



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

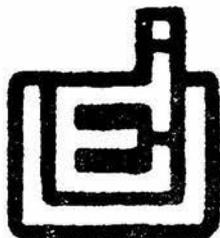
**CONTRIBUCION A LA DINAMICA POBLACIONAL DE
Bothriocephalus acheilognathi (YAMAGUTI, 1934)
EN EL CHARAL *Chirostoma jordani* DEL EMBALSE
"MACUA" ESTADO DE MEXICO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGA

P R E S E N T A

ALMA ROSA GONZALEZ MALVAEZ



LOS REYES IZTACALA

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



PROLOG

DEDICATORIAS

A MIS QUERIDOS PADRES

LUPITA y RAMON

Como una muestra de gratitud por el logro alcanzado de forma conjunta, por el amor, apoyo y comprensión que siempre me brindan y a manera de recompensa ! Mil Gracias !

A MIS HERMANOS:

CHUY, GERARDO, JUAN Y TONO

Por hacerme sentir constantemente su apoyo, el cual me impulsa a superarme día con día, siendo este trabajo una pequeña muestra de ello ! Los quiero !

A MIS SOBRINOS:

VIRIDIANA, TANIA y JORGE

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

A MI INCONDICIONAL AMIGO

ADRIAN MORGAN

Por todo lo que encierra una gran amistad como la nuestra y por todo lo que juntos hemos compartido

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

RODOLFO, SALVADOR, GERMAN, GUSTAVO y PACO NAVA. Por que en su momento y muy a su manera fueron un gran apoyo para alcanzar una de mis metas.

A " LOS SUPERAMIGOS "

Por que representan una parte muy importante en mi vida, personal y profesional, por haber crecido juntos y por compartir experiencias inolvidables.

A JOSE JUAN

Con mucho cariño

CON GRAN CARIÑO
Y RESPETO
A TI
MARIA DE LOS ANGELES

Por que con todo lo que me has aportado de manera
incondicional, como persona, profesionista y amiga
despertaste en mi el deseo de igualarte.

A TODOS MIS PROFESORES

Quienes con su profesionalismo me motivaron
al feliz término de mis estudios.

I N D I C E

Introducción	1
Antecedentes	4
Objetivos	6
Area de estudio	7
Aspectos hidrobiológicos	8
Aspectos biológicos del hospedero	10
Metodología	12
Trabajo de campo... ..	12
Trabajo de laboratorio	13
Trabajo de gabinete	14
Resultados	16
Caracterización de la infección anual de <u>B. acheilognathi</u> ...	16
Habitat específico del parásito	16
Relación hospedero - parásito	16
Variación estacional de la infección del parásito	19
Maduración de <u>B.acheilognathi</u>	20
Parámetros ambientales	21
Relación de los índices parasitarios de <u>B. acheilognathi</u> con la temperatura y alcalinidad del agua	22
Discusión	41
Conclusiones	50
Bibliografía	52
Apéndice	57

A G R A D E C I M I E N T O S

A la bióloga Ma. de los Angeles Sanabria Espinosa por la acertada dirección del presente estudio.

A los biólogos Regina Sánchez Merino, José Antonio Martínez Pérez, Rafael Chávez López y Sergio Cházaro Olvera por sus acertadas observaciones para la mejor presentación de este trabajo.

A la M. en C. Norma A. Navarrete Salgado coordinadora del proyecto de la biología de campo en el embalse Macua, por las facilidades prestadas para la obtención del material biológico utilizado en este estudio.

A mis compañeros de la biología de campo por apoyarme en la obtención de las muestras.

Al biólogo Pedro Ramos Camacho por la elaboración de los esquemas de este trabajo, y sobre todo por su apoyo y amistad.

A los biólogos Virginia, Hugo y Mario Fernández por su ayuda brindada en la impresión de una parte del presente trabajo.

A mis compañeros y amigos: Jorge, Laura, Ernesto, Lulú, Francisco, Irma, Darío, Sandra, Javier, Jorge Antonio, Angelica, Felipe, Mario y Teodora por su apoyo y sobre todo por su gran amistad durante la realización del presente estudio, en especial en los momentos más difíciles. Gracias por estar conmigo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo.

INTRODUCCION

México cuenta en promedio con 200, 000, 000 m³ de aguas continentales almacenadas, esto es un hecho importante ya que constituyen un recurso limitado, y por tanto un punto clave para el desarrollo de comunidades rurales y modernas, no sólo por uso doméstico, industrial, recreativo, en riego o para generar energía eléctrica; desde el punto de vista pesquero, constituyen una fuente importante de alimento y un factor primordial para el desarrollo de la acuicultura (Ortiz, 1975 en Cházaro, 1989; Margalef, 1983).

Es por ello, que se han realizado numerosos esfuerzos por introducir peces de interés comercial en los lagos y embalses (Cházaro, 1989). Sin embargo, estas actividades se han practicado indiscriminadamente, descuidando un aspecto tan importante como lo es la sanidad acuícola. Los peces, al igual que cualquier grupo animal tienen su propia fauna parasitológica, y con el traslado de peces exóticos se da la introducción simultánea de parásitos (Vilchis, 1985). Aunado a esto, si dichos organismos no presentan una preferencia marcada por un hospedero en especial. En consecuencia se producen notables fenómenos de transfaunación, es decir, los parásitos de una especie transplantada podrán infectar a algunos de los peces nativos (Salgado y Osorio, 1987).

Un claro ejemplo de lo anterior, es la introducción en México del parásito intestinal Bothriocephalus acheilognathi a través de la importación de crías de la carpa herbívora

(Ctenopharyngodon idella), procedente de China en 1965 al Centro Piscícola de Tezontepec Hidalgo. A partir de 1972 con el Primer Plan Ciprinícola, este pez se distribuyó en los principales ríos de la vertiente del Golfo y del Pacífico, así como en los lagos y embalses (López, 1981). por lo que probablemente se ha ido dispersando el parásito en el territorio nacional.

En el ciclo de vida de B. acheilognathi, los peces actúan como el hospedero definitivo y la infección de los mismos tiene lugar cuando estos se alimentan del hospedero intermediario que suele ser un copépodo (Figura 1).

En la actualidad, B. acheilognathi se considera como parte importante de la helmintofauna de nuestros peces endémicos, acentuándose una preferencia por infectar a los Atherinidos (García y Osorio, 1991).

Dentro de la familia Atherinidae, el género Chirostoma posee un lugar importante, ya que es característico de la fauna ictiológica mexicana. Es este género se incluye a la especie Chirostoma jordani, la cual se haya ampliamente distribuida en los diferentes ríos, lagos y embalses; como en el caso del embalse Macua al norte del Estado de México, donde el charal forma parte de su ictiofauna, siendo la especie más abundante (Navarrete, 1981; Elías et al, 1991)

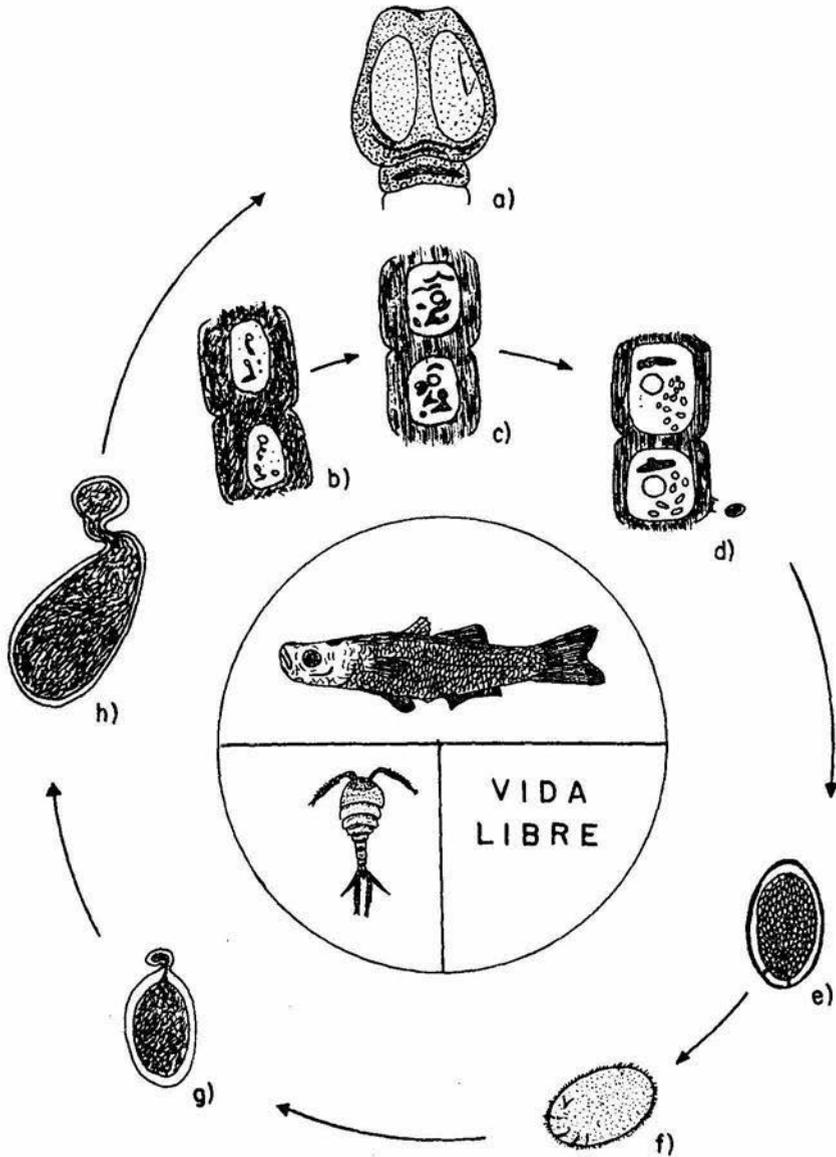


FIGURA (1) CICLO DE VIDA DE Bothriocephalus acheilognathi

- a) Escolex del cestodo
- b) Proglotidos inmaduros
- c) Proglotidos maduros
- d) Proglotidos grávidos
- e) Huevo
- f) Larva coracidio
- g) Larva procercoide
- h) Larva plerocercoides.

