amenazar las comunidades endémicas (Dove y Fletcher, 2000).

distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en México

En México se han registrado aproximadamente 209 taxa de helmintos parásitos de peces de aguas continentales, entre los cuales se registran especies exóticas, como *Bothriocephalus acheilognathi* (Pérez-Ponce de León *et al*, 1996).

La presencia de este cestodo en el territorio nacional, al igual que en otros países, es el resultado de la introducción de la "carpa herbívora" procedente de China. En 1965, fueron importadas por primera vez 6000 crías de esta especie, las cuales estaban parasitadas por *Bothriocephalus acheilognathi*; colocándose en la estanquería del Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Posteriormente, en 1972 a través del primer plan Ciprinícola, esta especie de carpa se distribuyó en los principales cuerpos de agua del país, distribuyéndose simultáneamente a *B. acheilognathi* y transmitiéndose la enfermedad a los peces de diversas regiones (López-Jiménez, 1981).

A partir de la introducción de *B. acheilognathi* en México, el número de especies de hospederos se ha incrementado notablemente. De 1965 a 1991 se registraron 15 especies de peces pertenecientes a cuatro familias (Centrarchidae, Atherinidae, Cyprinidae y Goodeidae), de las cuales las más afectadas fueron Cyprinidae y Atherinidae, en seis estados del país (García -Prieto y Osorio-Sarabia, 1991). Asimismo, se le encontró parasitando a

Ambystoma dumerilii (Duges, 1870) (Amphibia: Urodela), del lago de Patzcuaro, Michoacán (Alcolea, 1987).

Diez años después, Salgado-Maldonado y Pineda-López (2003) reportaron 49 especies de peces de 26 géneros, positivas a la botriocelosis. De las cuales 29 son especies endémicas para México; lo que representa el 59% del total de la ictiofauna endémica mexicana (NOM-059-ECOL-1994), que se distribuye entre los diferentes embalses de las regiones Neártica y Neotropical, contemplando la región Californiana que se extiende sobre la vertiente del Pacífico, la Neártica, que comprende el sistema Río Bravo y el sistema Lerma, ligada a la Cuenca de México y la cadena de lagos y lagunas hasta el Océano Pacífico (De la Vega-Salazar, 2003).

Entre las especies que hasta la fecha se han registrado como hospederos de *B. acheilognathi*, se encuentran especies nativas y exóticas al territorio nacional, pertenecientes a 7 familias: Atherinidae, Centrarchidae, Cyprinidae, Goodeidae reportadas por García-Prieto y Osorio-Sarabia (1991) y Characidae, Cichlidae, Poeciliidae, (López-Jiménez, 1981; Salgado-Maldonado *et al.*, 1986; Pérez Barbosa-Rojas *et al.*, 1994); y en diferentes localidades de los estados de Michoacán, Jalisco, Estado de México, Hidalgo (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1996), Campeche, Coahuila, Tlaxcala, Yucatán (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996). Y de acuerdo a la base de datos de la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM, en Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tabasco (Apéndice 1).

Particularmente, en el estado de Hidalgo se cuenta con el registro de *B. acheilognathi* en Tezontepec de Aldama, la presa Endo (López-Jiménez, 1981), el Río Amajac, Río Talol, Río Venados, Río Atlapexco (Aguilar-Castellanos, 2002) y laguna de Metztlán (Zarate-Ramírez, 2003). El registro de hospederos para este cestodo en el estado

1846 (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996) *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) (Zarate-Ramírez, 2003); la familia Cichlidae: *Herichthys labridens* Pellegrin, 1903 (= *Cichlasoma labridens* Pellegrin, 1903), *Herichthys cyanoguttatus* Baird y Girard, 1854 (= *Cichlasoma cyanoguttatum* Baird y Girard, 1854) (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado, 2003). Y de acuerdo a Zarate-Ramírez (2003) se incluyen a la familia Atherinidae: *Chirostoma jordani* Woolman, 1894, la familia Characidae: *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853), y por ultimo la familia Poeciliidae: *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848).

Biología de las especies de peces del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo

Soria-Barreto *et al.* (1996) realizaron una revisión de la ictiofauna del Estado de Hidalgo, reconociendo un total de 31 especies representantes de nueve familias: Atherinidae, Centrarchidae, Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Goodeidae, Ictaluridae, Mugilidae y Poeciliidae, de las cuales nueve fueron introducidas artificialmente, 10 especies son endémicas a la Cuenca del Panuco, y 12 nativas al territorio nacional (Apéndice 3).

La ictiofauna del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, esta representada por ocho especies incluidas en seis familias. A continuación se menciona brevemente sus hábitos alimenticios, reproducción y características biológicas de importancia.

Clase: Actinopterygii

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinidae

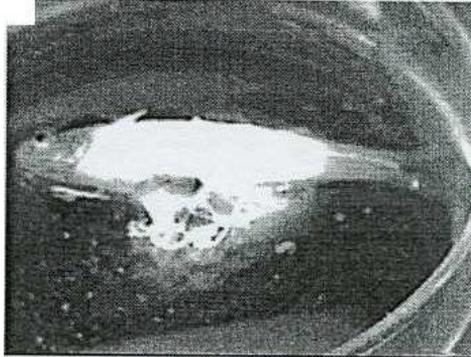


Figura 2. *Chirostoma jordani* Woolman, 1894 "Charalito"

Organismos bentopelagicos (Fig. 2) de agua salobre, de climas tropicales, con gran importancia comercial. Se distribuyen de América del Norte hasta el centro de México. Son zooplanctofagos y perifitofagos. Se reproducen durante todo el año, siendo mas intensa en el verano (junio-julio). La proporción de machos aumenta durante el verano, como consecuencia de la formación de grupos de reproducción. Tienen importancia biológica y económica, ya que sirven de alimento para el hombre en forma seca (Lyons *et al.*, 1998).

Clase: Actinopterygii

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

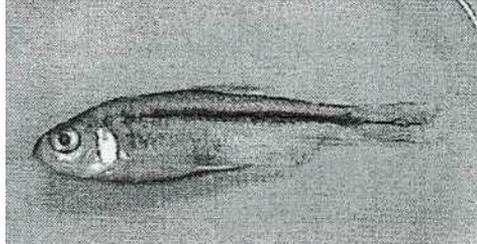


Figura 3. *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853) "Truchita"

Organismo bentopelagico (Fig. 3) de agua dulce, no emigrante, de climas subtropicales básicamente. Habita fondos rocosos y arenosos de piscinas y remansos de riachuelos y ríos. Se alimenta de insectos, crustáceos y anélidos (Mills y Vevers, 1989). Desovan varias veces a lo largo del año y su fertilización es externa. Originalmente son de América del Norte: Río Grande y Pecos. Se distribuyen en el centro y norte del continente Americano. No tienen importancia pesquera; sin embargo, se venden como peces de ornato en los acuarios (Balon, 1990). En promedio miden de 3 a 7 cm., registrándose tallas máximas de 12 cm.

Clase: ctinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae



Figura 4. *Herichthys labridens* Pellegrin, 1903 "Mojarra"

Organismos bentopelagicos (Fig. 4) de climas tropicales (20-36°C). Habitan en ambientes rocosos (Conque, 1993) o entre raíces de la vegetación (Yamamoto y Tagawa, 2000). Se alimentan principalmente de gusanos, crustáceos, insectos, plantas pequeñas y variedades de peces de menor talla. Presentan tallas que oscilan de los 5 cm. a los 10 cm., dependiendo del estado de desarrollo en el que se encuentren. Tienen fertilización externa, las hembras ovopositan alrededor de 100 a 150 huevos (Yamamoto y Tagawa, 2000), los padres incuban a los huevos dentro de cavidades oscuras o en su boca, con la finalidad de ocultar a sus crías (Lavery, 1991). Tiene gran importancia pesquera. Se distribuye principalmente en Centroamérica (Conque, 1993).

Clase : Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

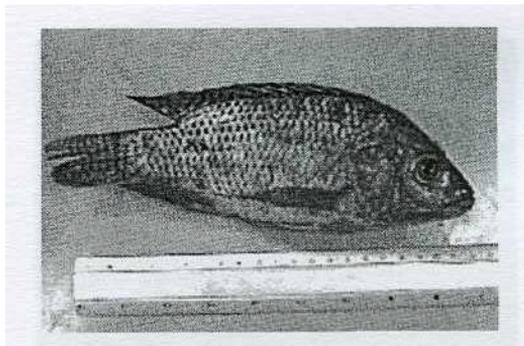


Figura 5. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) "Tilapia"

Organismos bentopelagicos (Fig. 5) de agua dulce-salobre con poca profundidad, de clima tropical (8-42°C). Habitan en una amplia variedad de ríos, lagos y canales de riego (Bailey, 1994). Su actividad es principalmente diurna. Se alimentan básicamente de fitoplancton o algas bentónicas. Tienen fertilización externa, la hembra produce mas de 200 huevos (Trewavas, 1983). Son originarios de África y se han introducido a otros países por medio de la acuicultura, provocando impactos ecológicos adversos a su introducción. Su importancia radica en la pesca comercial y en la acuicultura (Frimodt, 1995).

Clase: Actinopterygii

Orden: Cypriniformes

Familia: Cyprinidae

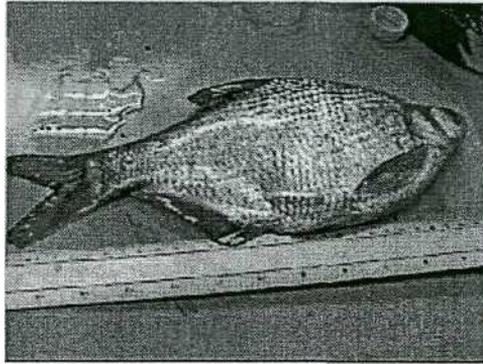


Figura 6. *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) "Nopalillo"

Organismos bentopelagicos (Fig. 6) no migratorios de agua dulce, de climas templados (10-24°C) con 7.0-7.5 de pH. Habitan en aguas con poca corriente. Se alimenta básicamente de insectos, chironomidos, crustáceos, moluscos, bivalvos, detritos, algas y plantas pequeñas. Los ejemplares grandes se alimentan de peces pequeños, en tanto que los juveniles se alimentan básicamente de zooplancton (Ballard, 1997). Los juveniles miden entre los 15-35 cm., alcanzando tallas máximas de 82 cm. Su fecundación es externa, y desovan una vez por año. Tiene una importancia comercial para la pesquería. Es procedente de Europa, Asia en las cuencas del "Norte, Bálticas, Negras, Mar Caspio y Aral(Bredery Rosen, 1966).

Clase: Actinopterygii

Ordene: Cypriniformes

Familia: Cyprinidae

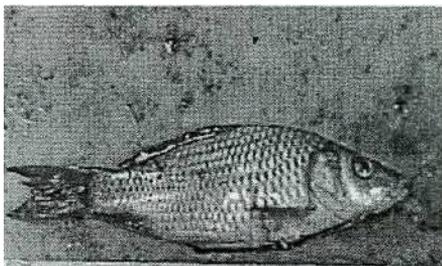


Figura 7. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 "Carpa común"

Organismos bentopelagicos (Fig. 7) de climas templados (3-32°C) con pH de 7.0-7.5. Habitan en aguas lentas, preferentemente fondos fangosos. Son organismos fuertes y tolerantes a una amplia variedad de condiciones ambientales. Sus hábitos alimenticios varían de acuerdo con la edad; los juveniles son zooplanctofagos y en etapa adulta básicamente se alimentan de algas, plantas acuáticas y cavan en los sedimentos (Scott y Crossman, 1973). Se reproducen a finales de febrero hasta octubre. Es una especie procedente de Europa Occidental, Asia, Siberia e India. Tiene importancia en la alimentación del hombre y acuacultura comercial, y es una de las primeras especies introducidas a otros países (Kottelat, 1997).

Clase: ctinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Ictaluridae

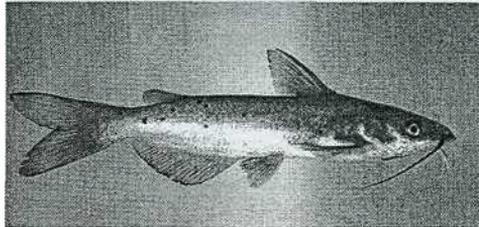


Figura 8. *Ictalurus mexicanus* (Meek, 1904) "Bagre"

Organismos (Fig. 8) de agua dulce de climas tropicales (15-38°C). Su distribución se restringe a Centroamérica, especialmente México. Tiene gran importancia comercial. Se le considera como una especie amenazada [International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 1990].

Algunas características ecológicas del género según Schmitter-Soto (1998) son: que en estado juvenil se alimentan preferentemente de fitoplancton, zooplancton, detritus; y en estado adulto se vuelven depredadores ictiófagos y bentofagos. Presentan hábitos nocturnos, en la temporada reproductiva forman parejas y las hembras depositan hasta 3000 huevos.

