

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FES IZTACALA

PRESENCIA DE *Bothriocephalus acheilognathi* EN  
*Carassius auratus* EN EL EMBALSE “MACUA”, ESTADO  
DE MÉXICO.

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIOLOGA

P R E S E N T A

Patricia Torres Herrera

LOS REYES IZTACALA

2005



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## DEDICATORIAS

### A MIS PADRES

ESTHER Y ARMANDO (q.e.p.d.)

Gracias madre, por tu apoyo incondicional por tu paciencia, por estar conmigo y por el ejemplo que he recibido de ti. Esto es un logro en conjunto.

### A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS

ANGELINA Y ALBERTO

¡Los amo!

### A MIS HERMANOS

SONIA Y ROMÁN

Por formar parte de mi vida, los quiero y agradezco en especial a mi hermana por el apoyo brindado, en los primeros años de mi carrera.

### A MIS SOBRINOS

RAMÓN, KARLA Y DANIEL

Con todo mi cariño y con los mejores deseos para su vida futura.

### A MIS PROFESORES

Por compartir sus conocimientos y ser guía en mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTOS

A la M. en C. Ma. de los Angeles Sanabria Espinosa por brindarme la oportunidad, para la realización de este trabajo de tesis. Por el apoyo y paciencia, así como por la acertada dirección de este trabajo.

A la Dra. Norma A. Navarrete Salgado, por las facilidades otorgadas para la obtención del material biológico, utilizado en el presente estudio. Por sus valiosas correcciones y observaciones para la mejor presentación de este trabajo.

Al Biol. Guillermo Elias Fernández, a los M. en C. Sergio Cházaro Olvera y en especial a Gilberto Contreras Rivero por sus acertadas observaciones, así como por el apoyo brindado.

A todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo.

# ÍNDICE

Introducción .....	1
Antecedentes.....	3
Objetivos.....	5
Área de estudio.....	6
Biología del hospedero .....	8
Metodología.....	10
Trabajo de campo.....	10
Trabajo de laboratorio.....	10
Trabajo de gabinete.....	11
Resultados.....	13
Hábitat específico .....	13
Variación estacional.....	13
Relación hospedero parásito .....	14
Maduración estacional de <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> .....	15
Discusión .....	17
Conclusiones .....	24
Recomendaciones .....	25
Bibliografía.....	26
Apéndice.....	32

# INTRODUCCIÓN

México es ampliamente conocido por su potencialidad acuícola, representada por sus lagos, lagunas, embalses artificiales, estanques y bordos, como campo propicio para realizar este tipo de actividades, a lo que hay que agregar la necesidad de retener racionalmente el agua para emplearla con fines múltiples. La explotación pesquera en esta agua se basa en 35 especies de peces distribuidos en 21 géneros, pertenecientes a 10 familias diferentes. De estos, el 50% son especies autóctonas y la otra mitad la constituyen especies introducidas (Rosas, 1977). Pero en el manejo indiscriminado de estas últimas, se ha olvidado un aspecto de importancia como lo es la sanidad acuícola.

Los peces tanto en condiciones de cultivo como naturales pueden estar parasitados, sin embargo, con el traslado de otras especies se puede dar la introducción de nuevos parásitos, los cuales podrán infectar a los peces nativos (Salgado y Osorio, 1987) y provocar la mortalidad de los organismos ocasionando pérdidas capaces de anular la rentabilidad económica o afectar la calidad del producto.

En México, la presencia del céstodo *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 es resultado de la introducción de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*, procedente de China, la cual se introdujo con el fin de solucionar el grave problema que representa el combate a las malezas acuáticas. Se importaron un total de 6 000 crías, las cuales fueron colocadas en la estanquería de Tezontepec de Aldama, estado de Hidalgo (López, 1981).

A partir de 1972 mediante el primer plan ciprinícola, este pez se distribuyó en los principales ríos de la vertiente del Golfo de México y del Pacífico, así como en algunas presas y embalses (López, 1981). A partir de esa fecha, con la distribución de las carpas en diversos lugares se ha ido diseminando la botriocefalosis en nuestro país, ya que dicho parásito se ha encontrado en una gran cantidad de peces debido a la baja especificidad que presenta para el hospedero definitivo.

*Bothriocephalus acheilognathi* parasita más de 40 especies de peces de agua dulce, muchos de los cuales pertenecen a la familia Cyprinidae (Riggs y Esch, 1987). Sin embargo Osorio (1982), registró a este parásito en el aterínido *Melaniris balsanus* en la presa "El Infiernillo", Michoacán. González (1993), lo encuentra parasitando al charal *Chirostoma jordani* en el embalse "Macua", Estado de México. En este mismo embalse Herrera (comunicación personal) lo registra en la carpa común *Cyprinus carpio*.

Los efectos de *B. acheilognathi* en los hospederos definitivos incluye falta de apetito, bloqueo intestinal, inflamación, perforación generalizada y muerte (Andrews, *et al.*, 1981). El ciclo de vida de *B. acheilognathi* es típico de los botriocéfálicos, las formas adultas del parásito se instalan en el intestino del pez y los huevos del helminto salen junto con las heces del hospedero; después de un período apropiado de desarrollo, eclosiona una larva libre nadadora, denominada coracidio. Esta larva pequeña al ser devorada por un copépodo ciclopoideo (géneros *Cyclops* o *Mesocyclops*), el cual actúa como hospedero intermediario, se desarrolla la forma procercoide que da lugar a un plerocercoide. Cuando el pez se come a los copépodos infectados, la forma larvaria se desarrolla hasta alcanzar el estado adulto (Salgado y Osorio, 1987).

Los mecanismos de regulación en las poblaciones de parásitos, dependen del éxito de alcanzar a los hospederos indicados para que los diferentes tipos larvarios prosigan su crecimiento, hasta alcanzar la madurez sexual en el hospedero definitivo (Chávez, *et al.*, 1996).

## ANTECEDENTES

El céstodo *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 es endémico de China, Japón y el Río Amur; se dispersó primeramente en Rusia cuando se importaron carpas herbívoras procedentes del Río Amur, al centro piscícola de Ucrania. Subsecuentemente, varios autores lo han reportado en diferentes países pudiendo citar los trabajos de Edwards y Hine (1974); Andrews, *et al.* (1981); Heackman y Deacon (1987) y Font y Tate (1994).

Por otro lado la posición taxonómica ha sido muy discutida, el céstodo fue descrito por vez primera en 1934 por Yamaguti en el Japón, a lo que siguieron los trabajos de Yeh (1955) , Baer y Fain (1958); Mólnar (1977); Dubidina (1982) y Pool (1987).

El ciclo de vida de *B. acheilognathi* ha sido estudiado por Liao y Shin (1956); Bauer (1969); Nakajima y Egusa (1973); Hanzelova y Zitnan (1986) y Marcogliese y Esch (1989).

Riggs y Esch (1987) estudiaron el crecimiento, biomasa y fecundidad de *B. acheilognathi* en el Lago Belevs. Hoole y Nisan (1994) registraron los efectos patológicos del parásito en la carpa *Cyprinus carpio* Linneo, infectada experimentalmente. Nie y Hoole (1999) estudiaron la respuesta de anticuerpos de la carpa, *Cyprinus carpio* al céstodo *B. acheilognathi*.