ANTECEDENTES

El parásito asiático Bothriocephalus acheilognathi (Yamaguti, 1934), es el causante etiológico de la enfermedad llamada Botriocefalosis de los peces, que ha ocasionado severos problemas en los diferentes países donde se presenta. Es por ello que se han generado gran cantidad de estudios acerca del parásito.

La taxonomía del cestodo ha sido estudiado por Yeh (1955); Baer and Fain (1958); Molnár (1977); Chubb (1981) y Dubinina (1982).

Existen estudios referentes a la dispersión del parásito a nivel mundial, pudiendo citar los trabajos de Edwards e Hine (1974); Bauer and Hoffman (1976); Hoffman (1980); Andrew (1981); y Heckman and Deacon (1987).

Por otro lado Liao and Shin (1956); Bauer (1969); Nakajima and Egusa (1973); Pool (1984); Hanzelova (1986); y Hanzelova and Zitnan (1986); estudian aspectos del ciclo de vida de B. acheilognathi en condiciones de laboratorio.

Algunos autores han enfocado sus trabajos sobre aspectos ecológicos del helminto en diferentes peces, entre ellos Granath and Esch (1983a, 1983b); Rigg and Esch (1987); y Marcogliese and Esch (1989).

En México se ha estudiado a B. acheilognathi tanto en peces de sistemas naturales como en condiciones de cultivo, siendo en su mayoría trabajos descriptivos, desconociéndose por lo tanto

algunos aspectos biológicos y ecológicos. La primera vez que se registró la presencia de éste cestodo fué en la carpa herbívora de Tezontepec, Hidalgo, por López (1981).

En el estado de Michoacán se han realizado la mayoría de los estudios sobre B. acheilognathi, como son los trabajos de Osorio (1982) en la presa " El Infiernillo " y la Cuenca del Río Balsas; Osorio et al (1986); Salgado et al (1986a, 1986b); Salgado y Osorio (1987); Ramírez (1987); Guillén (1989); y Espinoza (1993). para el Lago de Pátzcuaro. Cabe mencionar que sólo el trabajo de Guillén (1989), analiza algunos aspectos de la dinámica poblacional del helminto.

Otros estudios de la dinámica poblacional fueron hechos por Sanabria y Sánchez (1989); y Sánchez (1990), trabajando en el embalse " La Goleta " en el Estado de México.

Conejo (1990) describe el ciclo de vida del parásito en condiciones de laboratorio.

Tomando en cuenta la problemática que representa B. acheilognathi en el país y los escasos reportes que se tienen en algunos sistemas acuáticos del Estado de México, se decidió realizar el presente estudio en el charal Chirostoma jordani, debido a que es una especie nativa y la más abundante en el embalse Macua al norte del Estado de México; además de tener una gran importancia para la comunidad rural al ser utilizada como una alternativa alimenticia.

O B J E T I V O S

Determinar las variaciones de los parámetros de infección: prevalencia, intensidad promedio, intervalo de intensidad y abundancia, que provoca el céstodo Bothriocephalus acheilognathi en el charal Chirostoma jordani, durante un ciclo anual en el embalse " Macua " del Estado de México.

Determinar el hábitat específico en su hospedero.

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

Determinar las variaciones de los estados de madurez de B. acheilognathi durante el ciclo anual.

Conocer la relación que guarda la infección del parásito y los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura y alcalinidad).

AREA DE ESTUDIO

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 Construcciones, y puesta en servicio en 1963 (SARH, 1969).

El embalse Macua se encuentra en el Municipio de Jilotepec, Estado de México (Fig. 2). La subcuenca de la cual forma parte es la del Alto Panuco y geográficamente está emplazado en el eje Neovolcánico. Colinda al norte, sur, este y oeste con el Municipio de Soyaniquilpan de Juárez y al este con el estado de Hidalgo, se sitúa en las coordenadas geográficas de 20 o 08' 06'' de latitud norte y 99 o 32 ' 00 '' de longitud oeste, a una altitud de 2320 msnm; presenta una capacidad de almacenamiento de 4.0 millones de m³ (CETENAL, 1971).

De acuerdo a la clasificación por Köeppen modificada por García (1963), el clima es templado subhúmedo c (w1) (w), con una temperatura media anual de 12 a 18 o C, la precipitación media anual es de 700 a 800 mm³, siendo en Julio la mayor incidencia con un rango de 150 a 160 mm³, y en Febrero la menor incidencia con menos de 5 mm³, la frecuencia de heladas es de 20 a 40 días (SPP, 1981).

Los terrenos aledaños se caracterizan por tener suelos de cultivo temporal con una alta permeabilidad, lo que permite el desarrollo tanto de vegetación natural como de pastizales aptos para el desarrollo de especies forrajeras (SPP, op cit).

ASPECTOS HIDROBIOLOGICOS

El embalse " Macua ", está considerado por Elias et al (1991) como un sistema cálido tropical de aguas bicarbonatadas, en donde existe estratificación térmica.

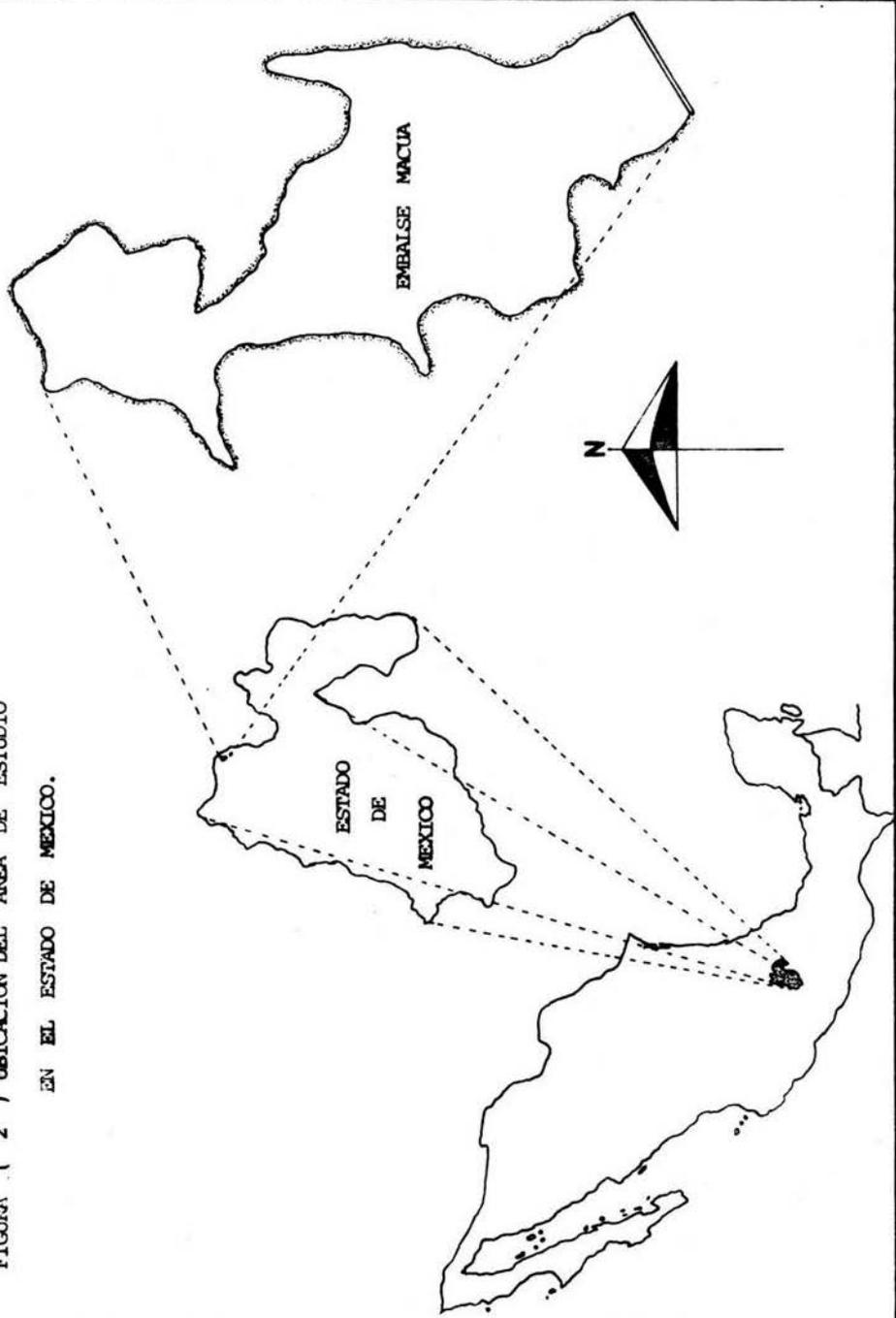
FAUNA ACUATICA.

El zooplancton esta representado por: Volvox sp. (protozooario), Acanthocyclops robustus., Mastigodiatomus moctezumae y Leptodiatomus novomexicanus (copépodos), Daphnia pulex., D. scholderi., D. galeata., Diaphanosoma. cf. birgei., Ceriodaphnia dubia., Bosmina chilensis., Alona cf. rectangula y Moina micrura entre otras especies de cladoceros Elias (com. per).

La ictiofauna del sistema está constituida por 3 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. El ciclido Oreochromis aureus de la familia Ciclidae. La especie nativa es el charal Chirostoma jordani de la familia Atherinidae (Elias et al, 1991).

La epifauna bentónica está conformada por Tricocorixella mexicana, Krizousacorixa femurata, Corisella edulis (hemipteros). Physella sp. (molusco), Hyaella azteca (anf/podo) y Berosus sp. (coleoptero). En tanto, la infauna bentónica está representada por Oligoquetos y Quironómidos como: Lenziella sp., Chironomus sp., Dicrotendipes sp., y Cricotopus sp. (Nava et al, 1991)

FIGURA (2) UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO
EN EL ESTADO DE MEXICO.



ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL HOSPEDERO

El charal Chirostoma jordani, es una de las especies más representativas de la ictiofauna dulceacuicola mexicana. Además de ser un pez consumido por tradición en el país, el charal es una especie potencial para la acuicultura (Navarrete, 1981).

De acuerdo con Alvarez y Cortéz (1962) y Barbour (1973) Chirostoma jordani presenta un cuerpo esbelto y comprimido, cabeza pequeña y cónica, hocico pequeño (la distancia preorbital cabe de 3.8 a 4.5 veces en la longitud cefálica y ésta de 3.5 a 3.7 veces en la patrón), boca oblicua con labios delgados, mandíbulas desiguales (la inferior sobrepasa ligeramente a la superior); con dientes diminutos, su opérculo es redondeado, sus ojos presentan el iris plateado y son de gran tamaño (su longitud cabe de 2 a 4 veces en la región cefálica). Las escamas del cuerpo son pequeñas de bordes lisos (de 35 a 43 en una línea longitudinal); los peces adultos poseen escamas laciniadas en su región predorsal.

La primer dorsal con III a V, segunda dorsal con I, 8 a 11 radios. Las pectorales con radios largos y flexibles, son largas y redondeadas. Las pélvicas son cortas y la anal con I, 16 a 21 radios.

La longitud máxima de la especie es de 12.70 cm aproximadamente, sin embargo ésta puede variar dependiendo de su hábitat (Cházaro et al, 1989).

Chirostoma jordani habita tanto sistemas lénticos como

lóticos. Esta adaptado a un clima generalmente templado subhúmedo, de rango de temperatura que va de 12 a 23 oC y aguas bien oxigenadas. La época reproductiva es en primavera y verano, sin embargo, el número de huevecillos que produce es inferior a las demás especies del mismo género. Comunmente, el pez desova sobre las zonas litorales donde hay rocas y vegetación sumergida, ya que éstas le sirven de sustrato para la fijación de sus huevecillos, que son de tipo adherente (Navarrete, 1981; Cházaro, 1989; Cházaro et al, 1989).

El charal se halla ampliamente distribuido en el Valle de México, Cuenca Lerma - Santiago, Cuenca del Mezquital. Así como en los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Puebla, Estado de México y en el Distrito Federal (Alvarez, 1970; Barbour, 1973).

METODOLOGIA

TRABAJO DE CAMPO

El material biológico se obtuvo de la captura realizada en el embalse Macua Estado de México, durante 13 muestreos mensuales, en el periodo de febrero de 1991 a febrero de 1992.

Los organismos fueron capturados mediante un chinchorro charalero con abertura de malla de 0.8 mm, longitud de 30 m y caída de 1.5 m. Asimismo, se determinaron los parámetros físicos y químicos del agua: temperatura superficial con un termómetro marca Taylor graduado de - 20 a 110 °C; profundidad con una sondaleza y alcalinidad mediante el método de titulación (Franco et al, 1985).

Se examinaron 30 peces mensualmente de acuerdo a lo recomendado por Kennedy (1985 en Andrade, 1987).

Los peces se transportaron vivos en recipientes de plástico con tapa a la base de trabajo, donde se tomaron y registraron en una bitácora los siguientes datos morfométricos: longitud total, longitud patrón, y altura máxima del cuerpo, con un ictiometro graduado en milímetros. El peso se tomó con una balanza granataria con una precisión de décimas de gramo.

Exámen parasitológico de los peces y recolección de los céstodos

Cada uno de los peces fué disectado, determinándose el sexo y estado de madurez gonádica (Nikolsky, 1963). Por otro lado, se

extrajo el aparato digestivo colocándolo en cajas Petri con solución salina al 0.85 % y realizándole una incisión longitudinal bajo el microscópio estereoscópico. Los parásitos fueron separados con pinceles de cerdas finas y agujas de disección. Asimismo, se cuantificó el número de céstodos con respecto a su posición del escolex en cada una de las regiones del tubo digestivo (anterior, media y posterior); también se observó el color y la movilidad de los organismos. Posteriormente los parásitos colectados se relajaron, sacrificaron y transparentaron en líquido de Berland, y después se fijaron en AFA durante 24 horas aplanándolos entre dos portaobjetos. Finalmente, los organismos se depositaron en frascos viales con alcohol etílico al 70 %; para su conservación (Salgado, 1979; Guillén, 1989; Sánchez, 1990). Cada frasco fué etiquetado con los siguientes datos: fecha, localidad, nombre científico del pez y nombre del colector. En el apéndice se detalla la preparación de reactivos.

TRABAJO DE LABORATORIO

Algunos céstodos se emplearon para realizar preparaciones permanentes, utilizando la tinción de Paracarmin de Mayer recomendada por Salgado (1979). Como agente aclarante se empleó aceite de clavos. Finalmente se montaron en resina sintética (apéndice).

Para la determinación taxonómica se emplearon las descripciones hechas por Yamaguti (1959); López (1981) y Guillén (1989).

TRABAJO DE GABINETE

Para conocer la dinámica poblacional de B. acheilognathi en el charal Chirostoma jordani, fué necesario evaluar los siguientes aspectos de acuerdo a cada uno de los objetivos propuestos.

Los parásitos fijados fueron examinados en el microscópio óptico, determinándose sus estados de desarrollo de acuerdo a las siguientes características:

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.

Con los resultados anteriores se determinó el ciclo de maduración de B. acheilognathi, durante los 13 meses de muestreo.

Se valoraron 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 ó intensidad de infección: número mínimo y máximo de parásitos presentes en una muestra.

Se calculó la frecuencia con que se presentó B. acheilognathi, en cada porción del tracto digestivo de sus hospederos para detectar el hábitat específico.

De acuerdo a la longitud patrón y al 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.

Se cuantificó el número de hembras y machos, así como los estados de madurez gonádica, que estuvieron parasitados. Para conocer la preferencia del céstodo por algún sexo; se aplicó la prueba de ji cuadrada empleando el método de tablas de contingencias de 2 X 2, con un nivel de significancia de 0.05 (Siegel, 1978; Scheffler, 1981).

La relación de los parámetros de infección con la temperatura y alcalinidad del agua, fué determinada mediante pruebas de correlaciones lineales (Sokal, 1979) en dos periodos del año (estío y lluvias).

Para conocer si los valores de los coeficientes de correlación (r) obtenidos eran significativos, se aplicó la prueba estadística " t " de Student con un nivel de significancia de 0.05 (Daniel, 1987).

RESULTADOS

De Febrero de 1991 a Febrero de 1992, se obtuvieron 13 series de muestreos, capturándose un total de 390 charales de la especie Chirostoma jordani del embalse " Macua " Estado de México. Donde se detectó la presencia del parásito asiático Bothriocephalus acheilognathi habitando el tubo digestivo de 231 hospederos. La caracterización de la infección anual, queda representada en el cuadro (1) donde se observa que el 59.23 % de los charales se encuentran parasitados, con una intensidad promedio y una abundancia de 14.03 y 8.31 parásitos/pez respectivamente. La intensidad mínima fue de 1 y la máxima de 97 céstodos en un sólo hospedero infectados

HABITAT ESPECIFICO.

De los 3242 parásitos encontrados en los 231 peces infectados, el 71.86 % de la población del céstodo se localizó en la región anterior del tubo digestivo. En tanto que en las regiones media y posterior, se alojaron el 15.58 % y 12.55 % de la población del parásito respectivamente (Gráfica 1).

RELACION HOSPEDERO - PARASITO.

Con base en la longitud patrón de los peces se establecieron 10 intervalos de talla. (Cuadro 2)

La distribución de B.acheilognathi dentro de los intervalos de talla de la población del hospedero se muestra en la gráfica

(2), donde se aprecia que el intervalo VIII - 5.2 a 5.9 cm - registra valores altos en la intensidad promedio (31.89) y abundancia (19.13), y el intervalo IX - 5.6 a 5.9 cm - registra una prevalencia alta (66.67). En el intervalo I - 2.4 a 2.7 cm - los valores de los parámetros de infección fueron bajos y en el intervalo X - 6.0 a 6.3 cm - la infección fue nula, aunque cabe señalar que el número de peces examinados en los intervalos anteriores (I, VIII, IX y X) fue muy bajo. Si no se considera a dichos intervalos los cuales no se encuentran bien representados, entonces se puede observar que la intensidad promedio y abundancia del parásito muestran un comportamiento ascendente desde el intervalo II - 2.8 a 3.1 cm - hasta el intervalo V - 4.0 a 4.3 cm -, donde alcanzan sus valores máximos con 22.08 y 13.67 parásitos/pez de intensidad y abundancia respectivamente; después de los cuales descienden notoriamente en el siguiente intervalo.

La prevalencia de infección más baja se registró en el intervalo II - 2.8 a 3.1 cm - con el 57.41 % y el valor máximo se presentó en el intervalo IV - 3.6 a 3.9 cm - con 63.09 %.

Con base en el peso de los hospederos se establecieron 10 intervalos de peso (Cuadro 3).

La distribución del cestodo dentro de los intervalos de peso de los charales, muestra que los intervalos VIII y IX - 2.2 a 2.7 g - registran una prevalencia de 75 %, y el intervalo IX - 2.5 a 2.7g - presenta valores altos en la intensidad promedio y abundancia. Sin embargo, tanto los intervalos anteriormente citados como los intervalos VI, VII - 1.9 a 2.1 g - y X - 2.8 a 3

g -, no se encuentran bien representados. Por consiguiente sólo se considerara a los demás intervalos (cuadro 3).