Clase: Actinopterygii
Orden: Cyprinodontiformes
Familia: Poeciliidae

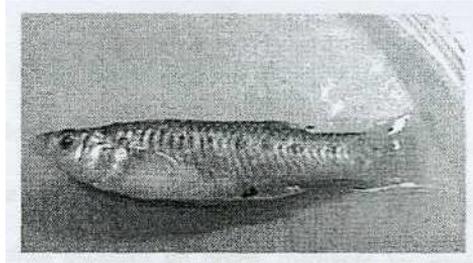


Figura 9. *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) "Poista"

Organismos bentopelagicos (Fig. 9) de agua dulce no migratorios, de ambientes tropicales (24-28°C) con pH alcalino de 6.5-7.8 (Page y Burr, 1991). Se distribuyen principalmente en Centroamérica (del centro de México hasta Honduras). Tienen gran importancia comercial. Alcanzan tallas máximas de 5.1 cm. Su alimentación se basa en zooplancton y peritofagos (Robins et al., 1991; Wischnath, 1993).

III. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo fue determinar la presencia y evaluar la distribución del cestodo *Bothriocephalus acheilognathi* en la ictiofauna del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. En tanto que los objetivos particulares fueron:

1. Elaborar un listado de las especies de peces en la zona de estudio que actúan como hospederos definitivos para *Bothriocephalus acheilognathi*.
2. Determinar la caracterización de la infección de *Bothriocephalus acheilognathi* en las diferentes especies de peces, mediante los parámetros ecológicos de prevaencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad propuestos por Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.* (1997).

IV. MATERIAL Y MÉTODO Trabajo de campo

Para el presente trabajo se realizaron 12 colectas, una por mes, entre julio de 2002 y junio de 2003 en la boca del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, Hidalgo revisándose un total de 3 71 ejemplares de peces.

Los ejemplares examinados se obtuvieron a través de la captura comercial que se efectúa en la zona, el tamaño y composición de las muestras dependió de lo capturado por el pescador durante el día. Las muestras se conservaron en hielo hasta ser examinados.

Trabajo de laboratorio

Los peces se sometieron a un examen helmintológico completo, el cual implicó una revisión externa e interna del organismo. El examen externo consistió en la revisión de la boca, ano, opérculos, base de las aletas, aletas, superficie del cuerpo, orificios nasales y ojos. Para el examen interno se realizó una incisión ventral en plano sagital para obtener las vísceras. El tubo digestivo y los demás órganos fueron separados y colocados en cajas de Petri con solución salina al 0.7%, y posteriormente se desgarraron con ayuda de agujas de disección bajo el microscopio estereoscopio para su revisión.

Recolección de parásitos

Los cestodos detectados tras el examen helmintológico fueron recolectados con ayuda de pinceles finos, contándose y transfiriéndose a cajas Pertri con solución salina al 0.7%. Posteriormente, se fijaron y procesaron mediante las técnicas convencionales en helmintología (Pritchard y Kruse, 1982).

Fijación y conservación de parásitos

Los cestodos se mataron con agua caliente o líquido Berland, con el fin de evitar la contracción corporal. Para fijarlos se utilizó líquido de AFA (ácido acético glacial 10%, Formol 10% y Alcohol 80%) durante un tiempo de 8 a 12 horas, conservándose posteriormente en frascos homeopáticos con alcohol al 70% de acuerdo a lo recomendado por Pritchard y Kruse (1982). Todos los frascos se etiquetaron adecuadamente, manteniéndose de esta forma hasta su tinción.

La tinción de los cestodos, se realizó con hematoxilina de Delafield, Acetocarmin y tricromica de Gomori; y finalmente se montaron en preparaciones permanentes con bálsamo de Canadá.

Identificación taxonómica

La identificación taxonómica se realizó mediante la consulta de claves especializadas (Yamaguti, 1959) y descripciones originales en la literatura (Yamaguti, 1934; López-Jiménez, 1981; Guillen-Hernández *et al.*, 1991).

Los dibujos del ejemplar completo HGO-03-190-01-011 y del proglotido HGO-02-010-01-15 se realizaron con ayuda de una cámara clara y las medidas se tomaron con un ocular micrométrico Carl Zeiss (46 40 27 01) KF 10 x, expresándose en milímetros. Se tomaron fotografías de los proglotidos HGO-02-010-01-30, HGO-02-010-01-31, y del ejemplar completo HGO-03-190-01-010, con un microscopio Olympus Bx 40.

Los números de preparación de cada ejemplar indican: abreviación del estado del país en donde se colectó, año de colecta, número de hospedero, número del frasco homeopático en el que estaba depositados y número preparación (se utiliza una letra en caso encontrar solo los proglotidos). Los números con que se reconocen dichos ejemplares, se encuentran en este orden y separados con un guión.

Caracterización de la helmintiasis

La caracterización de la infección de *B. acheilognathi* para cada especie de hospedero revisada a lo largo del ciclo del muestreo, se realizó mediante los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad definidos por Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.* (1997), de la siguiente manera:

prevalencia: es el número de individuos de una especie de hospedero, con uno o más individuos de una especie particular de parásitos, dividido por el número de hospederos examinados, expresado en porcentaje. La prevalencia describe el porcentaje de infección de una especie de hospedero, usando la presencia o ausencia de una especie particular de parásito. Generalmente, se usan los datos de prevalencia para clasificar el grado de infección en la muestra hospederos examinados, dividiéndose en dos categorías: tanto por ciento infectado y no infectado.

$$\text{prevalencia} = \frac{\text{No. de hospederos parasitados}}{\text{No. de hospederos examinados}} * 100$$

Abundancia: es el número total de parásitos de una especie, dividido por el número total de hospederos examinados de la misma especie (se incluyen individuos infectados y no infectados). La abundancia indica como se comporta y dispersa la especie del parásito en la muestra de la especie del hospedero, es decir, cual es la abundancia media que encontramos en la muestra

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{No. de parásitos de una especie}}{\text{No. de hospederos examinados}}$$

Intensidad promedio: es el número total de parásitos de una especie, entre el número de hospederos infectados. La intensidad promedio refleja el número de parásitos de una especie, encontrados en una muestra de hospederos.

$$\text{Intensidad promedio} = \frac{\text{No. de parásitos de una especie}}{\text{No. de hospederos parasitados}}$$

Intervalo de intensidad: es el número máximo y mínimo de individuos de una especie de parásito en la muestra de hospederos examinados. El intervalo de intensidad indica el rango de organismos parásitos en una muestra de hospederos infectados.

No. máximo----No. mínimo

Área de estudio

Ubicación geográfica

El Río y la Laguna de Metztlán son parte de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, en el Estado de Hidalgo. La cuenca de la Barranca de Metztlán se localiza entre los paralelos $98^{\circ} 23' 00''$ y $98^{\circ} 57' 08''$ longitud oeste y $20^{\circ} 14' 15''$ y $20^{\circ} 45' 26''$ latitud norte, con elevaciones entre 1,000 y 2,000 msnm. Se ubica dentro de la Región Hidrológica Río Panuco (RH26) sobre la vertiente del Golfo de México, específicamente en la Sub región Bajo Panuco (Fig. 10), que incluye las cuencas de Metztlán y Amajac, que originan al Río Amajac; y esta considerada como una de las más importantes del país, tanto por su superficie que la coloca en cuarto lugar nacional, como por el volumen de sus escurrimientos, que le otorgan el quinto lugar (CONANP-SEMARNAT, 2003).

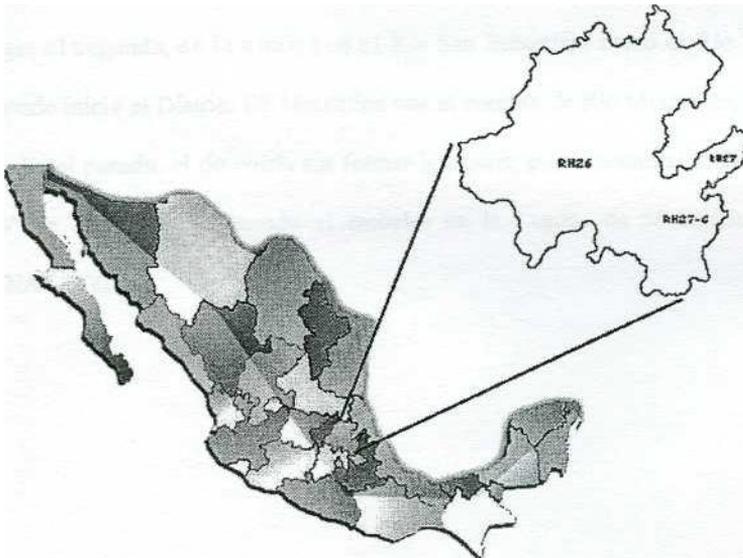
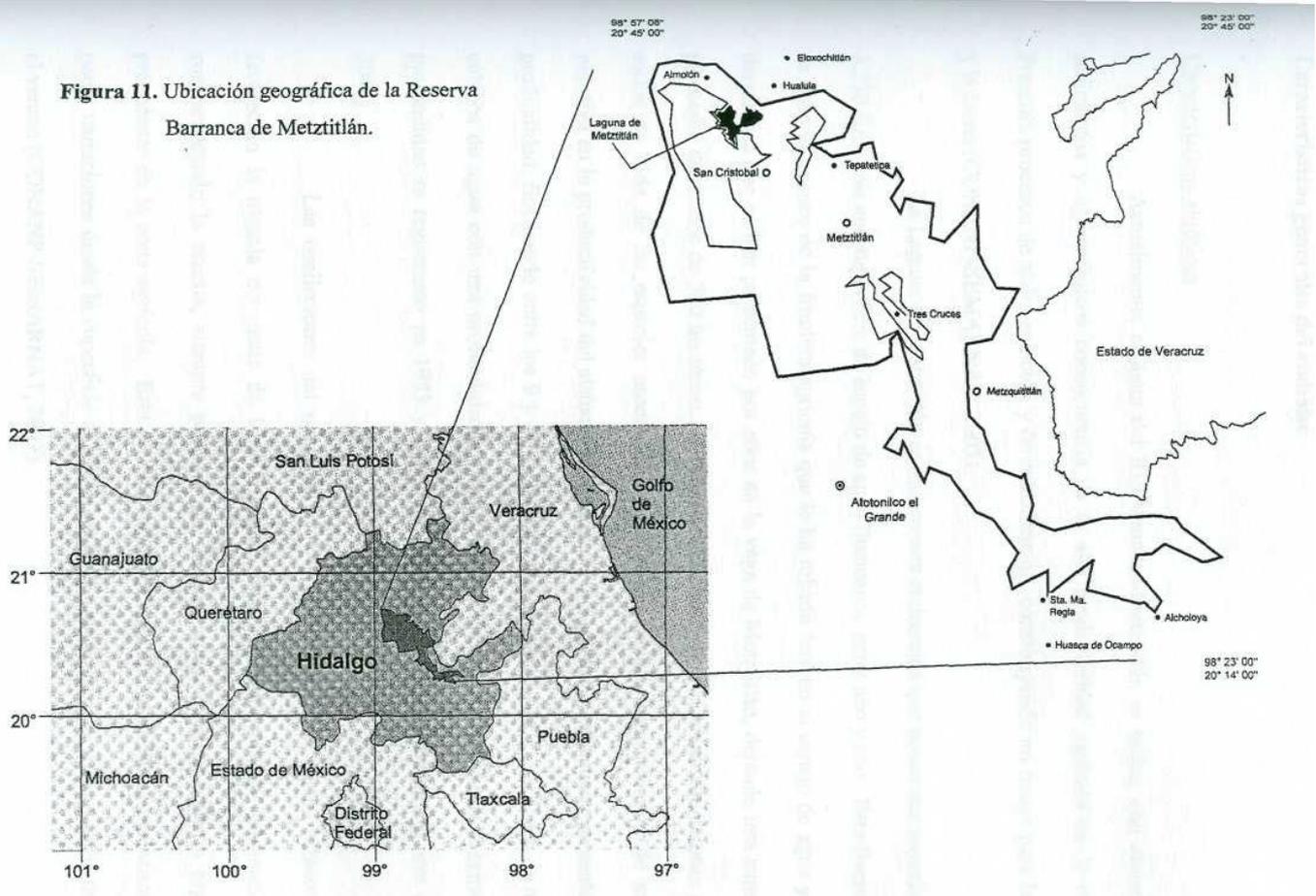


Figura 10. Regiones hidrológicas del Estado de Hidalgo

De acuerdo con la CONABIO esta reserva queda dentro del área prioritaria para la conservación de la diversidad denominada "Cañones afluentes del Río Panuco", ya que presenta características particulares, producto de pertenecer a un sistema de cañadas conectadas a sistemas hidrológicos y a la Zona de Transición Mexicana; induciendo que especies típicas de las regiones Neárticas y Neotropicales se internen y formen una mezcla. La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán comprende el 4.6 % de la superficie total del Estado de Hidalgo, con una extensión de 96,048 ha y elevaciones entre 1,000 y 2,000 msnm (Fig.1 1). Esta reserva comprende ocho de los 84 municipios con que cuenta el estado. En la misma se han definido cuatro Zonas Núcleo, el Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán se ubican en la Zona uno prioritaria para la conservación (SEMARNAP, 1999).