Otros autores han enfocado sus estudios sobre aspectos ecológicos del helminto; tal es el caso de Granath y Esch (1983 a, b); Riggs y Esch (1987); Marcogliese y Esch (1989) y Brouder y Hoffnagle (1997).

En México los trabajos sobre *Bothriocephalus acheilognathi* son en su mayoría de tipo descriptivo, López (1981) lo registra por vez primera y hace una redescrición del mismo además de aplicar antihelmínticos; Osorio (1982) lo encuentra en la presa "El Infiernillo", Michoacán; Salgado *et al.* (1986 ) registran la presencia de *B. acheilognathi* en peces de Pátzcuaro, Michoacán.

Osorio (1986) menciona que *B. acheilognathi*, forma parte de la helmintofauna del pescado blanco *Chirostoma estor* en Pátzcuaro, Michoacán; en la misma zona Ramírez (1987) lo registró en la lobina negra *Micropterus salmoides*. Guillén (1989) hace una redescrición del céstodo y desarrolla algunos aspectos sobre su dinámica poblacional en tres especies de peces. Recientemente Pérez *et al.* (2000) estudian las comunidades de helmintos de peces nativos e introducidos en el lago de Pátzcuaro.

Conejo (1990) describe el ciclo de vida del céstodo en condiciones de laboratorio, Prieto y Osorio (1991) dan la distribución actual de *B. acheilognathi* en México. Pineda y González (1997) encuentran a *B. acheilognathi* infectando peces de Querétaro. Algunos estudios sobre dinámica poblacional fueron hechos por Sanabria y Sánchez (1989) y Sánchez (1990) ambos trabajos en el embalse la "Goleta", Estado de México, González (1993) en el embalse "Macua", Estado de México y recientemente el trabajo de González (2003) en el embalse la "Goleta", Estado de México.

Debido a los severos daños que causa la botriocefalosis en nuestro país, tanto en condiciones de cultivo como naturales y al reducido número de estudios realizados en algunos sistemas acuáticos, se decidió realizar este trabajo en el embalse "Macua", tomando como hospedero definitivo a la carpa dorada *Carassius auratus*, siendo ésta aprovechada por la comunidad rural para autoconsumo.

## OBJETIVOS

Describir las fluctuaciones de infección que origina *Bothriocephalus acheilognathi* en *Carassius auratus*, durante un ciclo anual en el embalse “Macua”, Estado de México, mediante los índices parasitarios como son: prevalencia, intensidad promedio, intervalo de intensidad y abundancia.

Describir las interacciones hospedero-parásito, mediante la relación entre los parámetros de infección y la talla, los parámetros de infección y el peso y los parámetros de infección y el sexo del pez.

Determinar el hábitat específico de *B. acheilognathi* dentro de su hospedero definitivo.

Conocer las variaciones de los estadios de madurez que presenta el céstodo, en un período anual.

## ÁREA DE ESTUDIO

El embalse Macua, se encuentra localizado a una altura de 2,320 m.s.n.m., a los 99°32'00" – 99°32'00" de longitud oeste; 20°06'00" – 20°08'00" de latitud norte, en el Municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México, (CETENAL, 1971). Pertenece a la provincia del eje Neovolcánico que cubre la mayor parte del estado en su porción norte y a su vez, a la subprovincia de llanos y sierras de Querétaro e Hidalgo (Fig. 1).

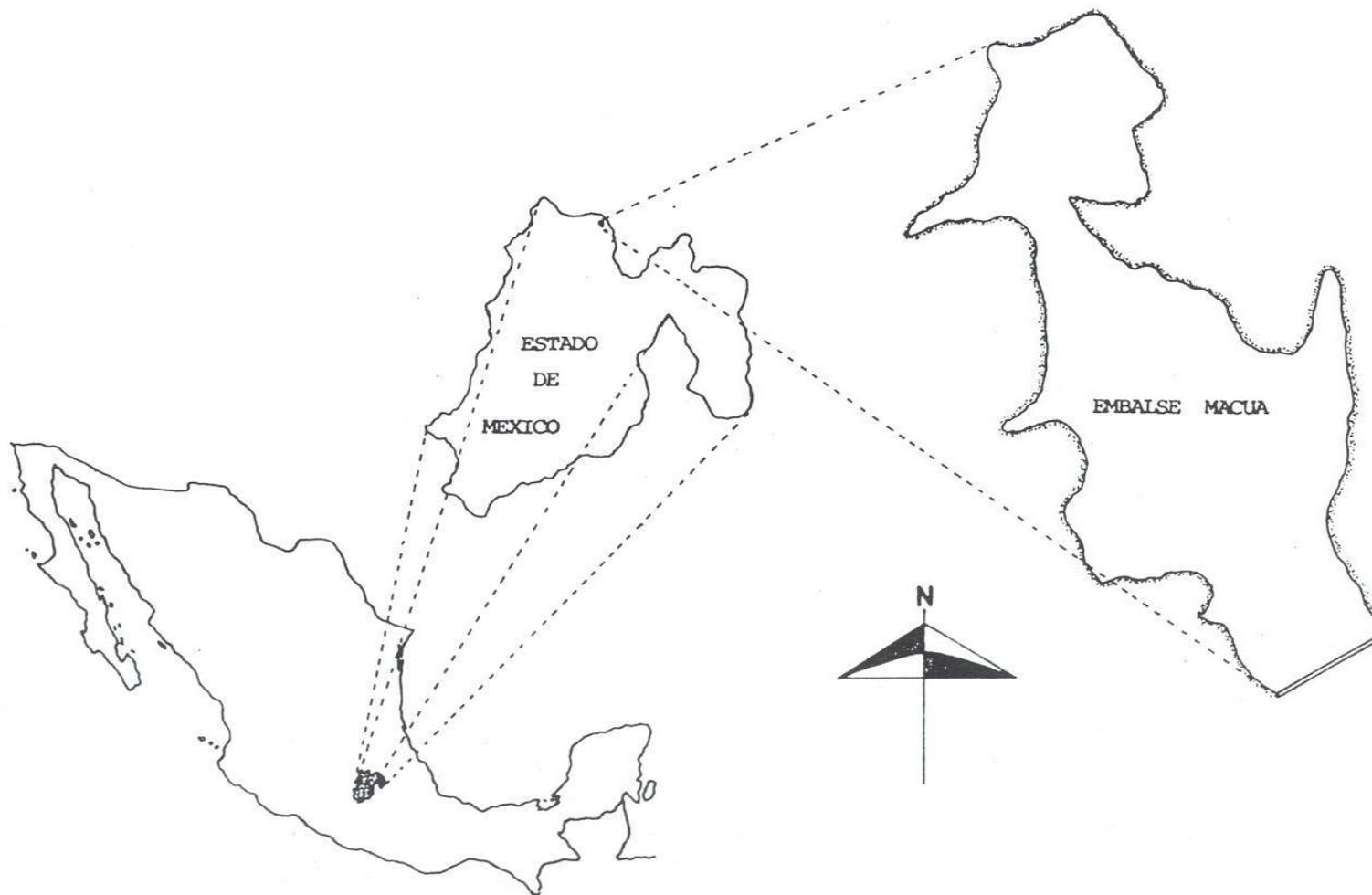
De acuerdo a la clasificación por Köppen modificada por García (1963) el clima es templado sub-húmedo C(WL) (W), con una temperatura media anual de 12°C a 18°C. La precipitación media anual es de 700 a 800 mm; presentándose en julio la mayor incidencia con un rango de 150mm a 160mm, y en febrero con la menor incidencia siendo poco menos de 5 mm; la frecuencia de heladas es de 20 a 40 días.