En la gráfica (3) se observa que la prevalencia de infección, muestra un comportamiento ascendente hasta alcanzar su valor máximo de 73.33 % en el intervalo IV - 1.0 a 1.2 g - después del cual baja, pero sin alcanzar su valor mínimo en el intervalo V - 1.3 a 1.5 g -.

Con respecto a la intensidad promedio el valor más alto registrado, fue de 19.39 parásitos/pez en el intervalo IV - 1.0 a 1.2 g - y su valor mínimo fue de 6.2 parásitos/pez en el primer intervalo (misma gráfica).

A partir de un valor de 3.04 parásitos/pez en el primer intervalo - 0.1 a 0.3 g -, la abundancia del céstodo se eleva hasta alcanzar su valor máximo de 14.22 parásitos/pez en el intervalo IV, después del cual desciende, pero sin alcanzar su valor mínimo en el siguiente intervalo (Gráfica 3).

La relación que guarda la infección con respecto al sexo de los hospederos, muestra que de 151 hembras examinadas 95 de ellas estuvieron infectadas por el céstodo, lo que representa el 62.91 % de prevalencia, 17.64 de intensidad promedio y 11.1 de abundancia. El número de machos revisados fue de 156 de los cuales 97 estuvieron infectados, por lo tanto, la prevalencia es de 62.18 %, la intensidad promedio de 14.07 parásitos/pez y la abundancia de 8.75 parásitos/pez (cuadro 4 y gráfica 4).

El análisis estadístico no reveló preferencia significativa ($0.05 < p < 0.01$) del parásito por el sexo de los peces.

Como se observa en el cuadro (5), B.acheilognathi se encuentra presente en los cinco estados de madurez de los peces.

En la gráfica (5) se aprecia que el 46.99 % de los charales inmaduros (estado I), se encuentran infectados con una intensidad de 5.15 y una abundancia de 2.42 parásitos por pez. Posteriormente, los tres parámetros de infección muestran un aumento notable a partir del siguiente estado de maduración (II), observándose que el 60.29 % de los peces están infectados con una intensidad promedio de 10.05 y una abundancia de 6.06 parásitos/pez. A partir de los valores anteriores, se presentan ligeras fluctuaciones hasta alcanzar sus valores máximos de 63.72 % de prevalencia, 18.92 de intensidad y 12.06 parásitos/pez de abundancia en los peces maduros que corresponden al estado V.

VARIACION ESTACIONAL

Los valores mensuales de prevalencia, intervalo de intensidad, intensidad promedio y abundancia del parásito quedan representados en el cuadro (6).

La prevalencia de infección presentó sus valores máximos en los meses de julio y agosto con 80 % y 86.67 % de peces parasitados respectivamente; y su valor mínimo de 16.67 % en el mes de febrero de 1992 (Gráfica 6).

El helminto se presentó con una intensidad mínima de uno y máxima de 97 parásitos en un sólo charal infectados - encontrado en septiembre -, aunque cabe destacar que en julio, el céstodo registró una intensidad mínima de 7, en agosto de 2 y en septiembre de 3.

Los picos máximos y mínimos de la intensidad promedio, se observaron en el mes de septiembre y febrero (1992) con 28.56 y 3 parásitos/pez respectivamente. Es de mencionar que la intensidad promedio muestra un comportamiento antagónico con la prevalencia en casi todos los meses, sobre todo en el mes de septiembre (gráfica 6 y 8).

La abundancia registró sus máximos valores en los meses de julio y agosto con 18.5 y 18.8 parásitos/pez respectivamente; y su valor mínimo se registró en el mes de febrero de 1992 con 0.5 parásitos/pez. Los valores máximos y mínimos de abundancia coinciden con los picos máximos y mínimos de prevalencia (Gráfica 6).

MADURACION DEL PARASITO

B.acheilognathi como lo muestra el cuadro (7), se encuentra presente en los charales en sus cuatro estados de maduración, durante los 13 meses. Siendo los organismos inmaduros los que presentaron el mayor porcentaje (59.22 %); y siguiéndoles en orden decreciente las larvas plerocercoides (15.21 %), los individuos maduros (14.07 %) y los grávidos (11.47 %). Cabe señalar que los plerocercoides estuvieron ausentes en los primeros meses (febrero a mayo). A partir de la presencia de éstos se ve un incremento en todos los parámetros de infección.

En la gráfica (7) se observa que las larvas alcanzan sus porcentajes máximos en los meses de junio con 40.6% y noviembre con 40 % ; y su porcentaje mínimo en el mes de enero con el 5.71%.

Las formas inmaduras presentan su mayor porcentaje -69.36- en el mes de septiembre y su mínimo - 32.2 % - en diciembre.

En el mes de abril, se registran los valores máximos para los organismos maduros y grávidos con 33.33 % y 28.81% respectivamente. El valor mínimo para los maduros fue ubicado en junio con 4.03 %; y para los grávidos en septiembre con 4.59 %. Es interesante observar, que ambos estados de maduración presentaron los mismos valores en marzo con 16.23 % y en febrero (1992) con 13.33 % (Gráfica 7).

PARAMETROS AMBIENTALES

Los valores de los parámetros físicos y químicos (Profundidad, temperatura superficial y alcalinidad) registrados en el embalse quedan representados en el cuadro (8).

La temperatura del agua se comportó de manera ascendente hasta alcanzar su valor máximo en agosto con 24 o C, después del cual comenzó a descender hasta alcanzar sus valores más bajos en diciembre con 16 oC y en enero con 14 oC.

La profundidad del sistema desciende paulatinamente de febrero a junio -período de estío- hasta alcanzar el valor mínimo (7.25 m) y al siguiente mes aumenta considerablemente alcanzando su valor de 11.51 m., después del cual se presentan ligeras fluctuaciones hasta alcanzar la máxima profundidad en octubre con 12.84 m.

Con respecto a la alcalinidad, el valor más alto registrado fue de 63.75 mg CaCO₃/l en el mes de febrero (1991), y la concentración más baja registrada fue en mayo con 8.875 mg CaCO₃/l.

RELACION DE LOS INDICES PARASITARIOS DE B. acheilognathi CON
LA TEMPERATURA Y ALCALINIDAD DEL AGUA

Los valores del análisis de correlación (r) entre los índices parasitarios -prevalencia e intensidad media- y los parámetros ambientales quedan representados en el cuadro (9).

La prevalencia de infección presentó una relación inversa con la alcalinidad del agua, tanto en el periodo de estiaje como en el de lluvias, es decir, cuando la alcalinidad es alta la incidencia del parásito es baja y al disminuir la concentración de la alcalinidad la incidencia de infección aumenta (Gráfica 8). La intensidad media y la alcalinidad mostraron una relación de $r = - 0.65$ para el periodo de secas y de $r = - 0.73$ para el periodo de lluvias (Cuadro 9). Sin embargo, la prueba estadística " t " de Student (Daniel, 1987) no reveló una correlación significativa ($p < 0.05$) entre la intensidad promedio y la alcalinidad del agua.

Por otra parte, la temperatura mostró una relación de 0.78 y 0.93 con la prevalencia e intensidad media respectivamente, durante el periodo de estiaje -Febrero a Junio- (Gráfica 8).

Durante el periodo de luvias -julio a octubre- los valores del análisis de correlación entre los dos índices parasitarios y la temperatura, no fueron significativos, no obstante, es de mencionar que durante éstos meses se registró el pico máximo de prevalencia (86.67 %) coincidiendo con el valor de temperatura

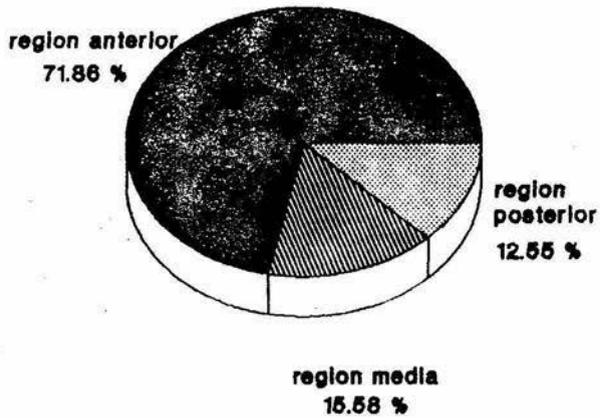
más alto (24 oC) registrado en el mes de agosto (Gráfica 8).

La prevalencia e intensidad tienden a disminuir en los meses de noviembre a febrero de 1992, registrándose el pico mínimo en ambos parámetros en el mes de febrero. Los valores de las pruebas de correlación con la temperatura muestran una relación de - 0.56 para la prevalencia y de - 0.59 con la intensidad media. El análisis estadístico " t " no reveló una correlación significativa entre los índices parasitarios y la temperatura del agua para estos meses (misma gráfica).

HOSPEDERO EXAMINADO	<i>Chirostoma jordani</i>
N°. HOSPEDEROS EXAMINADOS	390
N°. HOSPEDEROS PARASITADOS	231
N°. PARASITOS COLECTADOS	3242
PREVALENCIA (%)	59.23
INTERVALO DE INTENSIDAD	1 - 97
INTENSIDAD PROMEDIO PARASITOS/PEZ	14.03
ABUNDANCIA PARASITOS/PEZ	8.31

CUADRO (1). CARACTERIZACION ANUAL DE LA INFECCION DE *Bothriocephalus acheilognathi* (YAMAGUTI, 1934) EN EL CHARAL DEL EMBALSE "MACUA", ESTADO DE MEXICO.