El principal rasgo hidrológico de la Reserva es la presencia de un río a lo largo de 100 Km., el cual es denominado según el nombre de la región; identificándose tres tramos importantes. El primero a la entrada al sur de la Barranca, con el nombre de Río Grande Tulancingo; el segundo, en la unión con el Río San Sebastián, como el Río Venados y el tercero donde inicia el Distrito 08 Metztitlán con el nombre de Río Metztitlán, al norte de la Reserva. En el pasado, el río no forma la laguna, pero durante el Holoceno, el cerro "El Tajo" se derrumbó originando el embalse de la Laguna de Metztitlán (CONANP-SEMARNAT, 2003).

Figura 11. Ubicación geográfica de la Reserva Barranca de Metztlitlán.



Características generales del embalse

Características abióticas

Actualmente, el agua del Río Venados-Metzitlán es turbia, con abundantes sedimentos y agroquímicos consecuencia de la alta productividad agrícola en la región. Presenta procesos de sedimentación y de eutrofización, constituyendo un riesgo para la flora y la fauna (CONANP-SEMARNAT, 2003).

La Laguna de Metzitlán es una cuenca endorreica que posee una superficie de 3,230 Km² con una superficie de espejo de agua fluctuante, entre año y año. Esta fluctuación se debe al avance de la frontera agrícola que le ha robado terreno al espejo de agua y a los derrumbes que se han presentado por anos en la vega de Metzitlán, dejando una superficie promedio de menos de 500 hectáreas. Estas fluctuaciones han provocado alteraciones en los ciclos de vida de las especies asociadas al ambiente acuícola, repercutiendo de manera negativa en la productividad del sistema y provocando que el ambiente lacustre presente poca profundidad, fluctuando entre los 9 y 10 m, lo que contiene menos de 15 millones de metros cúbicos de agua con una profundidad promedio de tres metros. Los niveles máximos de profundidad se registraron en 1953 y 1999, oscilando en los 30 m (Ibafiez-Aguirre *et al.*, 2002).

Las oscilaciones del nivel de agua y la presencia de fuertes vientos, han favorecido la mezcla constante de la columna de agua, favoreciendo la oxigenación, y contrarrestando la anoxia, siempre presente por la gran abundancia de materia orgánica procedente de la zona agrícola. Esta mezcla constante también mantiene temperaturas con pocas variaciones desde la superficie al fondo, 16°C en los meses mas fríos, y 26°C durante el verano (CONANP-SEMARNAT, 2003).

Características bióticas

Los elementos responsables de la productividad primaria, son el fósforo y el nitrógeno que se mantienen en concentraciones muy elevadas en el embalse, no obstante se presenta una escasa abundancia de fitoplancton y un fondo saturado con compuestos orgánicos que demandan la presencia de oxígeno (Ibafiez-Aguirre *et al.*, 2002).

La Laguna de Metztlán es un sistema eutrófico debido a las altas concentraciones de nutrientes (fósforo y nitrógeno). La condición eutrófica exhibe poca variedad de especies y una clara dominancia de algas de las Clases Cyanophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae y Chlorophyceae. Sin embargo, las bajas densidades que presentan estas, no corresponden con un ambiente eutroficado, lo que puede deberse a la gran cantidad de materiales orgánicos presentes (CONANP-SEMARNAT, 2003).

En general, en la cercanía de la laguna, el cauce del río ha recibido mayor cantidad de sedimentos de las laderas, fertilizantes, agroquímicos y descargas del drenaje de los poblados establecidos en los márgenes, lo que implica un alto grado de contaminación, que favorece la mortalidad de organismos, con consecuencias mayores cerca de la laguna.

El zooplancton está representado por dos especies de copépodos *Leptodiatomus novamexicanus* (Marsh, 1929) con densidades que oscilan entre los 500 y 1 800 org/m³, y *Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1953) con 200 y 1200 org/m³. En su momento, estas especies fueron nuevos registros para el estado de Hidalgo (Ibafiez-Aguirre *et al.*, 2002). *Leptodiatomus novamexicanus* se distribuye en los últimos estratos de la columna de agua en la laguna, donde se encuentran partículas grandes; mientras que *Acanthocyclops vernalis* es un depredador de larvas de moscos y tiende a ocupar los primeros estratos de la columna de agua (Ibanez-Aguirre *et al.*, 2002).

De acuerdo con el trabajo reportado por Zarate-Ramírez (2003), la ictiofauna de la zona, esta representada por las siete especies de las familias Atherinidae (*Chirostoma jordani*), Characidae (*Astyanax mexicanus*), Cichlidae (*Herichthys labridens*), Cyprinidae (*Abramis brama* y *Cyprinus carpio*) y Poeciliidae (*Poeciliopsis gracilis*).

Cabe mencionar que en 1992 se introdujeron tilapias: *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *Tilapia rendali* (Boulenger, 1897); carpas: *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, y bagres de la especie *Ictalurus punctatus* Meek, 1904. Estas introducciones se justificaron ante la escasez de la ictiofauna en el embalse. Entre 1996 y 1999, se sembraron aproximadamente 1 936 000 crías de tilapia, y 1 049 000 de carpas. Ambas especies fueron acarreadas de diferentes granjas (Ibáñez-Aguirre *et al.*, 2002), con poco control sanitario en su manejo.

V. RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres secciones que incluyen: ictiofauna del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, seguida por la caracterización taxonómica de *Bothriocephalus acheilognathi*, y por ultimo la caracterización de la infección ocasionada por *B. acheilognathi* en ocho especies de peces presentes en la zona de estudio: *Abramis brama*, *Astyanax mexicanus*, *Chirostoma jordani*, *Cyprinus carpio*, *Herichthys labridens*, *Ictalurus mexicanus*, *Oreochromis niloticus* y *Poeciliopsis gracilis*.

Ictiofauna del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo

Las especies de peces presentes en el Río Metztitlán y Laguna de Metztitlán, están representadas por cinco especies nativas y tres introducidas al territorio nacional. Entre las especies que ocurren dentro de su espacio natural se encuentra *Astyanax mexicanus*, *Herichthys labridens*, *Ictalurus mexicanus* y *Poeciliopsis gracilis*. En lo que se refiere a *Chirostoma jordani*, *Oreochromis niloticus* y *Abramis brama*, son ejemplos de traslocación de especies de peces en la Laguna de Metztitlán. *Chirostoma jordani* se considera una especie reintroducida producto de su movimiento intencional, pero dentro de su ámbito histórico, dado que se considera endémica a la región Neartica (Lyons, *et al.*, 1998). Las especies introducidas al país encontradas en el área de estudio son: *Oreochromis niloticus*, y dos ciprinidos: *Abramis brama* y *Cyprinus carpio*, procedentes de África, Europa y Asia, respectivamente (Tabla 1).

Como parte de los resultados obtenidos durante el presente trabajo, se reporta a *Ictalurus mexicanus* como nuevo registro para la Laguna de Metztitlán (Tabla 1). Lo anterior permite ampliar el conocimiento de la diversidad de peces presentes en la zona.

Tabla 1. Estatus de las especies de peces reportadas para el Estado de Hidalgo, en especial para el Río y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo con base en Soria-Barreto *et al.* (1996) y Zarate-Ramírez (2003).

Especie de hospedero	Estatus	R.H.	R.M.	H. Ba
Atherinidae <i>Chirostoma jordani</i>	Translocado	X	X	X
Characidae <i>Astyanax mexicanus</i>	Nativo	X	X	X
Cichlidae <i>Herichthys labridens</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	Nativo Introducido	X X	X X	X X
Cyprinidae <i>Abramis brama</i> <i>Cyprinus carpio</i>	Introducido Introducido	X X	X X	X X
Ictaluridae <i>Ictalurus mexicanus</i>	Nativo	X	*	
Poeciliidae <i>Poeciliopsis gradlis</i>	Nativo		X	X

R.H.= Reportado en Hidalgo.

R. M. = Reportado en Metztitlán.

H. Ba = Hospederos de *B. acheilognathi*.

* = Nuevo registro para la Laguna de Metztitlán.

Caracterización morfométrica de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934

Phylum	Platyhelminthes Gengenbaur, 1859
Clase	Cestoda (Rudolphi, 1808) Cams, 1885
Subclase	Eucestoda Southwell, 1930
Orden	Pseudophyllidea Cams, 1863
Familia	Bothriocephalidae Blanchard, 1849
Genero	<i>Bothriocephalus</i> Rudolphi, 1808
Especie	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934

La presente caracterización morfométrica se basa en el estudio de 10 ejemplares adultos recolectados del intestino de *Chirostoma jordani* procedente de la laguna de Metztlán, Hidalgo. Las medidas obtenidas se proporcionan en milímetros, presentándose primero el valor máximo, seguido por el mínimo y entre paréntesis el promedio de acuerdo a lo establecido por Bush *et al.* (1997).

En vivo, los cestodos presentan una coloración blanco-amarillenta, con una longitud de 46.75 a 15.12 (24.68) por 2.12 a 0.56 (1.23) de anchura.

El escólex en vivo es muy flexible, adquiriendo diferente forma, que va desde la prismática característica del género, hasta la forma de corazón común de la especie. Este se conecta directamente al estróbilo, no existe cuello. El estróbilo está bien definido y en la región posterior, específicamente en el último proglotido, presenta una terminación digitiforme, que solo se observa en ejemplares completos.

El escólex esta constituido por dos botrios, uno dorsal y otro ventral, lateralmente se observa en forma de corazón. Dorsoventralmente presenta una forma rectangular (Figs. 12 y 14), pero en ocasiones esta mas ensanchado en la base, adoptando una forma trapezoidal. Una vez fijado, el escólex mide de 0.62 a 0.06 (0.49) de largo por 0.75 a 0.35 (0.60) de ancho.

El estróbilo (Fig. 15), se sitúa inmediatamente después del escólex. Esta constituido por numerosos proglotidos con diferentes etapas de desarrollo; la segmentación es completa y bien marcada a lo largo del estróbilo. Los proglotidos son ligeramente craspedotay mas anchos que largos, los proglotidos inmaduros miden 0.30 a 0.12 (0.18) de largo por 0.50 a 0.17 (0.30) de ancho; los proglotidos maduros miden de 0.58 a 0.17 (0.34) de largo por 0.90 a 0.25 (0.59) de ancho, y los proglotidos grávidos 0.68 a 0.33 (0.42) por 0.93 a 0.41 (0.57) respectivamente.

El aparato reproductor masculino (Figs. 13 y 16) esta constituido por un gran numero de testículos de forma esférica, de mayor tamaño que los folículos vitelinos. Su numero oscila entre 107 y 35 (62) por segmento, y miden 0.03-0.01 (0.02) de diámetro. El conducto deferente presenta numerosas sinuosidades y se sitúa en la línea media dorsal del segmento desembocando en la bolsa del cirro. La bolsa del cirro se localiza en la porción media de cada segmento, desplazada lateralmente a la izquierda o a la derecha, en dirección opuesta al conducto uterino, contiene al conducto eyaculador y desemboca en el poro genital.

El aparato reproductor femenino (Figs. 13 y 16), esta representado por un ovario alargado, ubicado en la línea media de cada proglotido. Mide 0.06 a 0.006 (0.02) de longitud por 0.22 a 0.01 (0.07) de ancho. El oviducto es de apariencia globosa y se continúa con la vagina, la cual desemboca en el poro genital, frente a la bolsa del cirro.

El conducto uterino, situado en la línea media, es sinuoso y desemboca en el saco uterino, el cual se comunica con el poro uterino abriendo en la línea media de la superficie ventral cerca del borde anterior del proglótido.

Las glándulas vitelógenas, son foliculares, dispuestas en dos bandas laterales, intercaladas con los testículos (Fig. 13).

Los huevos (Fig. 17) son ovales, con cáscaras delgadas y operculadas; miden de 0.051 a 0.04 (0.04) de largo por 0.03 a 0.02 (0.02) de ancho.