Con el fin de aprovechar en riego las aguas del arroyo de La Vega, se inició en 1960 la construcción del embalse Macua, por la Compañía Universal de Contrucciones, y puesta en servicio en 1963(SARH 1969 en González, 1993). Este embalse presenta una capacidad de almacenamiento de 4.0 millones de metros cúbicos (SPP, op. cit.).

La ictiofauna del sistema esta constituida por tres especies introducidas y una especie nativa. Entre las especies introducidas se encuentra la carpa común *Cyprinus carpio*, la carpa dorada *Carassius auratus* de la familia Cyprinidae; *Oreochromis aureus* de la familia Cichlidae. La especie nativa es el charal *Chirostoma jordani* de la familia Atherinidae (González, 1993).

Cabe señalar que en el presente estudio también se detecto la presencia de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*.

**FIGURA 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO,  
EN EL ESTADO DE MÉXICO.**



# BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO

## DESCRIPCIÓN

La carpa dorada presenta cuerpo fusiforme, esta comprimido lateralmente y relativamente grueso. El abdomen es redondo, cabeza pequeña y corta, hocico sin punta, boca pequeña y protusible en forma de arco, labio grueso y carente de barbillas. Tiene un promedio de longitud total de 127 a 254 mm; el pedúnculo caudal es grueso y corto; la altura del cuerpo es de 28 a 34% de la longitud total; la cabeza tiene forma triangular y su longitud es de 24.1 a 26.4% de la longitud total; los ojos tienen un tamaño moderado y su diámetro es de 19 a 31.8% del total de la longitud de la cabeza, la distancia interorbital va de 35.7 a 42.8% de la longitud de la cabeza (Alvarez, 1970).

Los dientes faríngeos se presentan en hileras 4/4, y tienen de 37 a 43 branquiespinas. La aleta dorsal presenta dos espinas una fuerte y una aserrada hacia el borde interno, con 15 a 18 radios (DII, 15-18), la aleta anal con 2 espinas fuertes, una aserrada hacia la parte interna con 5 o 6 radios (AII, 5-6). Las aletas pélvicas son cortas y anchas y en posición torácica, con 8 a 9 radios, en tanto que las aletas pectorales son anchas y con 15 a 17 radios; el vientre es quillado (Sánchez, 1990)

En la línea lateral, presenta de 27 a 30 escamas, estas son de tipo cicloideas, delgadas, translúcidas y carentes de esmalte y dentina (Cadena, 1975).

El aparato digestivo comienza por una boca protráctil sin barbillas ni dientes; en lugar de estos, existen conformaciones dentales sobre los huesos faríngeos en la garganta, que desempeñan la misma función triturando el alimento contra una placa córnea situada en la base del cráneo, antes de que dicho alimento pase al esófago, el cual comienza en el fondo de la cavidad bucal y se encuentra perforado a los lados por cuatro hendiduras branquiales internas. Carece de estómago, que es reemplazado por una distensión de tubo digestivo, que se prolonga por un intestino con dos circunvoluciones que terminan en el ano (Cadena, op. cit.).

## REPRODUCCIÓN

Se reproduce en los meses en los que la temperatura se encuentra aproximadamente a 20°C, generalmente desova una vez al año. Maduran sexualmente en el primer año de edad, pero el número de huevecillos es bajo, aumentándose cuando llegan a la edad de cuatro años. Las hembras adultas ponen un promedio de 4 000 huevecillos, de los cuales se pierden aproximadamente una tercera parte por diferentes razones; en promedio las crías que se obtienen es de 600 a 1 000 alevines, los cuales al nacer miden 1.5mm de longitud (Cadena, op. cit).

## HÁBITOS ALIMENTICIOS

Es considerado como un pez omnívoro, debido a que incluye en su dieta alimento animal y vegetal. En estadios larvales, consume principalmente rotíferos, cladóceros, copépodos, larvas de quironómidos y otras larvas de insectos. Al alcanzar tallas de 5 cm de longitud se inclina a ser herbívora, se alimenta básicamente de detritus, diatomeas, algas filamentosas, plantas acuáticas y semillas de plantas, no obstante consume ciertas cantidades de cladóceros, copépodos y larvas de quironómidos (Arredondo, 1989 en Sánchez, 1990)

## DISTRIBUCIÓN

Esta distribuido en la mayor parte del país, el motivo de su propagación se debe a sus cualidades nutritivas y sobre todo de ornato; además de su gran adaptabilidad, ya que puede vivir en diferentes cuerpos de agua tales como: ríos, lagos, estanques, charcos y embalses, de acuerdo con Arredondo, 1989 (en Sánchez op. cit.)

Cuando se ha liberado en cuerpos de agua dulce, es consumida por la población rural adquiriendo importancia como alimento.

# METODOLOGÍA

## TRABAJO DE CAMPO

El material de estudio se obtuvo en capturas realizadas en el embalse “Macua”, Estado de México, a partir de Abril de 1996 a Marzo de 1997 con muestreos mensuales.

Los organismos se capturaron mediante un chinchorro charalero con abertura de malla de 0.8 mm, longitud de 30 m. y caída de 1.5 m. Asimismo, se tomó la temperatura superficial del agua con un termómetro marca Taylor, graduado de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ .

Se examinaron 20 peces por mes de la especie *Carassius auratus*, de acuerdo al criterio de Petroshuskii y Petrousheuskaya 1960 en (Ramírez, 1987).

## TRABAJO DE LABORATORIO

Los peces se transportaron vivos en cubetas de plástico con tapa al área de trabajo, donde a cada uno de los organismos se le tomaron y registraron en una bitácora, los siguientes datos morfométricos: longitud total, longitud patrón y altura máxima; mediante un ictiómetro graduado en milímetros, así mismo se tomó el peso de los ejemplares en una balanza granataria marca Ohaus con precisión de décimas de gramo.

Cada uno de los peces fue disectado desde el ano hasta la cintura pectoral, donde se observaron las gónadas para determinar el sexo y estado de madurez gonádica, mediante las claves de Nikolsky (1963). Asimismo se extrajo el tubo digestivo, el cual fue colocado en una caja Petri con solución salina al 0.8% y se le realizó una incisión longitudinal bajo el microscopio estereoscópico, con cuidado de no dañar los parásitos. Los céstodos fueron separados con pinceles de cerda fina y agujas de disección, y al mismo tiempo se cuantificaron de acuerdo a la posición del escólex en cada una de las regiones del tubo digestivo (anterior, media y posterior).

Posteriormente los parásitos fueron sacrificados, relajados y transparentados en líquido de Berland ; después se fijaron en AFA durante 24 horas y finalmente se depositaron en frascos viales con alcohol etílico al 70% para su conservación (Guillén, 1989; Sánchez, 1990).