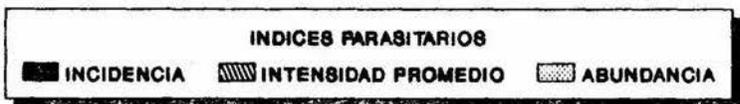
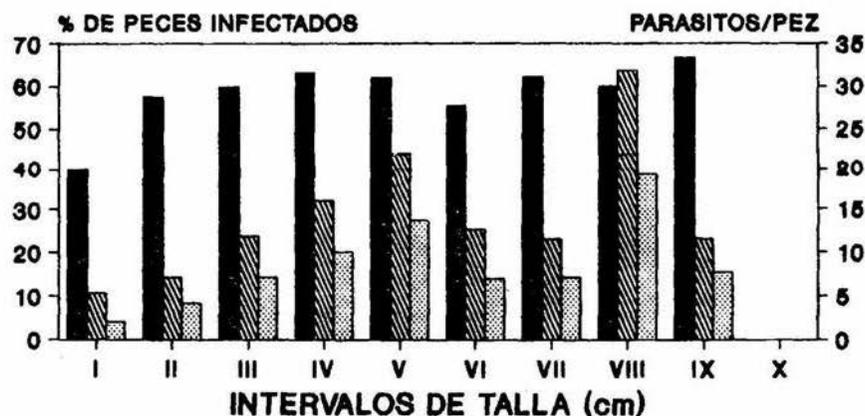
HABITAT ESPECIFICO DE
Bothriocephalus acheilognathi



**GRAFICA (1) DISTRIBUCION DEL PARASITO EN
EL TUBO DIGESTIVO DE *Ch. Jordanii***

INTERVALO DE TALLA (CM)	TOTAL DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS INFECTADOS	NUMERO DE PARASITOS	PREVALENCIA (%)	INTENSIDAD PROMEDIO (PARASITOS/PEZ)	ABUNDANCIA (PARASITOS/PEZ)
2.4 - 2.7	15	6	32	40	5.33	2.13
2.8 - 3.1	54	31	224	57.41	7.22	4.15
3.2 - 3.5	82	49	586	59.76	11.96	7.15
3.6 - 3.9	84	53	846	63.09	16.02	10.11
4.0 - 4.3	42	26	574	61.9	22.08	13.67
4.4 - 4.7	47	26	331	55.32	12.73	7.04
4.8 - 5.1	37	23	266	62.16	11.56	7.19
5.2 - 5.5	15	9	287	60	31.89	19.13
5.6 - 5.9	12	8	93	66.67	11.62	7.75
6.0 - 6.3	2	0	0	0	0	0

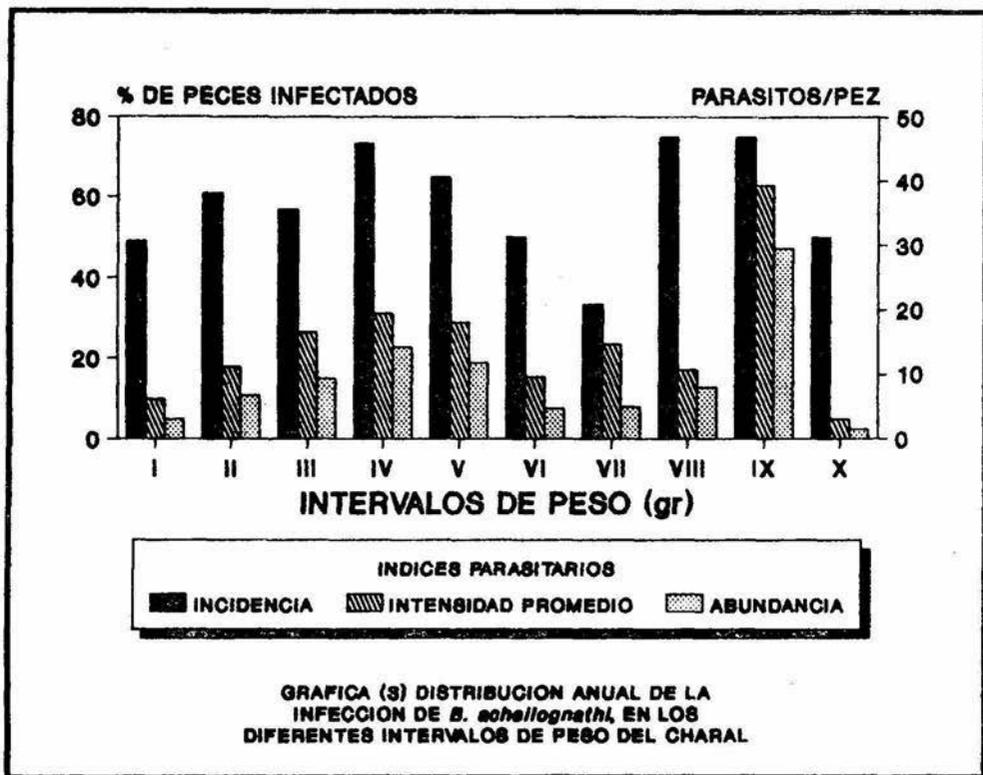
CUADRO (2) DESCRIPCION ANUAL DE LOS INDICES DE INFECCION DE *B. acheilognathi* EN LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TALLA DE *Chirostoma jordani*.



GRAFICA (2) DISTRIBUCION ANUAL DE LA INFECCION DE *B. schelolognathi*, EN LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TALLAS DEL PEZ.

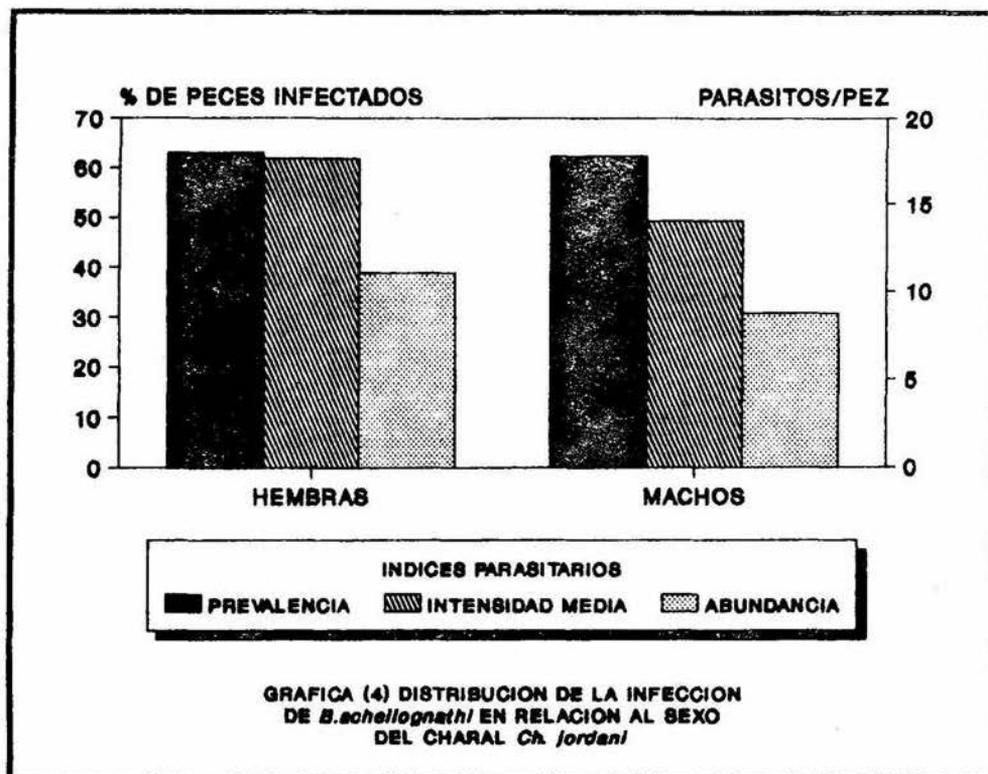
INTERVALO DE PESO (gr)	T O T A L DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS INFECTADOS	NUMERO DE PARASITOS	PREVALENCIA (%)	INTENSIDAD PROMEDIO (PARASITOS/PEZ)	ABUNDANCIA (PARASITOS/PEZ)
0.1 - 0.3	51	25	155	49.02	6.2	3.04
0.4 - 0.6	125	76	845	60.8	11.12	6.76
0.7 - 0.9	90	51	841	56.67	16.49	9.34
1.0 - 1.2	45	33	640	73.33	19.39	14.22
1.3 - 1.5	40	26	469	65	18.04	11.72
1.6 - 1.8	20	10	95	50	9.5	4.75
1.9 - 2.1	9	3	44	33.33	14.67	4.89
2.2 - 2.4	4	3	32	75	10.67	8
2.5 - 2.7	4	3	118	75	39.33	29.5
2.8 - 3.0	2	1	3	50	3	1.5

CUADRO (3) DESCRIPCION ANUAL DE LOS INDICES DE INFECCION DE *B. acheilognathi* EN LOS DIFERENTES INTERVALOS DE PESO DE *Chirostoma jordani*.