Material examinado

Localización: Tracto digestivo

Fechas de colecta: 29-11-2004, 31-03-2003, 11-04-2003

Ejemplares utilizados en la descripción morfométrica:

Número de la colección del CIB

A= CIB-JAEH-00001

HGO-02-076-01-01

HGO-02-076-01-02

HGO-02-076-01-03

HGO-02-076-01-04

HGO-02-076-01-05

B= CIB-JAEH-00002

HGO-03-190-01-01

HGO-03-190-01-04

HGO-03-190-01-06

HGO-03-190-01-09

O CIB-JAEH-00003

HGO-03-219-01 -02

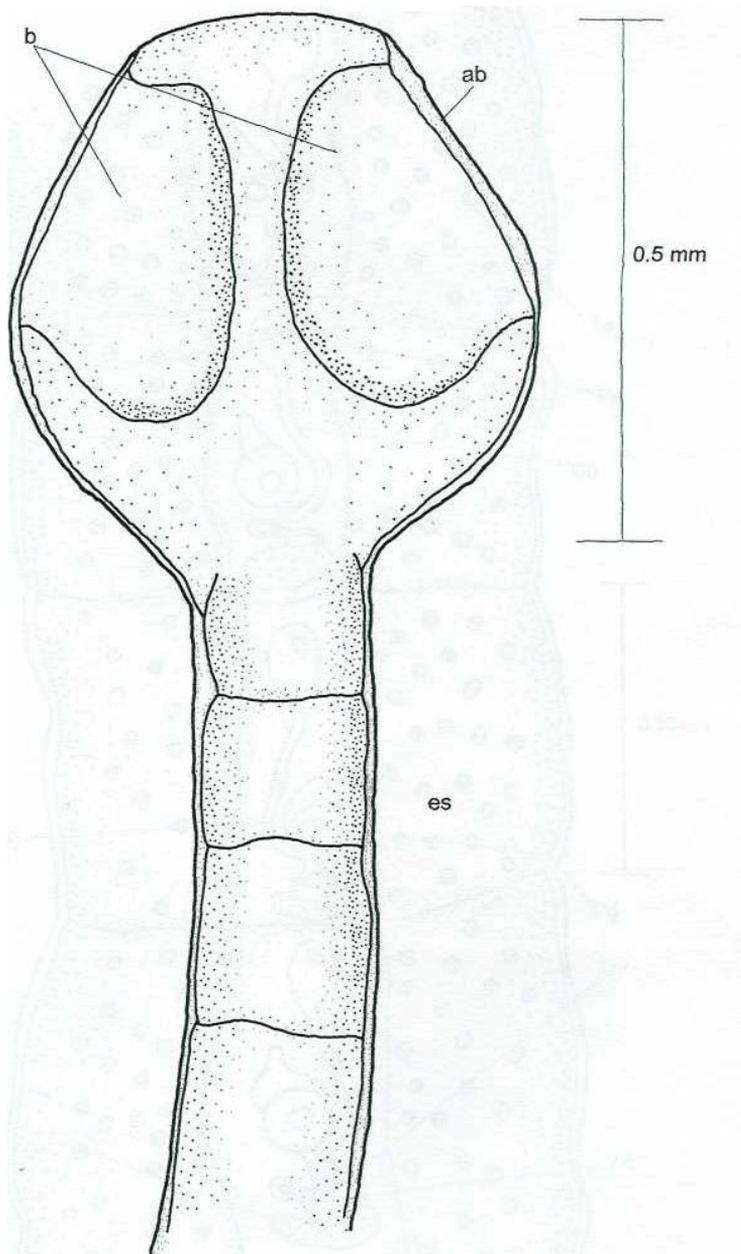


Figura 12. Escólex de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 vista lateral. Ejemplar número HGO-03-190-01-011. Se observan las aberturas de los botrios (ab), botrios (b) y estróbilo (es).

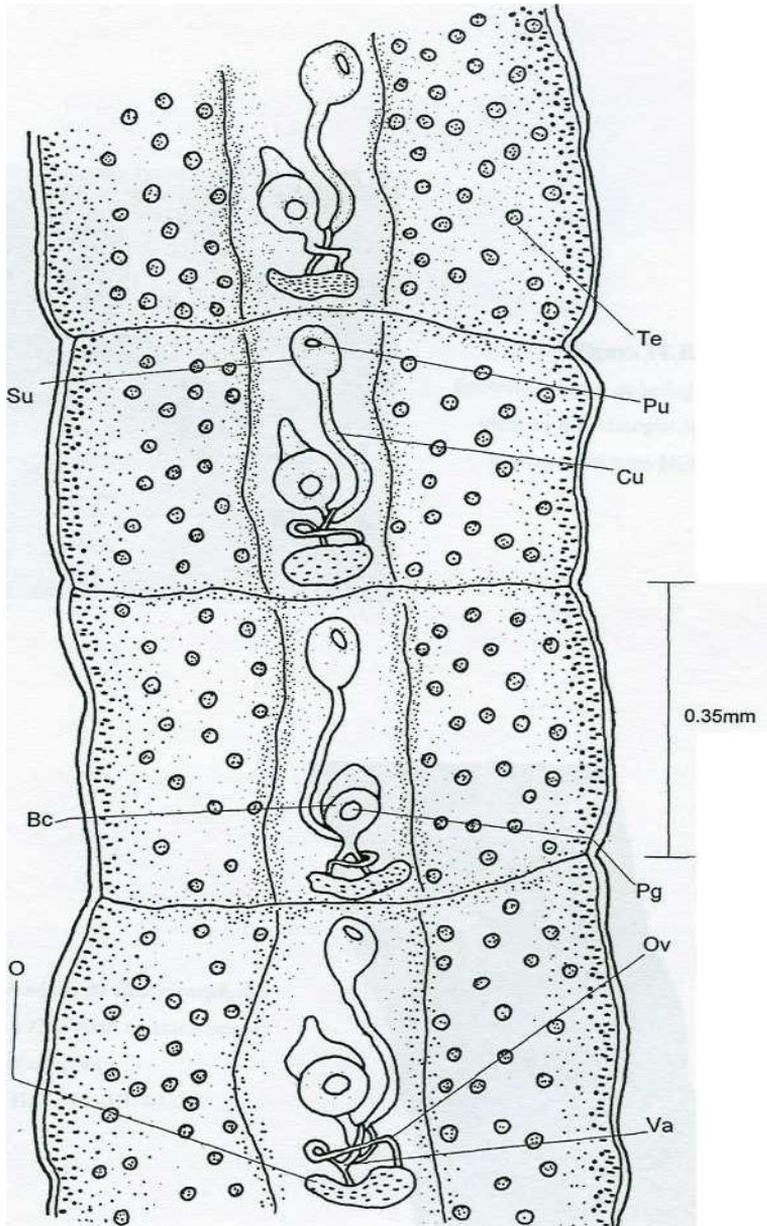


Figura 13. Proglótido inmaduro de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 vista dorsal del ejemplar HGO-02-010-01-30. Estructuras reconocidas: bolsa del cirro (Be), conducto uterino (Cu), ovario (O), oviducto (Ov), poro genital (Pg), poro uterino (Pu), saco uterino (Su), testículos (Te) y vagina (Va).

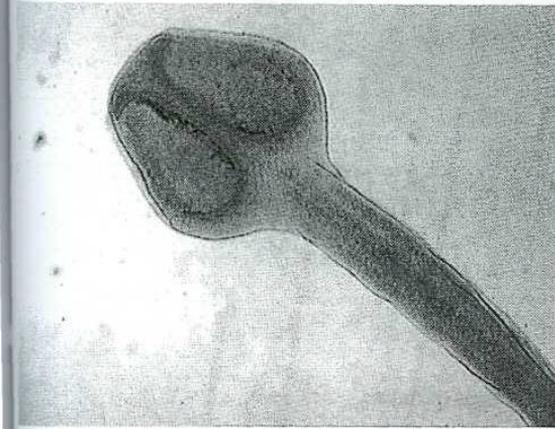


Figura 14. Escólex de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo 4x). Ejemplar número HGO-03-190-01-010.

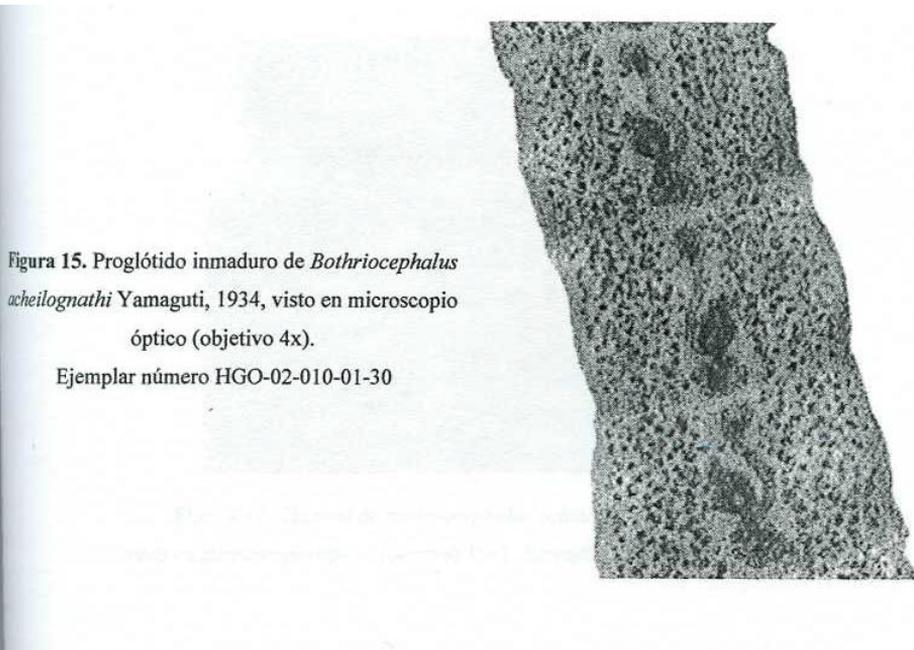


Figura 15. Proglótido inmaduro de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo 4x). Ejemplar número HGO-02-010-01-30

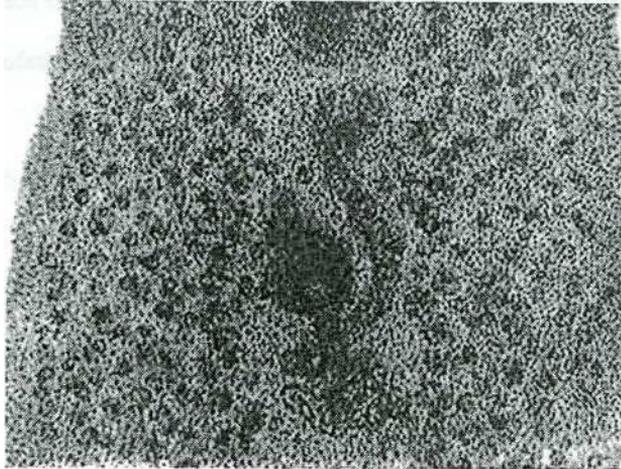


Figura 16. Aparato reproductor masculino y femenino de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo IOx). Ejemplar número HGO-02-010-01-30

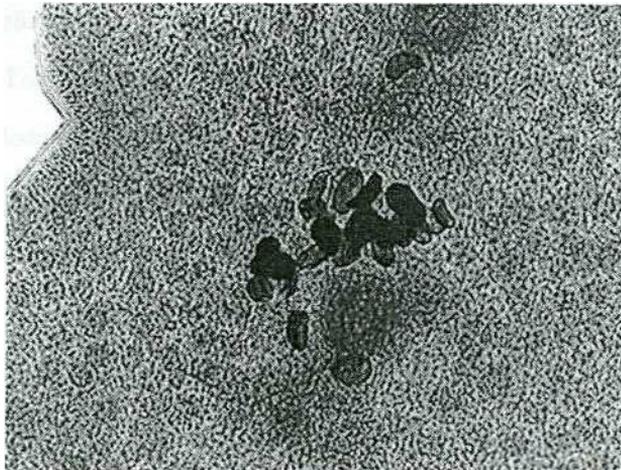


Figura 17. Huevos de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, visto en microscopio óptico (objetivo IOx). Ejemplar número HGO-02-010-01-31

Caracterización de la infección de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en la ictiofauna del Río Metztitlán y de la Laguna de Metztitlán, Hidalgo

Se reviso un total de 371 ejemplares de seis familias de peces. De la familia Atherinidae, se examinaron 86 ejemplares de *Chirostoma jordani*; de Characidae se revisaron 65 ejemplares de *Astyanax mexicanus*; dos especies de Cichlidae, *Herichthys labridens* con 43 individuos, y *Oreochromis niloticus* con 52 ejemplares; de la familia Cyprinidae, dos especies, *Abramis brama* y *Cyprinus carpio*, estudiándose 12 y 46 ejemplares respectivamente; una especie de Ictaluridae, *Ictalurus mexicanus* de la que se revisaron seis ejemplares; y 61 individuos de *Poeciliopsis gracilis* perteneciente a la familia Poeciliidae.

Los resultados del examen helmintológico realizado en los hospederos de *B. acheilognathi*: *Abramis brama*, *Astyanax mexicanus*, *Cyprinus carpio*, *Chirostoma jordani*, *Herichthys labridens* y *Poeciliopsis gracilis*, establecen que la botriocelosis es una parasitosis ampliamente distribuida en la boca del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán.

Los valores mas altos de prevaencia, abundancia e intensidad promedio durante el periodo de colecta se registraron en *Chirostoma jordani*, comúnmente conocido como "charalito", con un total de 2838 helmintos colectados en 72 hospederos, con un porcentaje de infección de 83% de los hospederos revisados y un promedio de 33 cestodos por pez examinado. Los valores mas bajos en la caracterización anual de la infección se registraron en *Astyanax mexicanus* y *Cyprinus carpio* con una prevaencia de 2% de hospederos parasitados, una abundancia de 1 para ambos casos, y una intensidad promedio de 3 y 4 parásitos por pez infectado respectivamente. Los ejemplares de *Ictalurus mexicanus* y *Oreochromis niloticus* resultaron negativos a la infección de *Bothriocephalus acheilognathi* (Tabla 2).

Tabla 2. Prevalencia, abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, en las especies de peces presentes en el Río Metztitlán y en la Laguna Metztitlán, Hidalgo, México de julio de 2002 a junio de 2003.