Cada uno de los frascos fue etiquetado con los siguientes datos: fecha, localidad y nombre científico del pez. Cabe señalar que algunos céstodos fueron utilizados para realizar preparaciones permanentes, dichos ejemplares se fijaron en líquido de Bouin y se aplanaron entre dos placas de vidrio, tiñiéndose posteriormente con Paracarmín de Mayer, recomendado por Salgado 1979 (en González, 1993). Como agente aclarante se utilizó aceite de clavos y finalmente se montaron en bálsamo de Canadá. Para la determinación taxonómica se emplearon las descripciones hechas por López (1981) y Guillén (1989).

## TRABAJO DE GABINETE

Para conocer las fluctuaciones de infección que origina *B. acheilognathi* en *C. auratus*, fue necesario evaluar mensualmente y de manera global los siguientes índices parasitarios, propuestos por Margolis *et al.* (1982).

Prevalencia o Incidencia: número de peces infectados entre el total de peces examinados en la muestra.

Intensidad Promedio: número total de parásitos entre el número de peces infectados en la muestra.

Abundancia: número total de parásitos entre el número total de peces examinados en la muestra.

Intervalo de Intensidad: número máximo y mínimo de parásitos presentes en la muestra.

Tomando en cuenta la longitud patrón y el peso de los peces, se establecieron intervalos de talla y peso, para después comparar los parámetros de infección, entre cada uno de los intervalos resultantes. Asimismo se aplicó la prueba de ji cuadrada, con un valor de significancia de 0.95% (Daniel, 1987), para saber si existe preferencia del céstodo para con la talla y peso del pez.

Se cuantificó el total de peces hembras, machos e inmaduros que estuvieron parasitados, para compararlos con los parámetros de infección. Y para saber si existe preferencia del céstodo para con el sexo de las carpas, se aplicó la prueba de ji cuadrada con un nivel de significancia de 0.95% (Daniel, op. cit.).

Para determinar el hábitat específico de *Bothriocephalus acheilognathi* se cuantifico su presencia en cada región del tracto digestivo, dentro del hospedero.

Finalmente para conocer el ciclo de maduración del céstodo durante el período anual, éstos fueron examinados en el microscopio óptico, observando las siguientes características para ubicar su estado de maduración.

Plerocercoides: estado larval

Inmaduros: individuos sin segmentación ni órganos reproductores desarrollados.

Maduros: organismos segmentados y con desarrollo de sus órganos reproductores, pero sin la presencia de huevos en el útero.

Grávidos: individuos segmentados que presentan huevos en el útero.

## RESULTADOS

En el período comprendido de Abril de 1996 a Marzo de 1997 en el embalse “Macua”, Estado de México, se capturaron un total de 208 peces pertenecientes a la especie *Carassius auratus* de los cuales 44 estuvieron infectados por el céstodo *Bothriocephalus acheilognathi*, lo cual representa una prevalencia anual de 21.15%; el total de parásitos encontrados fue de 771 dándonos una intensidad promedio y una abundancia de 17.52 parásitos/pez y 3.71 parásitos/pez respectivamente. La intensidad mínima fue de 1 y la máxima de 205 céstodos en un sólo hospedero infectado. (Cuadro 1)

### HÁBITAT ESPECÍFICO

Del total de carpas infectadas, los parásitos se encontraron distribuidos a lo largo del tubo digestivo, donde el 93.39% de la población se alojó en la región anterior del tubo digestivo. Mientras que en la región media se localizó el 6.09% y en la región posterior la presencia fue mínima con 0.52%. (Gráfica 1)

### VARIACIÓN ESTACIONAL

Mensualmente se determinaron los parámetros de infección (Prevalencia, Intensidad Promedio y Abundancia) en *C. auratus* ; donde se puede observar que el índice de prevalencia tuvo sus valores máximos en los meses de abril y mayo, ambos con 40% de peces parasitados y los valores mínimos se registraron en los meses de noviembre y febrero con el 5% de peces infectados. El valor máximo y mínimo de intensidad promedio se observaron en los meses de octubre y marzo con 70.20 par/pez y 1.75 par/pez respectivamente. La abundancia registró su valor máximo en el mes de octubre con 19.50 par/pez y su valor mínimo en febrero con 0.15 par/pez . Se hace notar que en el mes de octubre es cuando se registra la mayor carga parasitaria encontrándose 205 parásitos en un sólo hospedero. (Gráfica 2)

## RELACIÓN HOSPEDERO PARÁSITO

Con base a la longitud patrón de *Carassius auratus* se establecieron 8 intervalos de talla. En los cuales se puede observar que el parásito presenta una mayor incidencia en los primeros intervalos y va decreciendo paulatinamente, con una ligera fluctuación en el intervalo VI (8.9cm-10.3cm) y siendo nula en los intervalos VII y VIII (10.4cm-13.3cm).

En lo que respecta a la intensidad promedio y abundancia, presentaron un comportamiento muy similar, ya que ambos índices tuvieron su valor máximo en el intervalo VI (8.9cm-10.3cm) con 107.5 par/pez de intensidad promedio y 6.51 par/pez de abundancia. De igual manera el valor mínimo de intensidad promedio y abundancia fue de 1.0 par/pez en el intervalo I (1cm-2.5cm), (Gráfica 3).

Por otro lado, para saber si hay diferencias significativas en cuanto al grado de infección entre los diferentes intervalos de talla, se calcularon las frecuencias esperadas y se aplicó la prueba de ji cuadrada; donde de acuerdo con el estadístico, cuando ji cuadrada calculada es igual o mayor que ji cuadrada de tablas, si hay diferencias significativas. Y si ji cuadrada calculada es menor que ji cuadrada de tablas, no hay diferencias significativas (Daniel, 1987). En este caso ji cuadrada calculada fue de 73.88 mientras que ji cuadrada de tablas fue de 14.07, por lo tanto si hay diferencias significativas.

Con base al peso de los hospederos se establecieron 7 intervalos de peso, el intervalo de peso que se vio más afectado por el céstodo fue el I (0.1g-6.1g) con 39.79% de prevalencia, siendo nula en los últimos tres intervalos de 24.5g a 42.6g.

La intensidad promedio y abundancia tuvieron su valor más alto en el intervalo IV (18.4g-24.4g) con 205 par/pez y 14.64 par/pez respectivamente, es también en este intervalo donde se encontró una carga parasitaria alta de 205 parásitos en un sólo hospedero.

El valor mínimo de intensidad promedio fue de 11.58 par/pez en el intervalo I (0.1g-6.1g) en tanto que el valor mínimo de abundancia fue en el intervalo III (12.3g-18.3g) con 0.78 par/pez. Al aplicar el estadístico se observa que se presentan diferencias significativas entre los diferentes intervalos de peso ya que el valor de ji cuadrada calculada fue de 52.42 mayor que ji cuadrada de tablas que fue de 12.59.

Las fluctuaciones de incidencia, intensidad promedio y abundancia anual del céstodo *B. acheilognathi*, con relación a los intervalos de peso de *C. auratus* se observan en la gráfica 4.

La relación que guarda la infección con respecto al sexo de los hospederos muestra que del total de carpas examinadas durante el período de estudio, 45 fueron ubicadas como inmaduras, de las cuales 22 estuvieron parasitadas lo que representa el 48.88% de prevalencia, intensidad promedio de 7.0 par/pez y una abundancia de 3.42 par/pez.