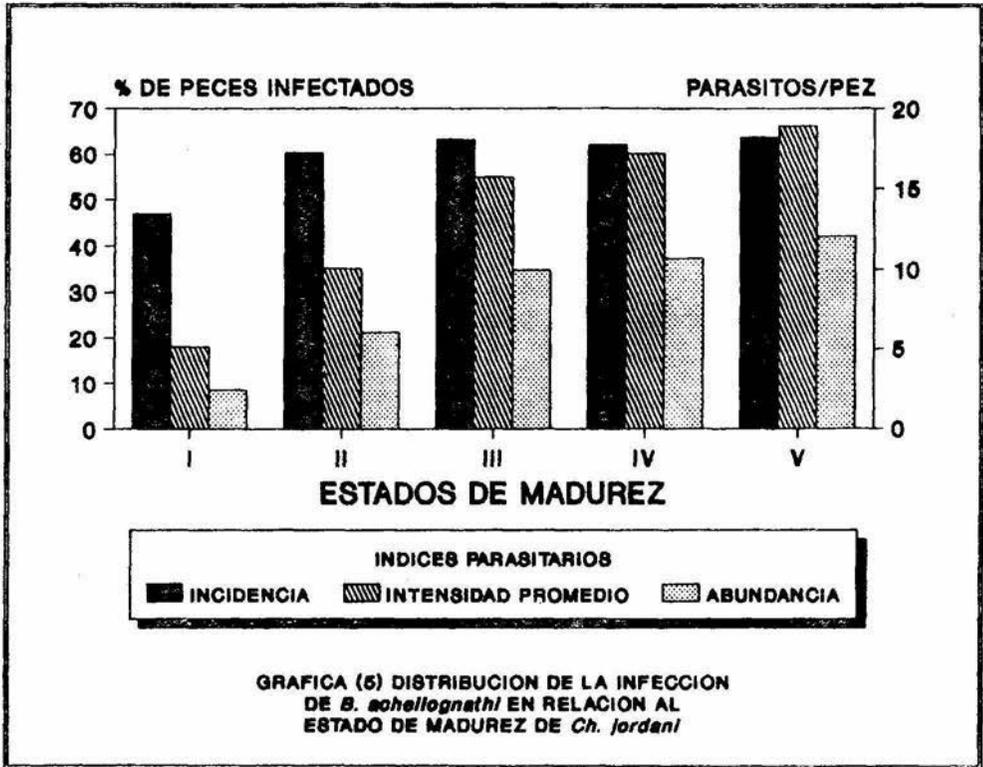
SEXO	TOTAL DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS INFECTADOS	NUMERO DE PARASITOS	PREVALENCIA (%)	INTENSIDAD PROMEDIO (PARASITOS/PEZ)	ABUNDANCIA (PARASITOS/PEZ)
HEMBRAS	151	95	1676	62.91	17.64	11.1
MACHOS	156	97	1365	62.18	14.07	8.75

CUADRO (4) INDICES DE INFECCION DE *B. acheilognathi* EN RELACION AL SEXO DE *Chirostoma jordani*.



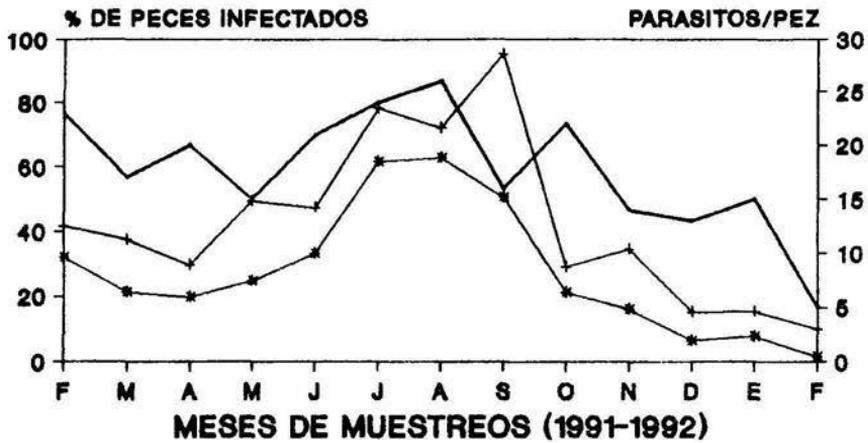
ESTADIO DE MADUREZ	TOTAL DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS INFECTADOS	NUMERO DE PARASITOS	PREVALENCIA (%)	INTENSIDAD PROMEDIO (PARASITOS/PEZ)	ABUNDANCIA (PARASITOS/PEZ)
I	83	39	201	46.99	5.15	2.42
II	68	41	412	60.29	10.05	6.06
III	87	55	866	63.22	15.74	9.95
IV	50	31	533	62	17.19	10.66
V	102	65	1230	63.72	18.92	12.06

CUADRO (5) COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA INFECCION CAUSADA POR *B. acheilognathi* EN RELACION A LOS ESTADOS DE MADUREZ DE *Chirostoma jordani*.



M E S E S	NUMERO DE P E C E S EXAMINADOS	NUMERO DE P E C E S INFECTADOS	NUMERO DE PARASITOS COLECTADOS	PREVALENCIA (%)	INTERVALO DE INTENSIDAD	INTENSIDAD PROMEDIO (PARASITOS/PEZ)	ABUNDANCIA (PARASITOS/PEZ)
FEBRERO	30	23	288	76.67	1 - 51	12.52	9.6
MARZO	30	17	191	56.67	1 - 84	11.23	6.37
ABRIL	30	20	177	66.67	1 - 31	8.85	5.9
MAYO	30	15	222	50	1 - 56	14.8	7.4
JUNIO	30	21	298	70	1 - 61	14.19	9.93
JULIO	30	24	564	80	7 - 53	23.5	18.5
AGOSTO	30	26	564	86.67	2 - 58	21.69	18.8
SEPTIEMBRE	30	16	457	53.33	3 - 97	28.56	15.23
OCTUBRE	30	22	192	73.33	1 - 40	8.73	6.4
NOVIEMBRE	30	14	145	46.67	1 - 62	10.36	4.83
DICIEMBRE	30	13	59	43.33	1 - 9	4.54	1.97
ENERO	30	15	70	50	1 - 12	4.67	2.33
FEBRERO	30	5	15	16.67	1 - 6	3	0.5

CURSO (6) VARIACION MENSUAL EN LA PRESENCIA DE *B. acheilognathi* EN *Chirostoma jordani* DURANTE 13 MESES DE NUESTROS (1991 - 1992).



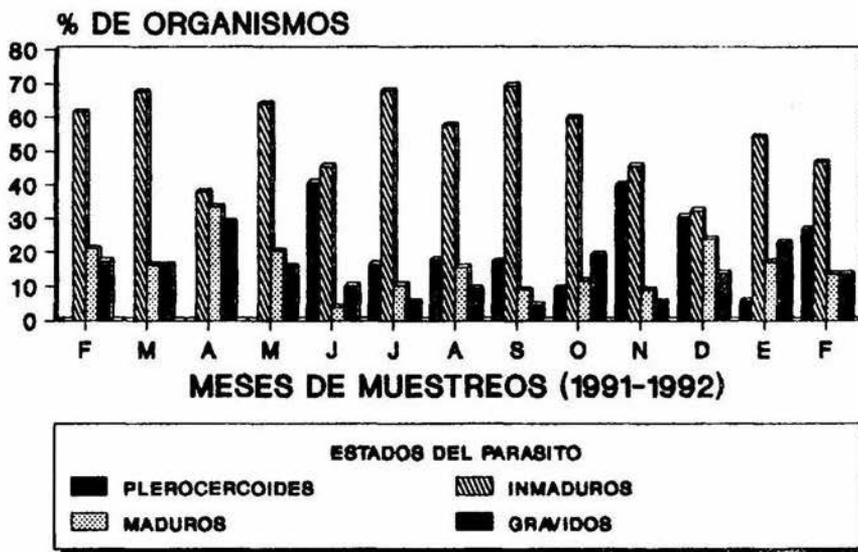
INDICES PARASITARIOS

— INCIDENCIA + INTENSIDAD PROMEDIO * ABUNDANCIA

**GRAFICA (6) FLUCTUACION MENSUAL DE LOS
INDICES PARASITARIOS DE *S. schellognathi*
EN *Ch. jordanii* DURANTE 13 MESES**

MESES	NUMERO DE PARASITOS	FLEROCERCOSIOS (%)	IMMADUROS (%)	MAJUROS (%)	GRAVIDOS (%)
FEBRERO	286	0	61.46	21.18	17.36
MARZO	191	0	67.54	16.23	16.23
ABRIL	177	0	37.85	33.33	28.81
MAYO	111	0	63.96	20.27	15.76
JUNIO	298	43.6	45.3	4.13	13.37
JULIO	564	16.31	67.91	16.28	5.5
AGOSTO	564	17.73	57.62	15.42	9.22
SEPTIEMBRE	457	17.07	69.36	8.97	4.59
OCTUBRE	192	9.37	59.89	11.46	19.27
NOVIEMBRE	145	40	45.52	8.96	5.52
DICIEMBRE	51	33.51	32.2	23.73	13.56
ENERO	70	5.71	54.28	17.14	22.86
FEBRERO	15	26.67	46.67	13.33	13.33
TOTAL	3242	15.21	59.22	14.07	11.47

CUADRO (7) VARIACION EN LOS ESTADOS DE MADURACION DE *B. acheilognathi* En Ch. jordani, DURANTE 13 MESES DE MUESTREO (1991 - 1992).