Especie de hospedero	P.R.	P.P	H.R.	%	A.B	.X	I.I.
Atherinidae							
<i>Chirostoma Jordani</i>	86	72	2838	83	33	39	128-3
Characidae							
<i>Astyanax mexicanus</i>	65	1	3	2	0.04	3	3
Cichlidae							
<i>Herichthys labridens</i>	43	10	297	23	7	30	86-1
<i>Oreochromis niloticus</i>	52	0					
Cyprinidae							
<i>Abramis brama</i>	12	2	64	16	5	32	58-6
<i>Cyprinus carpio</i>	46	1	4	2	0.08	4	4
Ictaluridae							
<i>Ictalurus mexicanus</i>	6	0					
Poeciliidae							
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	61	12	24	19	0.39	2	5-1

P.R.= Peces revisados P.P.= Peces parasitados. H.R.=Helmintos recolectados.

%= prevalencia. A.B.= Abundancia. X= Intensidad promedio.

1.1.= Intervalo de intensidad.

A continuación se presenta la caracterización mensual de la infección de *B. acheilognathi* para cada una de las especies de hospederos revisados, iniciando con las especies que exhibieron los valores de infección mas altos.

De acuerdo con los parámetros de infección establecidos, la especie de hospedero que alcanzo los valores mas altos de infección en cada mes fue *Chirostoma jordani*, observándose que durante los 12 muestreos contemplados, excepto en los meses de agosto, octubre y diciembre de 2002, la presencia de *B. acheilognathi* fue constante. Durante el periodo de muestreo, se obtuvieron valores de prevaecía del 100% de peces parasitados, en los meses de julio y septiembre de 2002, y febrero de 2003; con una abundancia de 40, 28 y 25 cestodos por pez examinado respectivamente. El valor mínimo se registro en abril de 2003, con un porcentaje de infección de 43% de peces parasitados en la muestra, y una abundancia de cinco cestodos por pez examinado, con un intervalo de intensidad de 16-7 cestodos en un pez. Durante enero de 2003, se registro el intervalo de intensidad más alto, 128-6 cestodos en un pez (Tabla 3). Lo relevante de los datos obtenidos para *Chirostoma jordani*, es que la presencia de *B. acheilognathi*, se registro a lo largo del periodo de muestreo de forma continua, con valores de prevaecía por arriba del 70% y abundancias de 52 a 5 cestodos por hospedero revisado.

Tabla 3. Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en *Chirostoma jordani* Woolman, 1894 durante el período comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Chirostoma jordani</i>												
	2002						2003					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
P.R	1		2		9		32	1	16	7	9	9
P.P	1		2		7		31	1	12	3	7	8
H.R	40		55		470		1613	25	299	32	160	144
%	100		100		78		97	100	75	43	78	89
A.B.	40		28		52		50	25	19	5	18	16
X	40		28		67		52	25	25	11	23	18
II	40		33-22		110-34		128-6	25	94-3	16-7	40-12	31-7

P.R.= Peces revisados

A.B.= Abundancia

P.P= Peces parasitados

X= Intensidad promedio

H.R.=Helmintos recolectados

I.I= Intervalo de intensidad

%= Prevalencia

La variación en los valores de prevalencia y abundancia de *B. acheilognathi* en *Herichthys labridens* a lo largo del muestreo, tiene un comportamiento poco constante. Los valores más altos, se registraron en marzo de 2003 con un 100% de hospederos parasitados, una abundancia de 20 cestodos por pez examinado y un intervalo de intensidad de 28-6 parásitos por hospedero.

Durante los meses de julio de 2002, enero y junio de 2003, la prevalencia fue del 50%, con una abundancia de 43, 19 y 9 respectivamente. Los valores mínimos de prevalencia y abundancia se exhibieron en abril de 2003, con una prevalencia de 11% de hospederos parasitados y una abundancia de un *B. acheilognathi* por pez examinado (Tabla 4).

Tabla 4. Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en *Herichthys labridens* Pellegrin, 1903 durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Herichthys labridens</i>												
	2002						2003					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
P.R	2	1		3	10	2	4		3	9	5	4
P.P	1	0		0	0	0	2		3	1	1	2
H.R	86	0		0	0	0	74		59	6	36	36
%	50	0		0	0	0	50		100	11	20	50
A.B.	43	0		0	0	0	19		20	1	7	9
X	86	0		0	0	0	37		20	6	36	18
II	86	0		0	0	0	56-18		28-6	6	36	35-1

P.R.= Peces revisados

A.B.= Abundancia

P.P= Peces parasitados

X= Intensidad promedio

H.R.=Helmintos recolectados

I.I= Intervalo de intensidad

%= prevaencia

A través del periodo de muestreo, la disponibilidad de *Poeciliopsis gracilis* no fue constante, colectándose en siete de las doce salidas (julio, octubre, noviembre de 2002, y febrero, abril, mayo y junio de 2003). La presencia de *B. acheilognathi* en este poecilido se registro en febrero y abril de 2003, con valores de prevalectía de 26% y 38% respectivamente, y una abundancia de un *B. acheilognathi* por pez examinado para ambos meses (Tabla 5).

Tabla 5. Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Poeciliopsis gracilis</i>													
	2002						2003						
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	
P.R	1			12	2			23		16	4	3	
P.P	0			0	0			6		6	0	0	
H.R	0			0	0			15		9	0	0	
%	0			0	0			26		38	0	0	
A.B.	0			0	0			1		1	0	0	
X	0			0	0			3		2	0	0	
II	0			0	0			5-1		4-1	0	0	

P.R.= Peces revisados

A.B.= Abundancia

P.P= Peces parasitazos

X= Intensidad promedio

H.R.=Helmintos recolectados

I.I.= Intervalo de intensidad

%= prevalectía

En los ejemplares de *Abramis brama*, *Cyprinus carpio* y *Astyanax mexicanus*, la presencia de *B. acheilognathi* a lo largo del tiempo de muestreo, únicamente se registró en agosto para *Abramis brama* y *Cyprinus carpio*; y en junio para *Astyanax mexicanus*.

En la Tabla 6 se presenta la prevalencia y abundancia de la infección en *Abramis brama*, con valores del 50% de hospederos parasitados, con 16 cestodos por "nopalillo" examinado, y un intervalo de intensidad de 58-6 parásitos durante agosto de 2002.

Tabla 6. Caracterización de la infección mensual de

Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 en *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) durante el periodo comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Abramis brama</i>												
	2002						2003					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
P.R	1	4			1			2	1	2		1
P.P	0	2			0			0	0	0		0
H.R	0	64			0			0	0	0		0
%	0	50			0			0	0	0		0
A.B.	0	16			0			0	0	0		0
X	0	32			0			0	0	0		0
II	0	58-6			0			0	0	0		0

P.R.= Peces revisados

%=Prevalencia

X= Intensidad promedio

P.P.= Peces parasitados

A.B.= Abundancia

I.I.= Intervalo de intensidad

H.R.= Helmintos recolectados

Para *Cyprinus carpio*, los valores obtenidos de la infección de *B. acheilognathi* se registraron en agosto (Tabla 7), alcanzando una prevaencia de 50% de peces parasitados en la muestra y una abundancia de 2 cestodos por pez examinado.

Tabla 7. Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 durante el período comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Cyprinus carpio</i>												
	2002						2003					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
P.R.	3	2	7		7	3	6	11	2	3	1	1
P.P.	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0
H.R.	0	4	0		0	0	0	0	0	0	0	0
%	0	50	0		0	0	0	0	0	0	0	0
A.B.	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	4	0		0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	4	0		0	0	0	0	0	0	0	0

P.R.= Peces revisados

A.B.= Abundancia

P.P.= Peces parasitados

X= Intensidad promedio

H.R.=Helmintos recolectados

II= Intervalo de intensidad

%= Prevalencia

Por último, *Astyanax mexicanus* es la especie de hospedero en donde se observan los valores más bajos de la infección por *B. acheilognathi*, registrándose este helminto en julio de 2002 con un 25% de peces parasitados en la muestra, y una abundancia de un céstodo por pez examinado (Tabla 8).

Tabla 8. Caracterización de la infección mensual de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853) durante el período comprendido de julio de 2002 a junio de 2003.

<i>Astyanax mexicanus</i>												
	2002						2003					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
P.R.	4	1	4	1			4	10	11	14	10	6
P.P.	1	0	0	0			0	0	0	0	0	0
H.R.	3	0	0	0			0	0	0	0	0	0
%	25	0	0	0			0	0	0	0	0	0
A.B.	1	0	0	0			0	0	0	0	0	0
X	3	0	0	0			0	0	0	0	0	0
II	3	0	0	0			0	0	0	0	0	0

P.R.= Peces revisados

A.B.= Abundancia

P.P.= Peces parasitados

X= Intensidad promedio

H.R.=Helmintos recolectados

II= Intervalo de intensidad

%= Prevalencia

VI. DISCUSIÓN

Con base en lo obtenido, se discuten dos puntos centrales: la composición de la ictiofauna del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán y los factores que podrían estar regulando la presencia de *B. acheilognathien* los peces de la zona.

Ictiofauna del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo

Debido al impacto antropogénico como la sobre explotación y el cambio geoclimático, las condiciones ambientales son desfavorables para los organismos dulceacuícolas del país. Los ecosistemas acuáticos, especialmente en México, son vulnerables debido a la sobre explotación a la que son sometidos. Muchas de las especies que conforman la fauna íctica del país están en riesgo de desaparecer, como consecuencia de la fragmentación de sus poblaciones y destrucción de sus hábitats.

Las causas más comunes de riesgo para los peces mexicanos incluyen la destrucción o modificación del hábitat, un intervalo geográfico restringido, y en un 53% la introducción de especies exóticas (De la Vega-Salazar, 2003).

La introducción de especies exóticas en los ecosistemas acuáticos contribuye al desplazamiento, muerte y extinción de la ictiofauna nativa. Además, se transportan otros organismos asociados a estos como las plantas, moluscos, crustáceos, parásitos y enfermedades que pueden ocasionar efectos adversos en el ecosistema.

Los recursos pesqueros como fuente económica y alimenticia han favorecido la introducción de especies no nativas a los diferentes embalses de México, promoviendo un movimiento indiscriminado de especies de peces sin un estudio helmintológico previo, incrementando la dispersión de agentes etiológicos, en este caso *Bothriocephalus acheilognathi*, ocasionando un problema serio en el aumento de la enfermedad, reforzado por la susceptibilidad potencial de algunas especies de hospederos en diferentes cuerpos de agua. De acuerdo a Silver (1997) *B. acheilognathies* un cestodo que ha contribuido a la declinación de la población de peces nativos en diversas regiones del mundo.

Con el presente trabajo se corrobora que la botriocéfalo es un padecimiento ampliamente difundido en diversas entidades de México. En los peces del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, esta enfermedad afecta a seis de las ocho especies de peces estudiadas, confirmándose el registro de este cestodo en los hospederos de *Abramis brama* y *Astyanax mexicanus* de acuerdo con Zarate-Ramírez (2003).

La presencia de *B. acheilognathi* en los peces de Metztitlán, debe ser considerado como consecuencia de la traslocación de sus hospederos. Para el Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán no se conoce con exactitud el origen y fecha de la introducción de *B. acheilognathi*. Sin embargo, con base en Ibanez-Aguirre *et al.* (2002), es posible que se haya introducido en 1992 con la siembra de especies exóticas como *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864), *O. niloticus*, *Tilapia rendali* (Boulenger, 1897), *Cyprinus carpio* e *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818).

Osorio-Sarabia (1982b), Villeda-González (1997), Pineda-López y González-Enríquez (1997), Salgado-Maldonado *et al.* (2001a; 2001b), Salgado-Maldonado y Pineda-López (2003); son algunos de los autores que señalan a *B. acheilognathi* como una amenaza potencial para las poblaciones de los peces nativos de México.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los valores mas altos en la infección causada por este helminto parásito se aprecian en especies nativas: *Chirostoma jordani*, *Herichthys labridens* y *Poeciliopsis gracilis*, y no en las especies exóticas: *Abramis brama* y *Cyprinus carpio*. Por lo tanto, la dispersión de *B. acheilognathi* es muy importante en términos de la amenaza que representa para los peces nativos de nuestro país, en embalses naturales y en los sistemas de cultivo establecidos, como es el caso de las jaulas flotantes de la Laguna de Metztlán.

Osorio-Sarabia (1982b) menciona que la introducción de especies no nativas, sin un juicio científico *a priori* serio y perfectamente sistematizado, del impacto real o potencial, puede traer graves consecuencias debido a que el comportamiento de las poblaciones introducidas puede cambiar, ser o volverse agresiva; compitiendo por espacio y alimento, hasta encontrar un recurso que no se encuentre fácilmente disponible.

B. acheilognathi parece tener mayor éxito en la colonización de ambientes lenticos, donde las poblaciones de copépodos y de larvas de coracidios pueden encontrar mejores condiciones para su transmisión. Además, no parece tener un alto potencial para colonizar los ambientes loticos. Esta situación los convierte en organismos dependientes del hombre para su dispersión mediante las prácticas de cultivo extensivo. Si el potencial de colonización de *B. acheilognathi* esta limitado a su éxito en las aguas lenticas y son altamente dependientes de manejo y manipulación en las técnicas acuícola de los peces, entonces un manejo adecuado de los peces y un examen helmintológico previo a la transportación y siembra en otros cuerpos de agua, contribuirá a el control y erradicación de la botriocéfalo. Es importante señalar que la erradicación de una especie exótica una vez establecida en un ambiente natural, es prácticamente imposible. Razón de más para considerar la importancia

de realizar estudios helmintológicos previos a la introducción de especies exóticas en un ecosistema (Pineda-López y González-Enríquez, 1997).