El número de hembras revisadas fue de 80 estando 8 infectadas por el céstodo, por lo que la prevalencia fue de 10%; con una intensidad promedio de 29.0 par/pez y 2.90 par/pez de abundancia. Con lo que respecta al número de machos se revisaron un total de 83, presentándose el parásito en 14 de ellos, dando una prevalencia de 16.86%, una intensidad promedio y abundancia de 27.5 par/pez y 4.63 par/pez respectivamente, ver gráfica 5.

El análisis estadístico muestra que hay diferencias significativas, siendo ji cuadrada calculada de 11.8 y ji cuadrada de tablas de 5.99.

#### MADURACIÓN ESTACIONAL DE *Bothriocephalus acheilognathi*.

*B. acheilognathi* se encontró en la carpa dorada *C. auratus* en sus cuatro estadios de maduración durante el ciclo de muestreo.

Los organismos inmaduros se encontraron en mayor porcentaje con 79.24%, los grávidos con 8.04% y los estados plerocercoides y maduros con 6.61% y 6.09% respectivamente.

La presencia de los diferentes estadios y sus fluctuaciones en los meses de muestreo se puede ver en la gráfica 6, donde se observa que las larvas plerocercoides presentan un mayor porcentaje en el mes de septiembre con 27.43% y el mínimo porcentaje en el mes de junio con 3.70%, aunque cabe señalar que solo hubo presencia de larvas plerocercoides en 4 meses de muestreo (junio, septiembre, octubre y noviembre) siendo nula en el resto de los meses.

En lo que se refiere a las formas inmaduras el mayor porcentaje lo encontramos en el mes de octubre con 92.31% y le sigue el mes de agosto con 92.18%, y el mínimo en el mes de mayo con 28.13%. Los organismos maduros se presentaron con mayor porcentaje en el mes de mayo con 43.75%; observándose el menor porcentaje en el mes de octubre con 0.85%. Finalmente los estadios grávidos fueron altos en el mes de marzo con el 100% aunque cabe señalar que en este mes sólo se encontraron 7 organismos siendo todos grávidos, lo que hace que el porcentaje se incremente; y en el mes de octubre es donde se presenta el valor mínimo de 2.23%.

## DISCUSIÓN

*Bothriocephalus acheilognathi* se encontró parasitando el 21.15% del total de carpas examinadas al cabo del año, este resultado es notablemente bajo comparado con lo reportado por Sánchez (1990), para *Carassius auratus* en el embalse "La Goleta", en donde el 47.27% de la población estuvo parasitada. De igual manera González (1993) registró una incidencia de casi el 60% de infección de *B. acheilognathi* en el charal *Chirostoma jordani* en el embalse "Macua".

Estas diferencias probablemente se debieron, a que hubo una dilución de la infección entre las diferentes especies de hospederos definitivos presentes en este embalse, tal es el caso del charal *Chirostoma jordani* y las carpas *Cyprinus carpio* y *Ctenopharyngodon idella*, siendo ésta última su hospedero principal, ya que de acuerdo con López (1981) ésta es la especie con la cual fue introducido el céstodo en nuestro país. Por otro lado *B. acheilognathi* presenta baja especificidad para el hospedero definitivo, pudiendo parasitar a más de 40 especies de peces, siendo en su mayoría ciprínidos (Riggs y Esch, 1987); por lo que en este embalse existe la presencia de dos ciprínidos más aparte de *C. auratus*, que podrían estar ofreciendo las condiciones adecuadas para el desarrollo de éste parásito.

Un comportamiento similar reporta González (2003) en el embalse "La Goleta", en donde el porcentaje de hospederos infectados, ha disminuido debido a que hubo una repartición del céstodo en las especies que parasita en dicho embalse.

*B. acheilognathi* se encontró distribuido a lo largo del tubo digestivo de *C. auratus*, mostrando una mayor predilección por la región anterior; este tipo de parásitos generalmente se encuentran en lugares especializados para la absorción de nutrientes, por lo que su distribución dentro del intestino del pez se da por gradientes especialmente de carbohidratos, ya que dichos compuestos son utilizados para su desarrollo y maduración; estando en mayor proporción en la parte anterior del intestino (Sánchez, 1990).

De hecho Davydov (1978) realizó un estudio en carpas donde observó que la infección de cuatro o más parásitos de *B. acheilognathi*, disminuyen la salud del pez y cambian su metabolismo de proteínas y carbohidratos.

La presencia del céstodo en las regiones media y posterior, puede deberse a la gran cantidad de parásitos en un sólo hospedero infectado, de tal manera que algunos son desplazados hacia estas regiones para evitar competir por espacio y alimento. Kennedy (1975) menciona que cuando el efecto de agregación es alto se establece competencia por nutrientes y espacio, trayendo como consecuencia una disminución del tamaño y fecundidad del parásito. Estos resultados concuerdan con los trabajos realizados por Sánchez (op. cit.) para este helminto en la carpa dorada y González (1993) en el charal *Ch. jordani*.

Otro factor que puede influir en el desplazamiento del céstodo hacia las regiones media y posterior, es la muerte del pez, debido a que las condiciones internas cambian y el parásito lo detecta e intenta salir de su hospedero (Sánchez, op. cit.). De hecho se pudo observar que antes de sacrificar al pez, si éste ha estado muy estresado, los parásitos aprovechando que la pared intestinal ha sufrido un adelgazamiento por el grado de infección, fácilmente pueden perforarlo e intentan salir. También en algunas carpas se llegaron a encontrar ejemplares saliendo a través de las branquias.

Dentro del comportamiento que presentó *B. acheilognathi* en sus parámetros de infección, se observa que el mayor porcentaje de carpas infectadas fue en los meses de abril y mayo, con el 40% de prevalencia, dicho porcentaje va disminuyendo paulatinamente, hasta presentarse en los meses de noviembre y febrero sólo el 5% de prevalencia. Probablemente este comportamiento esté directamente relacionado con la abundancia del hospedero intermediario. Ya que de acuerdo al estudio realizado por Contreras (1993), sobre algunos aspectos de la Biología y Ecología de las especies de copépodos ciclopoideos de la presa "La Goleta", Estado de México; registra seis especies de ciclopoideos dentro del sistema, siendo las más abundantes *Cyclops vernalis* con 1 700 org/m<sup>3</sup> en el mes de abril y *Cyclops bicolor* con 1 600 org/m<sup>3</sup> en el mes de mayo.

Conejo (1990) menciona que los copépodos son los únicos organismos que fungen como hospederos intermediarios del céstodo. Por otro lado Marcogliese y Esch (1989) reportan que la mayoría de las especies de copépodos ciclopoideos infectados experimentalmente, son susceptibles a *B. acheilognathi*. Dentro del embalse "Macua", Hernández (1993) señala la presencia de *Cyclops sp.*, sin embargo, sería conveniente realizar un estudio minucioso acerca de la abundancia y distribución de estos crustáceos, para poder ser concluyentes al respecto.

Cabe señalar que en el mes de octubre es cuando se presenta la mayor carga parasitaria, lo cual provocó que se dispararan los valores de intensidad promedio y abundancia; siendo de 70.20 par/pez y 19.50 par/pez respectivamente. Probablemente esto pudo deberse a que los hospederos intermediarios estuvieron muy infectados por las larvas coracidio, tomando en cuenta lo reportado por Conejo (op. cit.) quien llegó a encontrar hasta 11 larvas procercoides por copépodo.