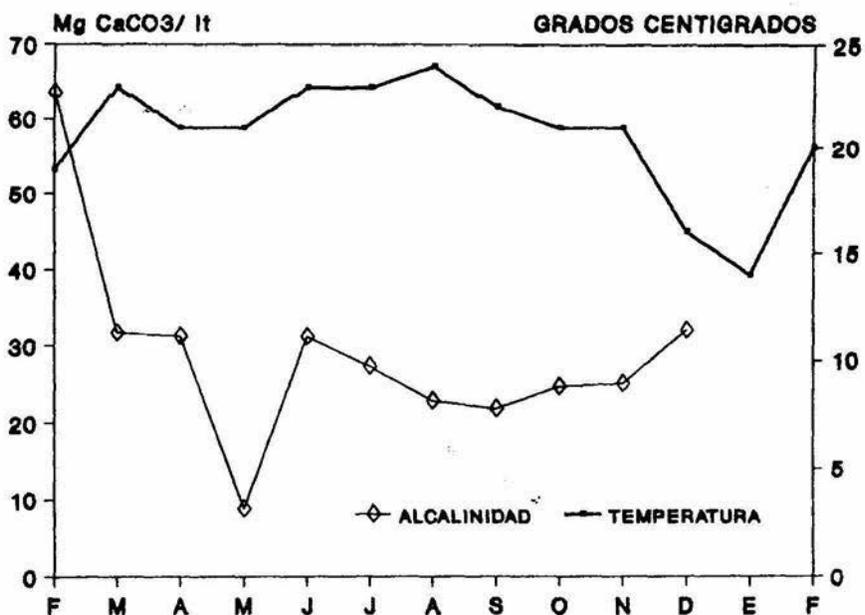
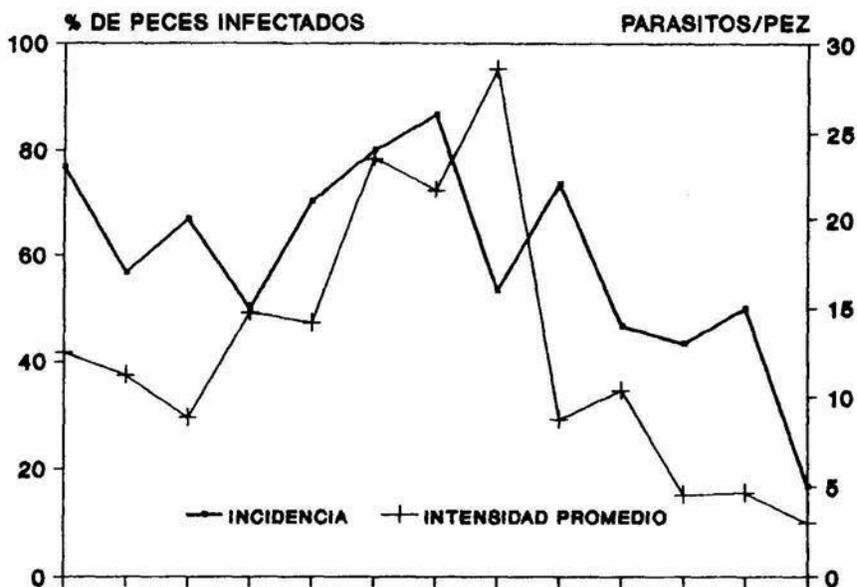
GRAFICA (7) FLUCTUACION MENSUAL DE LOS ESTADOS DE MADUREZ DE *B. schellognathi* EN *Ch. Jordanii* DURANTE 13 MESES

MESES	TEMPERATURA SOP. (°C)	PROFUNDIDAD (M.)	ALCALINIDAD (ME. CaCO ₃ /L)
FEBRERO	19	9.49	63.75
MARZO	23	7.49	31.75
ABRIL	21	7.52	31.25
MAYO	21	8.5	31.25
JUNIO	23	7.25	31.25
JULIO	23	11.51	27.375
AGOSTO	24	12.4	22.875
SEPTIEMBRE	21	12.05	21.675
OCTUBRE	21	11.84	24.75
NOVIEMBRE	21	11.66	25.125
DICIEMBRE	16	11.66	32
ENERO	14		
FEBRERO	20		

CUADRO (8) VARIACION MENSUAL DE LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL EMBALSE MACUA, DURANTE EL CICLO DE MUESTREO (1991 - 1992).

PARAMETROS AMBIENTALES	INDICES PARASITARIOS	PERIODO DE ESTIAJE FEBRERO A JUNIO "r"	PERIODO DE LLUVIAS JULIO A OCTUBRE "r"
TEMPERATURA °C	PREVALENCIA	0.78 *	-0.02 *
	INTENSIDAD MEDIA	0.93	-0.38 *
ALCALINIDAD Mg CaCO ₃ /lt	PREVALENCIA	-0.85	-0.99
	INTENSIDAD MEDIA	-0.65*	-0.73*

CUADRO (5) VALORES DE LAS PRUEBAS DE CORRELACION ENTRE LOS INDICES PARASITARIOS Y LOS PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA, POR EPOCA DE ESTIAJE Y POR EPOCA DE LLUVIAS (* NO SIGNIFICATIVO P < 0.05)



GRAFICA (8) RELACION DE LOS INDICES PARASITARIOS INCIDENCIA E INTENSIDAD MEDIA DE *B. acheilognathi* CON LAS FLUCTUACIONES DE LA TEMPERATURA Y ALCALINIDAD DEL AGUA.

DISCUSION

Bothriocephalus acheilognathi parasitó a casi el 60 % de los charales al cabo del año, presentando una intensidad promedio de 14.03 gusanos por pez y una abundancia de 8.31 céstodos. Los valores de estos parámetros de infección son notablemente superiores en comparación a los reportados por Guillén (1989) para Cyprinus carpio, Micropterus salmoides y Chirostoma estor, donde registra una incidencia del helminto menor al 15 %, así como una intensidad media y una abundancia inferiores a los 6 parásitos por pez. Estas diferencias se pueden deber tanto a la susceptibilidad de cada uno de los hospederos a ser infectado como a los factores abióticos que intervienen en cada zona de estudio (Rigg and Esch, 1983a). No obstante, las especies citadas anteriormente pertenecen a las familias Cyprinidae, Centrarchidae y Atherinidae respectivamente. Lo cual refleja la poca especificidad hospedatoria del helminto.

López (1981) establece que el céstodo asiático B. acheilognathi fué introducido con la carpa herbívora al Centro Piscícola de Tezontepec y distribuido en el país mediante algunos cyprinidos, asimismo, menciona que la aclimatación del parásito se ha facilitados debido a que solamente requiere un hospedero intermediario y además carece de especificidad tanto del hospedero definitivo como del intermediario.

En el embalse Macua es muy probable que con la transferencia de Cyprinus carpio y/o Carassius auratus se halla dado la introducción simultánea del parásito y tomando en cuenta las

características ya antes señaladas, entonces se puede afirmar que la presencia de B. acheilognathi en Chirostoma jordani se debe a un fenómeno de transfaunación. Este hecho reviste una gran importancia, ya que el céstodo al establecer una asociación parasitaria con la especie nativa y que además es la más abundante en el embalse (Eliás et al, 1991), hace sugerir que el parásito está asegurando su permanencia en el ecosistema.

La forma como el charal se infecta es ingiriendo al hospedero intermediario que contiene al estado infectivo - larva procercoide - del parásito. Conejo (1990) menciona que los copépodos son los únicos organismos que funcionan como hospederos intermediarios del céstodo.

Eliás et al (1991) reportan que en este embalse Ch. jordani incluye en su dieta a Cyclops sp y a Daphnia sp; y de acuerdo a lo señalado por Conejo (1990), se sugiere al copépodo Cyclops sp como el posible hospedero intermediario de B.acheilognathi para este sistema. No obstante, para poder ser más concluyentes en este aspecto sería conveniente realizar un estudio para determinar su identidad.

B.acheilognathi se distribuyó en todo el tubo digestivo de su hospedero, sin embargo, fue notorio observar su marcada preferencia por la región anterior. Esto se debe a que los céstodos se encuentran generalmente confinados a regiones especializadas para la absorción de nutrientes (Kennedy, 1975). El hecho de haber encontrado organismos en las regiones media y posterior se puede atribuir a las altas intensidades de infección

que manifestó el helminto en algunos peces. Kennedy (op. cit) menciona que cuando se presentan altas densidades de parásitos se establece una competencia por el espacio y el alimento. Esto explicaría el porque los parásitos al congestionarse en la región anterior, se hayan tenido que desplazar algunos individuos hacia las regiones media y posterior del intestino. Similar comportamiento fue reportado por Sanabria y Sánchez (1989) para este helminto en C. auratus del embalse La Goleta del Estado de México.

Es de mencionar, que los charales que presentaron un gran número de parásitos, éstos se pudieron observar a través de la pared del intestino, pues una de las consecuencias de la botriocéfalo sis es el adelgazamiento de la pared intestinal (Salgado y Osorio, 1987)

Con respecto a la relación que guardan los parámetros de infección de B. acheilognathi con la talla y el peso de los hospederos, se encontró que la incidencia, abundancia e intensidad promedio del cestodo aumentan conforme se incrementa el tamaño y el peso de los charales (de 2.8 a 4.3 cm y 0.1 a 1.5 gr), siendo los peces de tamaño y peso medio (4.0 a 4.3 cm y 1.0 a 1.5 gr) los más parasitados. dentro de los factores que pudieron determinar este comportamiento en la infección se tiene la alimentación del hospedero; al respecto algunos autores (Navarrete, 1981; Cházaro, 1989) señalan a Ch. jordani como una especie zooplanctófaga, esto es importante si se considera que

durante el período de crecimiento el requerimiento alimenticio se intensifica, aumentando con ello la probabilidad de infectarse al consumir mayor cantidad de organismos del zooplancton y entre ellos al hospedero intermediario que contenga a la larva procercoide. Otro factor que pudo contribuir a que la abundancia e intensidad del parásito fueran altas, sería que al alimentarse constantemente del zooplancton el pez estaría sujeto a reinfectarse.

Por otra parte, los charales de talla y peso mayores de 5.1 cm y 1.8 gr respectivamente presentaron los niveles de infección más elevados - a excepción del último intervalo -, sin embargo, tuvieron poca representatividad en la muestra, por tal motivo no se puede asegurar que estos peces sean los más afectados por el céstodo o que sean los que soportan la mayor carga parasitaria de la población.

Analizando la relación que guarda el parasitismo de B. acheilognathi con respecto al sexo de Ch.jordani, se determinó que el céstodo no presenta una preferencia significativa por algún sexo en especial. Estos resultados concuerdan con los de otros investigadores (Andrade, 1987; Boy and Gabrion, 1990) quienes reportan que la infección de los helmintos no depende del sexo de los peces. Por lo que se sugiere que tanto las hembras como los machos le proveen las condiciones favorables para que el parásito se pueda desarrollar.

En lo que respecta a la infección del helminto en relación a los estados de madurez del hospedero, se encontró que el

parasitismo aumenta conforme el charal va adquiriendo su madurez sexual. Este patrón de infección es muy particular, ya que en la carpa dorada sucede lo contrario, los peces inmaduros son los más parasitados por el cestodo y en el periodo reproductivo del pez se da una dilución de la infección, debido a que los hospederos ejercen una reacción de rechazo hacia el parásito según lo reportado por Sánchez (1990).