Como parte de los resultados obtenidos, se registra por primera vez a *Ictalurus mexicanus* en la Laguna de Metztitlán. Dicho registro es de gran importancia, ya que permite ampliar el conocimiento de la ictiofauna del Estado de Hidalgo.

Factores que regulan la presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 en la ictiofauna del Río Metztitlán y de la Laguna de Metztitlán, Hidalgo

Por su amplia distribución y capacidad de infectar a diferentes especies de peces, *B. acheilognathi* ha sido objeto de numerosos estudios, con el fin de conocer acerca del comportamiento, y causas que lo determinan. Trabajos como los de Granath y Esch (1983) y Sanabria-Espinosa y Sánchez-Santana (1989), han expuesto algunas de las posibles causas de la dispersión de este parásito, registrándose que las fluctuaciones en los parámetros de infección son estacionales, y están determinadas por la temperatura.

Granath y Esch (1983) enfatizaron que en verano, la infropoblación (todos los parásitos de una especie en un hospedero particular) de *B. acheilognathi* en *Gambusia affinis* (Baird y Girard, 1853) declina. En tanto que, Sanabria-Espinosa y Sánchez-Santana (1989) mencionaron que al final del verano y durante el otoño, se presentan las temperaturas más altas en el embalse "La Goleta", los índices de prevaencia en *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) son altos. Esta diferencia en los resultados de ambos trabajos, se atribuye a que las temperaturas registradas por Granath y Esch (1983) en el Lago Belews oscilan entre

los 10°C y los 33°C, mientras que en el Embalse La Goleta en el Estado de México, varía de los 16°C a 23°C. La poca oscilación de temperatura que se presenta en este ultimo embalse, no produce cambios significativos en la dinámica estacional de *B. acheilognathi*, mientras que la marcada oscilación de este factor en el Lago Belews promueve cambios significativos en los parámetros de la infección.

En este estudio, observamos que en los meses de primavera y verano cuando las temperaturas oscilan entre los 22°C y 24°C, en la Laguna de Metztlán (CONANP-SEMARNAT, 2003), se obtuvieron los valores mas altos de prevalecia y abundancia de *B. acheilognathi* en *Herichthys labridens*, *Poeciliopsis gradlis*, *Abramis brama*, *Cyprinus carpio*, *Astyanax mexicanus*. Mientras que, durante el invierno con una temperatura de 16°C, se registro una baja o nula infección de este parasite

De acuerdo con lo anterior, se infiere que la temperatura puede ser un factor ambiental con gran influencia en el ciclo de incidencia y desarrollo de *B. acheilognathi* en los peces de Metztlán. Sin embargo, por si solo no determina la estacionalidad de esta especie de cestodo. En *Chirostoma jordani* la infección por *B. acheilognathi* se presento de forma continua, con valores de prevalecia y abundancia similares a lo largo del periodo de muestreo. No así para el resto de los hospederos, en donde el comportamiento de la infección durante el periodo de muestreo fue muy variado. Dado lo anterior, existen múltiples factores que están determinando y regulando la presencia de *B. acheilognathi* en el Río Metztlán y en la Laguna de Metztlán. Por ejemplo, los hábitos alimenticios, hábitos de comportamiento y la reproducción del hospedero, así como la disponibilidad de hospederos intermediarios y las condiciones ambientales del embalse, son algunos de los múltiples factores bióticos y abióticos que determinan la presencia y los diferentes niveles de infección de *B. acheilognathi* en las especies de peces de Metztlán, Hidalgo.

Guillen-Hernández (1989), enfatizo que los niveles de infección entre las diferentes especies de peces en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, no están únicamente regulados por los ciclos de temperatura anual. Señalo, que existen evidencias de que los hábitos alimenticios de los hospederos tiene una gran influencia en el reclutamiento de este cestodo. Este aspecto se registro específicamente en *Chirostoma jordani*, al encontrar de forma continua durante el periodo de muestreo a *B. acheilognathi*, debido a se alimenta básicamente de copépodos durante todo su ciclo de vida.

De las diferentes especies de peces revisados durante el presente estudio, en el Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, *Chirostoma jordani* y *Herichthys labridens* tienen hábitos alimenticios semejantes. Ambas especies resultaron positivas a la infección de *B. acheilognathi*, alcanzando valores de prevalencia y abundancia altas. básicamente *Chirostoma jordani* es zooplanctófago (Lyons *et al.*, 1998), con una marcada preferencia en copépodos. Esta preferencia se confirmo en los "charalitos" de la zona de estudio, ya que se observo la presencia de copépodos en el contenido estomacal. Por su parte, *Herichthys labridens* se alimenta de insectos, crustáceos (copépodos), plantas pequeñas y peces de menor talla (Yamamoto y Tagawa, 2000), favoreciendo la infección de *B. acheilognathi*.

Este mismo patrón de infección consecuencia de los hábitos alimenticios, los cuales contribuyen a la recarga parasitaria, fue reportado por Villeda-González (1997), al registrar que *Chirostoma jordani* en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, es uno de los ejemplares con elevados valores de infección de este cestodo a lo largo de su ciclo de vida.

Por otro lado, los niveles de infección bajos, registrados en *Abramis brama*, *Poeciliopsis gracilis*, y aún mas en *Astyanax mexicanus* y *Cyprinus carpio*, pueden ser consecuencia de su variada alimentación. En especial *Cyprinus carpio* cambia sus hábitos

alimenticios de acuerdo a su edad, los juveniles se alimentan de zooplancton y los adultos son omnívoros (crustáceos, anélidos, moluscos, algas, plantas acuáticas y sedimentos). Cabe destacar que en las carpas de otros cuerpos de agua, se han reportado niveles altos de infección por este cestodo (Guillen-Hernández, 1989). Aunque, también se ha registrado la ausencia total de este parásito en esta especie (Villeda-González, 1997). Una explicación a estas diferencias, puede ser: problemas de muestreo que repercuta el número de ejemplares revisados, pero también debe considerarse que la infección ocurre principalmente en carpas jóvenes que están mas expuestas a esta parasitosis por sus hábitos alimenticios, mientras que en etapa adulta, su dieta cambia a omnívora (Scott y Crossman, 1973), lo que evita el contacto con el hospedero intermediario, no contribuyendo a una recarga de la parasitosis.

Cabe señalar que *Oreochromis niloticus* e *Ictalurus mexicanus* en el Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán, se encontraron libres de dicha infección. Esto se puede explicar por los hábitos alimenticios de ambas especies la cual generalmente consiste en algas y plantas acuáticas. Sin embargo, es importante mencionar que Pineda-López y González-Enríquez (1997) reportaron la presencia de *B. acheilognathi* en *O. niloticus* en el Estado de Querétaro, considerando a este pez como un hospedero alternativo, por su baja intensidad de infección, pero que contribuye a la dinámica poblacional del parásito debido a que se encuentran cestodo grávidos. Lo anterior confirma la importancia de su alimentación como factor de riesgo para la infección de peces por este cestodo.

Por otra parte debido a que en este estudio, no se realizó una colecta con un tamaño de muestra semejante en cada especie de hospedero, puede existir un sesgo en los patrones de distribución y estacionalidad de *B. acheilognathi*. Sin embargo, es importante señalar que no fue parte de los objetivos de este estudio analizar la dinámica poblacional de este cestodo en la comunidad de peces de la zona de estudio. Por lo anterior, se recomienda

que en estudios futuros, se evalué la dinámica poblacional de *Bothriocephalus acheilognathi* en la comunidad íctica del río y la laguna de Metztitlán, Hidalgo, manteniendo tamaños de muestra semejantes, por lo menos durante un ciclo anual de colecta.

Es posible que la presencia y estacionalidad de *B. acheilognathi*, esta determinada por la interacción de múltiples factores como la temperatura del agua, hábitos alimenticios, hábitos de comportamientos, disponibilidad de hospederos intermediarios entre otros.

Salgado-Maldonado *et al.* (2001b) mencionaron que otro aspecto que favorece la infección de *B. acheilognathi* en poblaciones de peces del país, es que las comunidades de los helmintos en estas especies de hospederos son muy pobres. En otras palabras, los intestinos de un pez están libres de parásitos o solamente tienen una especie particular de helminto, lo que brinda ambientes disponibles que pueden ser fácilmente colonizados por este cestodo.

De acuerdo con el análisis de las comunidades y la riqueza de especies de helmintos parásitos de peces de la Laguna de Metztitlán, realizado por Zarate-Ramírez (2003), registro seis especies de helmintos parásitos de peces en la zona de estudio: *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814); Diplostomidae gen. sp. Poirier, 1886; *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921); *Bothriocephalus acheilognathi*; *Glosoocercus* sp. Chandler, 1935; y *Contracaecum* sp. Railliet y Henry, 1992; en siete especies de hospederos (*Abramis brama*, *Astyanax mexicanus*, *Chirostoma jordani*, *Cyprinus carpio*, *Herichthys labridens*, *Oreochromis niloticus* y *Poeciliopsis gracilis*). En dicho estudio, se encontró a *B. acheilognathi* en estado adulto como único parásito intestinal, y el resto de las especies de helmintos se presentaron en estados de desarrollo inmaduros (metacercarias, metacestoides).

Con base en lo anterior, es posible asumir que las comunidades de los helmintos parásitos de los peces del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán son pobres, lo que contribuye a que *B. acheilognathi* se establezca satisfactoriamente en los peces de este embalse.

Según los datos obtenidos por Villeda-González (1997) y corroborados en este trabajo, se ha observado que en las carpas adultas, a pesar de que son los hospederos originales, no sufren danos, pero actúan como diseminadores del parásito. Esto nos señala que las especies nativas de México están mas expuestas a la infección de *B. acheilognathi*, como consecuencia de sus hábitos alimenticios y de comportamiento, resultando ser mas susceptibles a la infección por este cestodo (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003), o tienen mas contacto con el hospedero intermediario que los hospederos originales.

Con base en los datos recabados a lo largo del ciclo de muestreo, lo ejemplares de *Chirostoma jordani* (especie nativa de México) y *Herichthys labridens*, (endémica a la Cuenca del Panuco) en peligro de extinción, están infectados en un 83% y 23% por *B. acheilognathi* respectivamente, presentando abundancias de 33 y 7 parásitos por hospedero para cada una de las especies. Considerando que los valores de prevaencia y abundancia en *Chirostoma jordani* a lo largo del muestreo alcanzan valores mas altos en comparación a las demás especies revisadas, se sugiere que es el hospedero preferencial de *B. acheilognathi* en la región de Metztlán, Hidalgo.

Sin embargo, *Herichthys labridens* es la segunda especie con mayor porcentaje de infección por este cestodo, lo cual es un llamado de atención para la comunidad científica, particularmente parasicólogos, ictiólogos y representantes de las autoridades de gobierno, debido a que *Herichthys labridens* esta considerada en la NOM-059-ECOL-2001 como una especie endémica del Panuco, amenazada. Además, con el presente trabajo se reporta por

tercera ocasión a *Herichthys labridens* como hospedero de *B. acheilognathi*, registrado previamente por Salgado-Maldonado y Pineda López (2003) en el Río Talol, Hidalgo y por Zarate-Ramírez (2003) en Metztlán. Por lo antes expuesto, es probable que la población de *Herichthys labridens* en el Río y la Laguna de Metztlán estén amenazadas.

De acuerdo con Davydov (1978) las infecciones de este cestodo con uno a cuatro escólex por hospedero, no representan ningún riesgo para el hospedero (En: Pineda-López y González-Enríquez, 1997). Sin embargo, si la infección es de cinco o mayor, se disminuye la salud del pez afectando el metabolismo de proteínas y carbohidratos como consecuencia de una sustracción de nutrientes por parte de *B. acheilognathi* (Nie y Hoole, 2000).

En Metztlán, es posible que las poblaciones de *Chirostoma jordani* y *Herichthys labridens* estén metabólicamente afectadas por la presencia de *B. acheilognathi*, a diferencia de las especies exóticas como *Abramis brama* y *Cyprinus carpio* que albergaron un número menor de escólex (5 y 0.08 parásitos por pez revisado respectivamente). Si reconsidera lo expuesto por Davydov (1978) en *Astyanax mexicanus* y *Poeciliopsis gracilis* esta parasitosis no es significativa. Sin embargo, es necesario realizar un estudio histopatológico que evalúe el daño producido por *Bothriocephalus acheilognathi* en las diferentes especies de hospederos. Estableciéndose de manera experimental en el laboratorio y en el campo, el efecto de la carga parasitaria de *B. a. acheilognathi* en los individuos, a si como evaluar su efecto en la tasa de crecimiento y mortandad de los peces nativos.

VII. RECOMENDACIONES

Con base en lo anterior, se recomienda no introducir a futuro especies exóticas a la Laguna y el Río de Metztitlán. En dado caso que se sustenten dichas introducciones, los organismos deberán ser sometidos a estudios parasicológicos previos, permanecer en periodo de observación (cuarentena), y de forma sistemática que se evalúe potencialmente el rendimiento y beneficio de la introducción de especies, sin que conlleven a un deterioro del sistema acuícola, y menos aun que propicien el desplazamiento de las especies nativas.