Asimismo Kennedy (1975), menciona que la incidencia de infección, así como la intensidad y la abundancia de los parásitos, está determinada por una serie de factores como la interacción depredador-presa, entre el hospedero intermediario y el estado infectivo y la interacción entre el hospedero definitivo y el intermediario.

En lo que se refiere a la prevalencia e intensidad promedio, se observa una relación inversa, es decir, cuando se presentan muchos peces infectados el número de parásitos es bajo y cuando se presentan pocos peces infectados contienen muchos parásitos.

Este comportamiento se puede apreciar claramente en el mes de octubre, resultados similares fueron reportados por Sanabria y Sánchez (1989) para *B. acheilognathi* en la carpa dorada en el embalse "La Goleta" y González (2003) en la carpa común, en este mismo lugar.

Lo cual se debe a que cuando la prevalencia es alta la presencia del céstodo tiende a disminuir, de lo contrario ocurriría la muerte del pez y con ello la no supervivencia del propio parásito (Sánchez, op. cit.).

Dentro de la relación que guardan los parámetros de infección de *B. acheilognathi* con respecto a la talla y peso de *C. auratus*, se observó que las carpas de tallas y pesos pequeños estuvieron más infectadas, dicha infección va disminuyendo significativamente conforme aumenta el tamaño y peso del pez, llegando a ser nula la presencia del céstodo en los últimos intervalos tanto de talla (10.4 cm-11.8cm) como de peso (24.5g-42.6g).

Salgado, Guillén y Osorio (1986) consideran a éste céstodo como un parásito muy peligroso para las carpas menores de un año y de aproximadamente ocho centímetros de longitud; donde los peces grandes en general no sufren la sintomatología propia de la enfermedad, aunque suelen ser portadores.

En este caso la infección empieza a disminuir en el intervalo IV (5.7cm-7.2cm), hasta llegar a ser nula. Este resultado podría estar determinado en primera instancia, por la relación que guarda la talla con el tipo de alimentación que presenta *C. auratus*. Gómez (1995) estudio los aspectos biológicos de esta carpa en la presa Santa Elena en Jilotepec, Estado de México, encontrando que va cambiando su alimentación en el transcurso de su vida; siendo poco selectiva en los primeros estadios y más selectiva entre más grande, presentando diferente espectro trófico. Y de acuerdo con Arredondo 1989 (en Sánchez, 1990) en estadios larvales consume principalmente rotíferos, cladóceros, copépodos, larvas de quironómidos y otras larvas de insectos, pero al alcanzar tallas de 5 cm de longitud se inclina a ser herbívora, no obstante sigue consumiendo plancton pero en menor cantidad. Por lo tanto y tomando en cuenta que los peces adquieren la infección a través de la ingesta de copépodos, es por ello que al alimentarse en sus primeros estadios principalmente de plancton es más susceptible de contraer la infección e inclusive podría reinfectarse. Y subsecuentemente la declinación de la infección en tallas mayores, posiblemente se deba al cambio de alimentación que presenta, donde al consumir una menor cantidad de plancton provoca que la tasa infectiva disminuya. Este resultado concuerda con lo reportado por otros autores como Sánchez (op. cit) en el embalse "La Goleta" tomando como hospedero definitivo a la carpa dorada y González (2003) quién trabajó con la carpa común en este mismo embalse.

Asimismo un comportamiento similar fue observado por Riggs y Esch (1987) para éste céstodo, en tres especies de peces (*Gambusia affinis*, *Notropis lutrensis* y *Pimephales promelas*) en un reservorio en Carolina del Norte; donde concluyen que las diferencias observadas en la densidad de tenias entre las diferentes tallas de peces está relacionada con los hábitos alimenticios que presentan.

En el caso de *Gambusia affinis*, los hospederos pequeños presentan altas densidades del parásito, disminuyendo la infección de *B. acheilognathi* en peces de mayor tamaño como resultado de una menor ingesta de copépodos.

Otro mecanismo que influye en el decremento de la infección en tallas y pesos mayores, puede ser la longevidad del céstodo que en comparación con su hospedero es menor, siendo aproximadamente de un año, de esta forma aún cuando el pez haya contraído la infección, al sobrepasar el período de vida del parásito, éste muere quedando el pez libre de infección (Sánchez, op. cit.)

En lo que respecta a la infección de *B. acheilognathi* en relación al sexo de *C. auratus*, se observa que los peces inmaduros (son aquellos que presentan una gónada muy pequeña, no son maduros sexualmente y por lo tanto no se distinguen hembras y machos) son los que están mayormente infectados, no siendo así en el caso de las hembras (son las que presentan óvulos distinguibles a simple vista) y los machos (son aquellos en los que cambian sus testículos de transparentes a un color rosa pálido). Algunos investigadores como Andrade (1987) y Boy y Gabrion (1990) mencionan que la infección de los helmintos no depende del sexo de los peces, ya que tanto las hembras como los machos pueden proveer las condiciones favorables para que el parásito se pueda desarrollar.

En este caso los peces inmaduros estuvieron más parasitados pero tomando en cuenta lo antes expuesto, probablemente este hecho no esté directamente relacionado con la madurez sexual del hospedero; sino que podría estar determinado por la relación talla-dieta que presentan las carpas (Gómez, op. cit.), es decir, son organismos pequeños que presentan una alimentación planctívora donde al consumir una mayor

cantidad de zooplancton, aumenta la posibilidad de contraer la infección al ingerir al hospedero intermediario. No siendo así para aquellas carpas de mayor longitud, que aunque ya han alcanzado su madurez sexual, son principalmente herbívoras.

Por otro lado Sánchez (op. cit.) señala que un factor que afecta la incidencia del céstodo es la reproducción de *C. auratus*, que actúa como diluyente de la infección ocasionada por el parásito. En el presente estudio quizá debido a este factor es que las hembras y machos que hayan contraído la enfermedad, al estar en período reproductivo se ejerce una reacción de rechazo hacia el parásito, presentando así una menor incidencia de infección.

Durante el período de muestreo se encontró la presencia de *B. acheilognathi*, siendo los estadios maduros y grávidos los que se encontraron en menor proporción, pero durante todo el ciclo de muestreo, lo cual indica que éste parásito madura y se reproduce durante todo el año, siendo la producción de huevos continua y dando como resultado un constante reclutamiento del céstodo, tal como lo indican la presencia de las formas plerocercoides e inmaduras.

La maduración de *B. acheilognathi* puede ser propiciada no solamente por la temperatura, Granath y Esch (1983a) mencionan que la temperatura por sí sola no ocasiona la madurez del parásito, sino que actúa en conjunto con la fisiología y etología (reproducción y dieta) de cada hospedero así como la densidad del parásito.

En relación a este último factor, en el presente estudio se pudo observar que cuando aumenta la abundancia del céstodo en la carpa, la cantidad de organismos maduros y grávidos disminuye, presentándose en mayor proporción las formas inmaduras; y viceversa, cuando disminuye la cantidad de helmintos hay más estadios maduros y grávidos, pudiendo llegar a ser nula la presencia de los ejemplares inmaduros.

De acuerdo con Kennedy 1977 (en Sánchez, 1990), esto se debe a que el desarrollo y maduración del parásito, se ve influenciado por el efecto de agregación, es decir la densidad genera una competencia por espacio y nutrientes propiciando que pocos parásitos alcancen su madurez e incluso que la proporción de huevos disminuya.