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda no introducir especies congéneres a *Chirostomajordani* en el embalse, debido a que son susceptibles a la infección de *B. acheilognathi*, lo que incrementaría el numero de especies de peces susceptibles a la botriocefalosis.

Debido al grado de intensidad de la infección de este cestodo registrada en las especies de peces de Metztitlán, no se recomienda su transferencia a otros embalses, ya que contribuiría a la dispersión de *B. acheilognathi*.

VIII. CONCLUSIONES

- ? La presencia de *B. acheilognathi* encuentra ampliamente distribuida en la boca del Río Metztlán y en la Laguna de Metztlán, Hidalgo, registrándose en seis de las ocho especies de peces estudiadas.
- ? Las especies nativas del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán (*Chirostomajordani*, *Herichthys labridens* y *Poedliopsis gracilis*), presentan los valores más altos en la caracterización de la infección por *B. acheilognathi*; con respecto a las especies exóticas (*Abramis brama*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*).
- ? *Chirostoma jordani* es el hospedero preferencial de *B. acheilognathi* en el Río Metztlán y la Laguna de Metztlán.
- ? *Herichthys labridens*, especie endémica a la Cuenca del Panuco en peligro de extinción, tuvo altos porcentajes de infección de *B. acheilognathi*.
- ? Los diversos hábitos alimenticios que presentan las especies de peces del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, así como la presencia de hospederos intermediarios y la temperatura del embalse, son determinantes en el establecimiento y distribución de *B. acheilognathi*.
- ? Se presenta un nuevo registro de *Ictalurus mexicanus* en el Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, ampliándose el área de distribución de esta especie en la Cuenca del Panuco.
- ? Se recomienda no introducir especies congéneras a *Chirostoma jordani* al Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, ya que existe alto riesgo de ser infectadas por *B. acheilognathi*.

- ? Los datos generados permitirán plantear a los administradores de la reserva un programa de monitoreo adecuado para conservar a *Herichthys labridens*.
- ? Se recomienda no translocar especies de peces originarias del Río Metztitlán y la Laguna de Metztitlán a otros embalses sin un examen helmintológico previo, debido a que son portadores de *B. acheilognathi*, lo contribuiría a la dispersión de este helminto.

IX. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Castellanos, E. 2002. Inventario de helmintos parásitos de peces de la cuenca del Río Panuco y parte del Lerma-Santiago. Tesis Profesional para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 69 p.
- Alcolea, H. E. 1987. Helminto fauna del "achoque" *Amblístoma* (*Bathyserodon*) *dumerilii* Duges, 1870 (Amphibia: Cuadata) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *En* Resúmenes del IX Congreso Nacional de Parasitología, Villahermosa, Tabasco. 35 p.
- Arizmendi, M. A. 1992. Descripción de algunas etapas larvarias y de la fase adulta de *Centrocestus formosanus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 63:1-11.
- Astudillo-Ramos, L., y E. Soto-Galera. 1997. Estudio Helmintológico de *Chirostoma humboldtianum* y *Girardinichthys multiradiatus* capturados en el Lerma. *Zoologia informa* 35:53-59.
- Bailey, R. G. 1994. Guide to the fishes of the River Nile in the Republic of the Sudan. *Journal Natural History* 28:937-970.
- Ballard, R. 1997. Les poisons d'eau douce des rivières de France: Identification, inventaire et repartition des 83 espèces. (Fresh water fish of the rivers of France Identification: Inventory and distribution of the 83 species). Lausanne: Delachaux y Niestle. 192 p.
- Balon, E. K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyological Review* 1:11-48.
- Bauer, N., y L. Hoffman G. 1976. Helminth range extension by translocation of fish. *Proceedings International Conference on Wildlife Disease* 3:163-172.

- Breder, C. M., y D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction on fishes. T. F. H. Publications, Neptune City, New Jersey. 941 p.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Chubb, J. C. 1981. The Chinese tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti 1934. (Synonym *B. gowlongensis* Yeh, 1955) in Brinain. *Proceedings 2nd Brit. Freshwater Fishes Conference* 1:40-51.
- CONANP-SEMARNAT. 2003. Programa de Manejo: Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. México. 202 p.
- Conkel, D. 1993. Cichlids of North and Central America. T.F.H. Publications, USA. 124 p.
- De la Vega-Salazar, M. Y. 2003. Situación de los peces dulce acuicolas en México. *Ciencias* 72:20-30.
- Dick, T. A., y A. Choudhury. 1995. Cestoidea (Phylum Platyhelminthes). *En Fish diseases and disorders*. Woo, P. T. K. (eds.). CAB International, London, UK 391-414.
- Dove, A. D., y A. S. Fletcher. 2000. The distribution of the introduced tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* in Australian freshwater fishes. *Journal of Helminthology* 74:121-127.
- Edwards, D. J., y P. Hine M. 1974. Introduction preliminary handling and disease of grass carp in New Zeland. *Journal of Marine and Fresh Research* 8:441-454.
- Espinosa, P. H., P. Fuentes M., M. T. Gaspar D., y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. *En Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. Ramamoorthy T., R. B., A. Lot, y J. Fa (eds.). México 227-249.

- Flores-Crespo, J., R. Flores, F. Ibarra, y Y. Vera. 1994. Botiocefalosis. La teniasis de las carpas y otros peces de importancia económica. SARH. CENID-PAVET 3:14.
- Frimodt, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, OsneyMead, Oxford, England. 215 p.
- García-Altamirano, I. 2002. El Dr. Duardo Caballero y Caballero: (1904-1974) y la Institucionalización de la Helmintología en México. Tesis Profesional para obtener el título de Maestra en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias. UNAM. México. 95 p.
- García-Prieto, L., y S. D. Osorio. 1991. distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoologica 62:523-526.
- Granath, W. O., y G. E. W. 1983. Temperature and other factors that regulate the composition and infrapopulation densities of *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in *Gambusia affinis* (Pisces). Journal Parasitology 69:1116-1124.
- Guillen-Hernández, S. 1986. La temperatura como regulador de los estados de desarrollo de *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) en la carpa (*Cyprinus carpio*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. CONAPAR-86. Memorias VII Congreso Nacional de Parasitología. Puebla, Puebla. 55 p.
- Guillen-Hernández, S. 1989. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias. UNAM, Mexico. 66 p.

- Guillen-Hernández, S., P. L. García, y O. S. D. 1991. Revisión histórica de la taxonomía de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Pseudophyllidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica 62:409-415.
- Heckmann, R. A., y J. E. Deacon. 1987. New host records for the Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi*, in endangered fish species from the Virgin River, Utah, Nevada and Arizona. *Journal Parasitology* 73:226-227.
- Hoffman, G. 1980. Asian tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 in North America. *Fisheries und Umwelt* 8:69-75.
- Hoffman, G. L. 1999. *Parasites of North American Freshwater Fishes*. 2da Ed. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press, London. 539 p.
- Ibáñez-Aguirre, A. L., J. L. García-Calderón, A. Pérez-Rojas, S. Álvarez-Hernández, C. Álvarez-Silva, y E. Núñez-Portugal. 2002. El lago de Metztlán, Hidalgo. *En Lagos y Presas de México*. De la Lanza-Espino, G., y J. L. García-Calderón (eds.). AGT EDITOR, S. A., Mexico 253-268.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 1990. IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U K. 288 p.
- Kearn, G. C. 1998. *Parasitism and the Platyhelminths*. Chapman & Hall. London. 215-314.
- Kottelat, M. 1997. European freshwater fishes. *Biologia* 52, *Suppl* 5: 1-271.
- Lamothe-Argumedo, R. 1993. Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología: Helmintología. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 22 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1994. Importancia del helminto fauna en el desarrollo de la acuicultura. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica 65:195-200.

- Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y G. Pérez-Ponce de León. 1996. Catalogo de la Colección Nacional de Helmintos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-CONABIO, México. 211 p.
- Lavery, R. J. 1991. Physical factors determining spawning site selection in a Central American whole nester, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Environmental Biology of Fishes* 31:203-206.
- León-Regagnon, V. 1992. Fauna helmintológica de algunos vertebrados acuáticos de la Ciénega de Lerma, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 63:151-153.
- López-Jiménez, S. 1979. Observaciones sobre el ciclo de vida de *Bothriocephalus (Cleistobotrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae) *En III Congreso Nacional de Zoología, Aguascalientes.*
- López-Jiménez, S. 1981. Cestodos de Peces I. *Bothriocephalus (Cleistobotrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 51:69-84.
- López-Jiménez, S. 1987. Enfermedades más frecuentes de las carpas cultivadas en México. *Acuavision. Revista Mexicana de Acuicultura* 2: 11-13.
- Lyons, J., G. González-Hernández, E. Soto-Galera, y M. Guzmán-Arroyo. 1998. Decline of freshwater fishes and fisheries in selected drainages of west-central Mexico. *Fisheries Management* 23:10-18.
- Marcogliese, D. J., y D. K. Cone. 1997. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parasitologia* 39:227-232.

- Margolis, L, G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris, y G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology. (Report of an Ad Hoc of Committee of the American Society of Parasitologist). *Journal of Parasitology* 68:131-133.
- Mills, D., y G. Vevers. 1989. *The tetra encyclopedia of freshwater tropical aquarium fishes*. Tetra Press, New Jersey. 208 p.
- Mittermeier, R. A., P. Robles, y C. Goettsch de M. 1997. Mega diversidad. Los países biológicamente ricos del mundo. Agrupación Sierra Madre, S. C. y CEMEX, México, D. F.
- Nie, P., y H. D. 2000. Effects of *Bothnocephalus acheilognathi* on the polarization response of pronephric leucocytes of carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Helminthology* 74:253-257.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres.- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.- Lista de especies en riesgo. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. Diario Oficial, 06 de marzo de 2002.
- Osorio-Sarabia, D. 1982a. Descripción de una nueva especie del genero *Goezia* Zeder, 1800 (Nematoda: Goeziidae) en peces de agua dulce de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 52:71-87.
- Osorio-Sarabia, D. 1982b. Contribución al estudio parasitológico de las especies nativas e introducidas en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". Tesis Profesional para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias. UNAM. México. 143 p.
- Page, L. M., y B. M. Burr. 1991. *A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico*. Vol. Houghton Mifflin Company, Boston. 432 p.

- Peresbarbosa-Rojas, E., G. Pérez-Ponce de León, y L. García Prieto. 1994. Helmintos parásitos de tres especies de peces (Goodeidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 65:201-204.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Régagnón. 1996. Listado Faunístico de México: VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 100 p.
- Pineda-López, R., y C. González-Enríquez. 1997. *Bothriocephalus acheilognathi*: presencia e importancia de un invasor asiático infectando peces de Querétaro. *Zoología informa* 35:5-12.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, F. Massardo. 2001. Especies exóticas, enfermedades y sobreexplotación. *En* Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, F. Massardo (eds.). México, D. F. 225-252.
- Pritchard, M. H., y G. O. W. Kruse. 1982. The collection and preservation of animal parasites. Technical Bulletin No. 1, The Harold W. Manter Laboratory. University of Nebraska Press, Nebraska. 141 p.
- Robins, C. R., R. M. Bailey, C. E. Bond, J. R. Brooker, E. A. Lachner, R. N. Lea, and W. B. Scott. 1991. Common and scientific names of fishes from the United States and Canadá. American Fisheries Society Special Publication 20:183.
- Salgado-Maldonado, G., S. Guillen- Hernández, y D. Osorio-Sarabia. 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en

- peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. Serie Zoológica 57:213-218.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovsky, y R. Báez-Valé. 2001. Helminth Parasites of Freshwater of the Balsas River Drainage Basin of Southwestern México. *Comparative Parasitology* 68:196-203.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, J. M. Caspeta-Mandujano, G. Moreno-Navarrete, P. Sánchez-Nava, y R. Aguilar-Aguilar. 2001. A checklist of helminth parasites of freshwater fishes from the Lerma-Santiago River Basin, México. *Comparative Parasitology* 68:204-218.
- Salgado-Maldonado, G., and R. Pineda-López. 2003. The Asia fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potencial threat to native freshwater fish species in México. *Biological Invasions* 5:261-268.
- Sanabria, M. E., y A. Sánchez. 1989. Algunos aspectos ecológicos de *Bothriocephalus acheilognathi* en la "carpa dorada" *Carassius auratus* del embalse la Goleta Estado de México. *Zoología* 1:26-32.
- SEMARNAP. 1999. Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Documento técnico justificado para la creación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo. 100 p.
- Schmidt, Gerald y Larry S. Roberts. 2000. Foundations of parasitology. McGraw-Hill Higher Education 299-320.
- Schmitter-Soto, J. 1998. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. ECOSUR. México 56-57.

- Scott, W. B., y E. J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bulletin of Fisheries Research 184:1-96.
- Scott, A. L., y J. M. Grizzle. 1979. Pathology of cyprinid fishes caused by *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea). Journal Fish Disease. 2:69-73.
- Silver, R. 1997. Historic lawsuit filed against CAP. Biodiversity and Ecosystems Network (BENE) Sat, 8 Mar, 18:19:35.
- Soria-Barreto, M., L. Alcántara-Soria, y E. Soto-Galera. 1996. Ictiofauna del estado de Hidalgo. Zoología Informa 33:55-78.
- Trewavas, E. 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Dana/cilia*. British Museum of Natural History, London, UK. 583 p.
- Vidal-Martinez, V., y G. Salgado-Maldonado. 2000. Introduction. *En* Metazoa parasites in the neotropics: a systematic and ecological perspective. Salgado-Maldonado, G., A. N. García Aldrete y V. M. Vidal-Martínez. (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México 11-24.
- Villeda-González, L. 1997. Botriocefalosis en peces del lago de Cuitzeo Michoacán, México. Tesis Profesional para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias. UNAM. Mexico. 69 p.
- Wischnath, L. 1993. Atlas of Levebearers of the world. T. F. H. Publications, Inc. United States. 336 p.
- Yamaguti, S. 1934. Studies on the helminth fauna of Japan. Part IV. Cestodes of Fishes. Journal of Zoology 6:1-112.
- Yamaguti, S. 1959. Systema Helminthum: Volume II The Cestodes of Vertebrates. Interscience publishers, INC. New York. 860 p.

- Yamamoto, M. N., y A. W. Tagawa. 2000. Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 p.
- Zaret, M. T., y R. T. Paine. 1973. Species introduction in a tropical lake. *Science* 182:449-455.
- Zarate-Ramírez, V. R. 2003. Evaluación de la biodiversidad de helmintos en los peces de la reserva de la biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis para optar al grado de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. ECOSUR. Chetumal, Quintana Roo. 74 p.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal Wildlife Management* 22:82-90.

X. APÉNDICES

Apéndice 1. Registro de hospederos de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti 1934 en México a partir de su introducción en 1965.

Hospederos	Localidad	Estado	Referencia
ATHERINIDAE			
<i>Atherinella crystallina</i> ^F Jordán y Culver 1895	R. Santiago y Aguamilpa	Nayarit	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Chirostoma argé</i> ^F (Jordán y Snyder, 1899)	R. San Pedro	Querétaro	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. atenuatum</i> ^F Meek, 1902	L. Pátzcuaro y L. Zirahúen	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. esto</i> ^s Jordán, 1880	L. Pátzcuaro L. Zirahúen	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. grandocule</i> Steindachner, 1894	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. humboldtinum</i> ^F Valenciennes, 1835	P. Cointzio	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. jordani</i> ^F Woolman, 1894	P. La Biznaga. P. Ignacio Allende	Guanajuato	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. labarcea</i> ^F Meek, 1902	L. Metztlán P. Ignacio Allende	Hidalgo Guanajuato	Zarate-Ramírez, 2003 Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. ocotlanae</i> ^F Meek, 1902	L. Chápala	Jalisco	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003

Hospederos	Localidad	Estado	Cita
<i>C. riojai</i> ^E Solórzano y López, 1966	L. Santiago Tilapia	Edo. de México	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Melaniris balsanus</i> ^E Metzelaar, 1919	P. Infiernillo	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Poblana alchichicae</i> De Buen, 1945	L. Quechulac	Puebla	CNHE-IBUNAM
<i>Poblana letholepis</i> Álvarez, 1950	La. La Mina	Puebla	CNHE-IBUNAM
CENTRARCHIDAE <i>Micropterus salmoides</i> Lacepède, 1802	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
CHARACIDAE <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	R. Cuyotepeji	Oaxaca	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Astyanax mexicanus</i> DeFüoppi, 1853	L. Metztlán	Hidalgo	Zarate-Ramírez, 2003
CICHLIDAE <i>Archocentrus</i> <i>Nigrofasciatus</i> Günther, 1867	R. Amacuzac	Morelos	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
¹ <i>Herichthys cyanoguttatus</i> Baird yGirard, 1854	R. Atlapexco	Hidalgo	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. istlanum</i> ^E Jordán y Snyder, 1899	P. Tepecoacuilco El Chacalito	Guerrero Jalisco	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003

Hospederos	Localidad	Estado	Cita
<i>Herichthys labridens</i> Pellegrin, 1903	R. Talol	Hidalgo	Salgadc-Maldonado y Pineda-López, 2003
³ <i>Thurichthus meeki</i> (Brind, 1918)	L. Nuevo Becal	Campeche	Salgadc-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. urophthalmus</i> Günther, 1862	R. Jonuta Celestún	Tabasco Yucatán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Oreochromis aureus</i> Steindachner, 1864	L. Cuitzeo	Michoacán	Colección Nacional de Helmintos
<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758	P. Constitución R. Conca	Querétaro	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
CYPRINIDAE			
<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	L. Metztlán	Hidalgo	Zarate-Ramírez, 2003
<i>Algansea lacustris</i> ^E Steindachner, 1895	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>A. rubescens</i> ^B (Valenciennes, 1854)	P. Ignacio Allende L. Chápala	Guanajuato Jalisco	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>A. tincellæ</i> ^F (Valenciennes, 1854)	P. Ignacio A llende	Guanajuato	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Carassius auratus</i> Linnaeus, 1758	P. La Goleta	Edo. de México	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>C. carassius</i> Linnaeus, 1758	Atlangatepec	Tlaxcala	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Valenciennes, 1844	Tezontepec P. Infiernillo L. Pátzcuaro	Hidalgo Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003

Hospederos	Localidad	Estado	Cita
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y
	Tezontepec	Hidalgo	Pineda-López, 2003
	Ciénega de Lerma	Edo. Méx.	
<i>C. c. communis</i> (Linnaeus, 1758)	Tezontepec	Hidalgo	CNHE-IBUNAM
<i>C. c. rubrofuscus</i> (Linnaeus, 1758)	^ Chapultepec	Distrito Federal	CNHE-IBUNAM
	Tezontepec	Hidalgo	
<i>C. c. specularis</i> (Linnaeus, 1758)	Tezontepec,	Hidalgo	CNHE-IBUNAM
	P. Endo		
<i>Dionda ipni</i> ^E Álvarez y Navarro, 1953	R. Amajac	Hidalgo	Salgado-Maldonado y
	Quemada	Querétaro	Pineda-López, 2003
	R. Grande		
⁴ <i>Notropis boucardi</i> Günther, 1868	R. Petatlán	Guerrero	Salgado-Maldonado y
	Amacuzac	Morelos	Pineda-López, 2003
	R. Cuyotepeji	Oaxaca	
	R. Petlancingo		
<i>Hypopsis clientis</i> Rafinesque, 1820	L. Zacapu	Michoacán	Salgado-Maldonado y
			Pineda-López, 2003
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Valenciennes, 1844	Tezontepec	Hidalgo	CNHE-IBUNAM
⁵ <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson, 1846)	Tezontepec	Hidalgo	CNHE-IBUNAMs
<i>Megalobrema amblycephala</i> Yih, 1955	Tezontepec	Hidalgo	CNHE-IBUNAM

Hospederos	Localidad	Estado	Cita
<i>Notropis celayensis</i> ^F (Jordán 1879)	R. Las Zúñigas	Querétaro	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Notropis sallei</i> ^F Günther, 1868	Ciénega de Lerma	Edo. de México	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Yuriria alta</i> ^F (Jordán, 1879)	Los Galvanes	Guanajuato	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
	P. Ignacio Allende	Querétaro	
	Sn. M. de Allende		
GOODEIDAE			
<i>Alio toca diazi</i> ^P Meek, 1902	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Allophorus robustus</i> ⁸ Bean, 1892	L. Pátzcuaro	Michoacán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Girardinichthys multiradiatus</i> Meek, 1904	Ciénega de Lerma	Edo. de México	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
	L. Chicahuapan		
<i>Girardinichthys viviparus</i> ^E Bustamente, 1837	Embalse La Goleta	Edo. de México	CNHE-IBUNAM
<i>Goodea atripinnis</i> Jordán, 1880	L. Chápala	Jalisco	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
	R. Xote	Querétaro	
<i>Xenotoca variata</i> ^E Bean, 1887	P. Ignacio Allende	Guanajuato	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
	P. Constitución	Querétaro	
	R. Jalpan		

Hospederos	Localidad	Estado	Cita
POECILIDAE			
<i>Gambusia puncticulata</i> <i>yucatanana</i> Regan, 1914	C. Homún	Yucatán	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>G. vittata</i> ^E Hubbs, 1926	R. Venados	Hidalgo	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848)	R. Amacuzac y Huajintlán	Morelos	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Poecilia butleri</i> Jordán, 1889	R. Ayuquila Palo Blanco	Jalisco	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>P. mexicana</i> Steindachner, 1963	R. Venados R. Acamaluco	Hidalgo Oaxaca	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>P. sphenops</i> Valenciennes, 1846	Petlatcingo Huajintlán	Oaxaca y Morelos	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>P. reticulata</i> Peters, 1859	Acatlán	Guerrero	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003
<i>Poeciliopsis baenschi</i> Meyer, Radda, Riehl y Feichtinger, 1986 <i>P. gracilis</i> ^E	R. Ayuquila Contlalco	Jalisco Morelos	Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003 Salgado-Maldonado y
Heckel, 1848	R. Amacuzac L. Metztlán	Hidalgo	Pineda-López, 2003 Zarate-Ramírez, 2003

= Endémicas a México

C= cenote, R= ríos, P= presas, L= lagos y La=lagunas.

CNHE-IBUNAM= Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, UNAM

Apéndice 2. Sinonimias de especies de peces hospederos de

Botriocephalus acheilognathi

Yamaguti, 1934.

- ¹ *Cichlasoma cyanoguttatu* (Baird y Girard, 1854) (= *Herichthys cyanoguttatus* (Baird y Girard, 1854))
- ² *Cichlasoma labridens* (Pellegrin, 1903): (= *Herichthys labridens* Pellegrin, 1903)
- ³ *Cichlasoma meeki* (Brind, 1918): (= *Thurichthys meeki* Brind, 1918)
- ⁴ *Hybopsis boucardi* (Günther, 1868): (= *Notropis boucardi* Günther, 1868)
- ⁵ *Hylopharyngodon piceus* (Richardson, 1846): (= *Mylopharyngodon piceus* (Richardson, 1846))
- ⁶ *Gambusia yucatanana* Regan, 1914: (= *Gambusia puncticulata* Regan, 1914)

Sinonimias tomadas de fishbase. (<http://www.fishbase.org>)

Apéndice 3. Ictiofauna reportada para el Estado de Hidalgo, México.

Familia	Especie	Estatus	Reportado	Referencia
			Metztitlán	
Atherinidae	<i>Chirostoma jordani</i>	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Woolman, 1894			
	<i>Chirostoma grandocule</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Steindachner, 1894			
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al.</i> , 1996
	Rafinesque, 1819			
	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Lacapede, 1802			
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Nativo	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	DeFilippi, 1853			
Cichlidae	<i>Herichthys cyanoguttatus</i>	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Baird y Girard, 1858			
	<i>Herichthys labridens</i> ^E	Nativo	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Pellegrin, 1903			
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	(Peters, 1852)			
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Introducido	x	Ibáñez-Aguirre, 2002
Linnaeus, 1758				
Cyprinidae	<i>Tilapia rendalli</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	(Boulenger, 1897)			
	<i>Algansea tincellá</i> ^F	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Steindachener, 1895			

Familia	Especie	Estatus	Reportado Metztitlán	Referencia
	<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	Introducido	x	Zárate- Ramírez, 2003
	<i>Dionda ipn^E</i> Álvarez y Navarro, 1953	Nativo	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Evarra eigenmanni</i> Woolman, 1895	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Notropis sallef</i> (Günther, 1868)	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Carassius auratus</i> Linnaeus, 1758	Introducido	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Cyprinus carpió</i> (Linnaeus, 1758)	Introducido	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Ctenopharyngodon idella</i> Valenciennes, 1844	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
Goodeidae	<i>Girardinichthys viviparus</i> (Bustamente, 1837)	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Goodea gracilis^E</i> Hubbs y Turner, 1939	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
Ictaluridae	<i>Ictalurus mexicanus^E</i> Manson, 1904	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i> Linnaeus, 1758	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
Poeciliidae	<i>Gambusia panucf^F</i> Hubbs, 1926	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848)	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996

Familia	Especie	Estatus	Reportado Metztitlán	Referencia
	<i>Poecilia reticulata</i>	Introducido		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Miller, 1975			
	<i>Poecilia latipunctata</i> ^E	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Meek, 1904			
	<i>Poecilia mexicana</i>	Nativo	x	Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Steindachner, 1963			
	<i>Poeciliopsis infans</i>	Nativo		Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996
	Steindachner, 1863			
	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	Nativo	x	Zárate- Ramírez, 2003
	<i>Xiphophorus birchmanni</i>	Nativo		Soria-Barreto
	Lechner & Radda, 1987			
	<i>Xiphophorus cortezi</i>	Nativo		<i>et al</i> , 1996
	Rosen, 1960			Soria-Barreto
	<i>Xiphophorus malinche</i>	Nativo		<i>et al</i> , 1996
	Rauchenberger, Kallman y Mozirot, 1990			Soria-Barreto <i>et al</i> , 1996

^E = Endémica del Río Panuco.