En este caso, probablemente la densidad este directamente relacionada con la maduración del céstodo. En lo que respecta a la temperatura, tal vez este factor juegue un papel secundario sobre el proceso de maduración. Granath y Esch (1983b) reportan que la temperatura del agua es importante en el desarrollo de *B. acheilognathi*, encontrando que la incubación y maduración de los huevos, así como la movilidad de los coracidios y el desarrollo del gusano son bajos a 20°C , se elevan a los 25°C obteniendo su pico a los 30°C y decaen a los 35°C. Sin embargo, el intervalo de temperatura para esta zona de estudio varía de 11°C a 24°C por lo que debido a la baja oscilación que presenta, pudiera ser que este factor no influya de manera significativa sobre la maduración del helminto dentro del embalse Macua. Similar comportamiento fue observado por González (1993) para este parásito en el charal *Ch. jordani* en esta misma área de estudio.

## CONCLUSIONES

- Se registró por primera vez a *Bothriocephalus acheilognathi*, como parásito de *Carassius auratus* en el embalse “Macua”, Estado de México.
- La tasa de infección provocada por el parásito fue considerablemente baja con relación a lo reportado por otros autores, en este y otros cuerpos de agua.
- *B. acheilognathi* infecta principalmente a carpas de pesos y tallas pequeñas, de entre 0.1g y 6.1g y de 1cm a 5.6cm de longitud.
- El helminto no presenta preferencia por el sexo de su hospedero
- El hábitat específico de *B. acheilognathi* es el tubo digestivo, teniendo preferencia por la región anterior, ya que en esta parte se alojó el 93.39% del total de parásitos encontrados.
- Se observa un adelgazamiento en la pared intestinal, en carpas con una alta carga parasitaria.
- *B. acheilognathi* presentó un ciclo de incidencia anual.
- Los estadios grávidos e inmaduros del céstodo, están presentes durante todo el año; lo cual indica un reclutamiento continuo.
- La maduración de *B. acheilognathi* estuvo relacionada con la densidad del parásito.

## RECOMENDACIONES

- Identificar al hospedero intermediario que transmite la infección a *Carassius auratus* en el embalse "Macua".
- Realizar un estudio sobre la abundancia y distribución del hospedero intermediario, dentro de esta zona.
- Hacer un estudio sobre dinámica poblacional del céstodo, abarcando a todos los hospederos definitivos para valorar el comportamiento que presenta en este cuerpo de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarez del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (Claves) Instituto Nacional de Investigación Biológico-Pesquera. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 166pp.

Andrade, S. O. 1987. Dinámica poblacional de los tremátodos del tubo digestivo de la mojarra *Cichlasoma synspilum* en la Laguna de Santa Anita, Tabasco. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 109pp.

Andrews, C., Chubb, C. J., Coles, T. and Dearsley, A. 1981. The occurrence of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (*B. gowcongensis*) (Cestoda: *Pseudophyllidae*) in the British Isles. *Journal of Fish Diseases*. 4:89-93.

Baer, J. C. and Fain, A. 1958. *Bothriocephalus (Cleistobothrium) kivuensis*, n. sp., Cestode parasite d' un barbeau du lac kivu. *Ann. Soc. Zool. Belgit.* 88:287-302.

Bauer, O. N. 1969. Control of carp disease in the URSS. *FAO. Fisheries Report.* 44(5):344-352.

Boy, V. R. and Gabrion, C. 1990. Biology of parasite populations. Population dynamics of bothriocephalids (Cestoda-*Pseudophyllidea*) in teleostean fish. *J. Fish. Biol.* 37:327-342.

Brouder, J. M. and Hoffnagle, L. T. 1997. Distribution and Prevalence of the Asian Fish Tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi*, in the Colorado River and Tributaries, Grand Canyon, Arizona, including two New Host Records. *J. Helminthol. Soc. Wash.* 64(2):219-226.

Cadena, T. J. 1975. Estructura básica para el cultivo de *Carassius auratus* L. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 113pp.

CETENAL. 1971. Carta tipográfica y de uso de suelo. Esc. 1: 50 000. Clasif. F14 -C- 88. S.P.P. INEGI.

Conejo, G. M. E. 1990. Ciclo de vida del céstodo *Bothriocephalus acheilognathi* en condiciones experimentales. Tesis de Licenciatura. ENEP-Z. UNAM. 59pp.

Contreras, S. M. C. 1993. Contribución al conocimiento de las especies de copépodos ciclopoideos y algunos aspectos de su Biología y Ecología de la presa "La Goleta", Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 79pp.

Chávez, L. R., Franco, L. J., Montoya, M. J y Barrera, E. H. 1996. El parasitismo, un enfoque ecológico. Rev. Zool. 8:30-42.

Daniel, W. W. 1990. Estadística con aplicación a las ciencias sociales y a la educación. Mc Graw-Hill. México. 504pp.

Davydov, O. N. 1978. Effect of *Bothriocephalus gowkongensis* (Yeh, 1955) on the morphophysiological characteristics of the carp. *Gidrobiol. Zh.* 14(4):70-77.

Dubidina, M. N. 1982. On the synonymy of species the genus *Bothriocephalus* (Cestoda: *Bothriocephalidae*), Parasites of Cyprinidae of the URSS. *Parazitologiya.* 16(1):41-45.

Edwards, D. J. and Hine, M. P. 1974. Introduction preliminary handling and disease of grass carp in New Zelanda. *J. Marine and Freshwater Research.* 8(3):441-454.

Font, F. W. and Tate, C. D. 1994. Helminth parasites of native Hawaiian Freshwater. Fishes: an example of extreme ecological isolation. *J. Parasitol.* 80(5):682-688.

García, E. 1963. Modificaciones al sistema de clasificación climático Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Instituto de Geografía . UNAM. 246pp.

Gómez, D. M.A. 1995. Aspectos Biológicos de *Carassius auratus*, en la presa Santa Elena, en Jilotepec, Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 25pp.

González, G. A. 2003. Dinámica poblacional de *Bothriocephalus acheilognathi* en *Cyprinus carpio* del embalse “La Goleta”, en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. FES- Iztacala. UNAM. 47pp.

González, M. A. R. 1993. Contribución a la dinámica poblacional de *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) en el embalse “Macua”, Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 57pp

Granath, O. W. and Esch, W. G. 1983a. Seasonal dynamic of *Bothriocephalus acheilognathi* in ambient an termally altered areas of a North Carolina cooling reservoir: Proc. Helminthol. Soc. Wash. 50(2):205-218.

Granath, O. W. and Esch, W. G. 1983b. Survivorship and parasite-induced hosp mortality among mosquitofish in a predator free, North Carolina Cooling. Amer. Midl. Nat. 110(2):314-323.

Guillén, H. S. 1989. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda *Bothriocephalidae*) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro , Mich. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 66pp.

Hanzelova, V. and Zitnan, R. 1986. The effect of season on embryogenesis of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda) Biology. 105-111.

Heackman, A. R., Greger, D. P. and Deacon, E. J. 1987. New host records for the asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* in endangered fish species from the Virgin River, Utha, Nevada and Arizona. J. Parasitology. (73): 226-227.

Hernández, O. F. 1993. Evaluación de algunos aspectos de alimentación y reproducción del charal *Chirostoma jordani* (Woolman) en el embalse “Macua”, Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 37pp.

Hoole, D. and Nisan, H. 1994. Ultraestructural studies on intestinal response of carp, *Cyprinus carpio* L., to the pseudophyllidean tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. J. of Fish Diseases. (17):623-629.

Kennedy, G. R. 1975. Ecological animal parasitology. Blackwell scientific. Publication London.163pp.

Liao, H. H. and Shin, L. C. 1956. Contribution to the biology and control of *Bothriocephalus acheilognathi* Yeh, 1956 tapeworm parasitic in the young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) Acta Hidrobiol. Sinica. 2:182-185.

López, J. S. 1981. Céstodos de peces I. *Bothriocephalus (Cleistobothrium) acheilognathi* (Cestoda: *Bothriocephalidae*) An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. Ser. Zool. (1):69-84.

Marcogliese, J. D. and Esch, W. G. 1989. Alterations in seasonal dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi*, in a North Carolina cooling reservoir over a seven year periods. J. Parasitol. 75(3):378-382.

Margolis, L., Esch, W. G., Holmes, C. J., Kuris, M. A., and Shad, A. G. 1982. The use of ecological terms in parasitology. J. Parasitology. 68(1):131-133.

Molnár, K. 1977. On the synonym of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. Parasitol. Hung. 10:61-62.

Nakajima, R. and Egusa, S. 1973. *Bothriocephalus opsarichthydis* Yamaguti, 1934. (Cestoda: *Pseudophyllidae*) found the gut of cultured carp *Cyprinus carpio*. Fish. Path. 9(1):31-39.

Nie, P. and Hoole, D. 1999. Antibody response of carp, *Cyprinus carpio* to the cestode, *Bothriocephalus acheilognathi*. Parasitology. 118:635-639.

Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. INC. 325pp.

Osorio, S. D. 1982. Contribución al estudio de las especies de peces nativas e introducidas en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 194pp.

Osorio, S. D. 1986. . Helmintos de peces de Pátzcuaro, Mich. I. Helmintos de *Chirostoma estor* el “pescado blanco” Taxonomía. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool. 57(1):61-97.

Pérez, G., García, P. L., León-Regagnon and Choudhury, A. 2000. Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Fish. Biology*. 57:303-325.

Pineda, L. R. y González, E. C. 1997. *Bothriocephalus acheilognathi*. Presencia e importancia de un invasor asiático infectando peces de Querétaro. *Zoología informa. ENCB-IPN*. (35):5-12.

Pool, D. W. 1987. A note on the synonymy of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, *B. aegyptiacus*. Rysavy and Moravec, 1975 and *B. kiuvensis* Baer and Fain, 1958. *Parasitol. Res*. 73:146-150.

Prieto, G. L. y Osorio, S. D. 1991. Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. *Anales Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zool*. 62(3):523-526.

Ramírez, C. L. 1987. Helmintofauna de la “lobina” *Micropterus salmoides* Lecépedé en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 102pp.

Riggs, R. M. and Esch, W. G. 1987. The growth, biomass and fecundity of *Bothriocephalus acheilognathi* in north Carolina cooling reservoir. *J. Parasit*. 73(5):893-900.

Rosas, M. M. 1977. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Instituto Nacional de Pesca S.I.C. Subsecretaria de Pesca. 185pp.

Salgado, M. G., Guillén, H. S y Osorio, S. D. 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. (Cestoda: *Botriocephalidae*) en peces de Pátzcuaro Mich. México. *An. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zool*. 57:213-218.

Salgado, M. G. y Osorio, S. D. 1987. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro Michoacán. *Ciencia y Desarrollo*. 74(8):41-57.

Sanabria, E. M. A. y Sánchez, S. A. M. 1989. Algunos aspectos ecológicos de *Bothriocephalus acheilognathi* en la carpa dorada *Carassius auratus* del embalse "La Goleta". Estado de México. Rev. Zool. ENEP-I. UNAM. 1:26-32.

Sánchez, S. A. M. 1990. Algunos aspectos de la dinámica poblacional de los parásitos del tubo digestivo de la carpa dorada *Carassius auratus* (Linneo) en el embalse "La Goleta". Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM. 48pp.

Yamaguti, S. 1959. System helminthum. II. Cestodes. Intercience Pub. Inc. London: 860pp.

Yeh, L. S. 1955. On a new tapeworm *Bothriocephalus gowkongensis* sp. (Cestoda: *Bothriocephalidae*) from freshwater fish in China. Acta Zool. Sinica. 7(1):73-74.

## APÉNDICE

### CLASIFICACIÓN DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ PARA PECES, SEGÚN Nikolsky (1963)

- I. INMADURO: Peces jóvenes que no entran en reproducción y con gónadas muy pequeñas.
- II. ESTADIO DE REPOSO. Productos sexuales sin desarrollarse. Gónadas muy pequeñas, huevos no visibles a simple vista.
- III. MADURACIÓN: Óvulos distinguibles a simple vista, rápido incremento del peso de la gónada. Testículos cambian de transparentes a un color rosa pálido.
- IV. MADUREZ: Productos sexuales maduros, gónadas activas y con máximo peso, pero los productos sexuales no son expulsados cuando se aplica presión.
- V. REPRODUCCIÓN: Hay expulsión de los productos sexuales en respuesta a una muy ligera presión sobre el vientre. El peso de la gónada decrece rápidamente después de que se realiza la puesta.
- VI. CONDICIÓN DE DESOVE: Los productos sexuales han sido descargados, presenta abertura genital inflamada. Las gónadas tienen apariencia de sacos flácidos. Los ovarios contienen pocos óvulos.
- VII. ESTADIO DE RECUPERACIÓN: Productos sexuales descargados, abertura genital inflamada, gónadas pequeñas, huevos no visibles a simple vista.

# TÉCNICA DE TINCIÓN

## PARACARMÍN DE MAYER

- Fijar con Bouin
- Lavar en alcohol al 70% (10 min)
- Lavar con alcohol al 96% (5 min)
- Teñir con el colorante (30 seg –1 min)
- Diferenciar en alcohol acidulado (alcohol al 96% acidulado al 2% con HCL) hasta que los bordes tomen un color rosa pálido.
- Lavar en alcohol al 70% (10min)
- Lavar en alcohol al 80% (10min)
- Lavar en alcohol al 90% (10min)
- Alcohol absoluto (20min)
- Aclarar en aceite de clavos o salicilato de metilo (15 a 20 min)
- Montar en Bálsamo de Canadá
- Secar a 40°C-60°C.

HOSPEDERO EXAMINADO	<i>Carassius auratus</i>
No. DE HOSPEDEROS EXAMINADOS	208
No. DE HOSPEDEROS PARASITADOS	44
No. DE PARÁSITOS COLECTADOS	771
PREVALENCIA (%)	21.15
INTERVALO DE INTENSIDAD	1-205
INTENSIDAD PROMEDIO (PARÁSITOS/PEZ)	17.52
ABUNDANCIA (PARÁSITOS/PEZ)	3.71

CUADRO 1. CARACTERIZACIÓN DE LA INFECCIÓN DE *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) EN *Carassius auratus*, EN EL EMBALSE "MACUA", ESTADO DE MÉXICO.