En el presente estudio fue evidente observar que los charales en estado reproductivo son los más parásitados, por lo que hace sugerir que la reproducción del hospedero no es factor que diluya la infección, sino al contrario, el parásito se ve favorecido. Tal vez esto se pueda deber a que los hospederos al invertir su energía en la formación y maduración de sus células reproductoras, disminuya su respuesta inmunológica contra el cestodo.

El comportamiento de los índices parasitarios de B. acheilognathi mostró que en los primeros cinco meses - Febrero a Junio - se presentó un porcentaje relativamente alto de charales infectados pero con pocos parásitos, como lo confirman los valores de abundancia. Este periodo, se caracterizó por presentar valores de temperatura ascendentes, volúmenes bajos en el nivel del agua y una alcalinidad alta. Considerando lo anterior, se esperaría que la distribución espacial de los organismos fuera más restringida pudiendo existir una interacción más estrecha entre los peces y el hospedero intermediario, propiciando que la

incidencia de infección fuera intensa y abundante en relación al número de parásitos, sin embargo, esto no se observó en estos meses. Probablemente, por que el consumo de copépodos infectados haya sido menor o que la abundancia del crustáceo fuera baja, o bien que la respuesta inmune del pez haya ejercido una influencia sobre el parasitismo disminuyendo la infección.

A partir de julio las condiciones del sistema se modifican bruscamente, debido a que en estos meses se presentó la época de lluvias, trayendo consigo un incremento considerable en el volúmen de agua, así como una disminución en la concentración de la alcalinidad. Se esperaría que la infección disminuyera al encontrarse los organismos más dispersos en el embalse, no obstante, durante este período se presentó el mayor porcentaje de peces infectados con un elevado número de parásitos, como lo corroboran los valores altos de abundancia. Posiblemente, en estos meses se haya dado un incremento en la población del(os) hospedero (s) intermediario (s), o que éstos estuvieran muy infectados por las larvas coracidio, ya que de acuerdo con Kennedy (1975) la incidencia de infección así como la intensidad y abundancia de los parásitos, esta 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.

Por otro lado, en estos meses Ch. jordani presenta la mayor actividad reproductiva (Eliás et al, 1991); esto confirma las suposiciones hechas anteriormente acerca de que la actividad

reproductiva no es un factor que diluya la infección. Tal vez por que durante este tiempo el charal sea más susceptible a ser infectado.

Para los meses siguientes la prevalencia disminuye paulatinamente hasta alcanzar su valor mínimo en febrero, donde solo se encontraron al 16.66 % de las peces infectados con una abundancia menor a un parásito por pez.

Fue evidente notar que la abundancia del cestodo desde el principio del año mostró un comportamiento ascendente hasta alcanzar sus valores máximos en los meses de julio y agosto, y después disminuyó drásticamente. El hecho de haber disminuido la abundancia del organismo, posiblemente se pudo deber a la competencia intraespecífica (Font, 1983) que se generó en meses anteriores; lo cual hace sugerir que esta disminución es benéfica para la relación hospedero - parásito (Sánchez, 1990), debido a que de esta forma se estaría regulando la población del helminto permitiendo así un equilibrio (Kennedy, 1975).

La relación que guarda la prevalencia con la intensidad promedio es 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. Esto se observó claramente en el mes de Septiembre.

Por otra parte, B.acheilohnathi es un parásito que madura y se reproduce durante todo el año, como lo corrobora la presencia de estados maduros y grávidos. La presencia de ejemplares plerocercoides e inmaduros indican que el reclutamiento del cestodo es continuo, así como la presencia del hospedero

intermediario. Aunque cabe señalar que en junio se da el reclutamiento más intenso, provocando que los índices parasitarios - prevalencia, intensidad promedio y abundancia - se eleven repentinamente.

Según Conejo (1990), la temperatura es el factor físico que influye directamente sobre la maduración de B.acheilognathi. Sin embargo, la temperatura por sí sola no propicia este proceso sino que actúa conjuntamente con otros factores, como son la fisiología y la etología -reproducción y dieta- de cada hospedero (Granath and Esch, 1983a), así como por factores densodependientes como la competencia intraespecífica y la respuesta inmune (Kennedy, 1975).

En el presente estudio, fue evidente observar que al aumentar la abundancia de cístodos en los charales, el porcentaje de los estados maduros y gravidos disminuía y cuando la abundancia bajaba aumentaba la proporción de ambos estados. Esto hace sugerir que la maduración del cístodo está relacionada con la densidad, y por ende la temperatura del agua juega un papel secundario sobre el proceso de maduración, probablemente porque las fluctuaciones de dicho factor no son muy drásticas en el embalse Macua. Similar comportamiento fue observado por Sánchez (1990) para el mismo parásito en la carpa dorada del embalse La Goleta.

Al analizar la relación de los índices parasitarios de B.acheilognathi con los parámetros ambientales, se encontró que la

prevalencia guarda una relación inversa con la alcalinidad del agua, tanto en el periodo de estiaje como en el periodo de lluvias, es decir, cuando la alcalinidad presenta concentraciones altas la incidencia del parásito es baja y al disminuir la concentración de este parámetro la incidencia aumenta. Esto sugiere que la alcalinidad posiblemente tenga una influencia sobre algunos de las etapas del parásito -huevo, coracidio- o sobre el hospedero intermediario; ya que la correlación que presentó con la intensidad promedio no fue significativa, tal vez por que este parámetro ambiental no influya sobre el desarrollo y maduración del helminto cuando está en el hospedero definitivo. No obstante, sería conveniente realizar un estudio para determinar la influencia que tienen los iones sobre el ciclo de vida de B.acheilognathi.

El análisis de correlación entre la temperatura del agua y los índices parasitarios revelaron que la temperatura sólo presentó una correlación significativa con la intensidad promedio, durante los meses de febrero a junio que corresponden al periodo de estiaje, lo que indica que conforme se incrementa la temperatura la cantidad de parásitos por hospederos infectados disminuye. El hecho de no encontrar una relación significativa entre los índices parasitarios y la temperatura del agua en los siguientes meses - Julio a Octubre - refleja que este parámetro no es el único factor que afecta las variaciones de la prevalencia e intensidad, sino que actúan conjuntamente con la dieta y el periodo reproductivo de hospedero.

CONCLUSIONES

- Se corrobora la baja especificidad hospedatoria de Bothriocephalus acheilognathi y se registra por primera vez su presencia como parásito intestinal en el charal Chirostoma jordani del embalse Macua Estado de México.
- El hábitat específico de B. acheilognathi es la región anterior del tubo digestivo.
- Las altas intensidades de infección que manifestó el parásito generaron una competencia por el espacio y el alimento.
- Se señala un adelgazamiento de la pared intestinal en los peces que presentaron gran cantidad de parásitos.
- Se señala a los charales de tamaño y peso medio -4.0 a 4.3 cm y 1.0 a 1.5 gr- como los más infectados por el helminto.
- B. acheilognathi no tuvo preferencia por el sexo de su hospedero.
- El período reproductivo del hospedero no es un factor que diluya la infección.
- B. acheilognathi presentó un ciclo de incidencia anual.

- B. acheilognathi es un parásito que madura y se reproduce durante todo el año.

- La maduración de B. acheilognathi estuvo relacionada con la densidad del parásito.

- La alcalinidad del agua mostró una relación inversa con la incidencia de infección, tanto en el período de estiaje como en el de lluvias.

- La temperatura del agua solamente mostró una correlación significativa con la intensidad promedio durante el período de estiaje.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, J. y M. Cortés T. 1962. Ictiología Michoacana I.- Claves y catálogo de las especies conocidas. An. Esc. Nac. Cien. Biol. Méx. 11 (1 - 4): 85 - 142.
- Alvarez, J. 1970. Peces mexicanos. Secretaria de Industria y Comercio. IPN. Méx. Estudio I: 52 - 56, 92 - 104.
- Andrade, S. O. 1987. Dinámica poblacional de los trematodos del tubo digestivo de la mojarra Cichlasoma synspilum en la laguna de santa Anita, Tabasco. Tesis Profesional de Licenciatura. ENEP-I. UNAM: 109.
- Andrew, C. 1981. The occurrence of Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 (Bothriocephalus gowkongensis) (Cestoda: Pseudophyllidae) in the British Isles. J. Fish Disease. 4: 89-93.
- Baer, J. C. and A. Fain. 1958. Bothriocephalus (Cletobothrium) Kivuensis, n. sp., Cestode parasite d'un barbeau du lac kivu. Ann. Soc. Zool. Belgit. 88: 287 - 302.
- Barbuor, C. D. 1973. The sistematic and evolution of genus Chirostoma Swainson (Pisces, Atherinidae) Tulane studies in Zoology and Botany. 18 (3): 97 - 141.
- Bauer, O. N. 1969. Control of carp disease in the URSS. FAO. Fisheries Report. 44 (5): 344 - 352.
- Bauer, O. N. and G. Hoffman, L. 1976. Helminth range extension by translocation of fish. Proc. Int. Conf. Wildl. 3: 163 - 172.
- Boy, V. R. and C. Gabrion. 1990. Biology of parasite populations: population dynamics of bothriocephalids (Cestoda - Pseudophyllidea) in teleostean fish. J. Fish. Biol. 37: 327-342.
- CETENAL. 1971. Carta topográfica 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 cestodo Bothriocephalus acheilognathi en condiciones experimentales. Tesis de Licenciatura. ENEP-Z. UNAM: 59.
- Cházaro, O. S. 1989. Estudios sobre algunos aspectos de la biología del Charal Chirostoma jordani en el Embalse Trinidad Fabela, Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM: 42.
- Cházaro, O. S., N. A. Navarrete, S. y R. Sánchez, M. 1989. Reproducción y crecimiento del charal Chirostoma jordani (Wolman) del embalse Trinidad Fabela, Estado de México. Rev. Zool. ENEP-I. UNAM. 1 : 10 - 17.

- Chubb, J. G. 1981. The chinese taperworm Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 (Synonym Bothriocephalus gowkogenesis Yeh, 1955) in Britain. Proc. 2nd Brit. Freshwater. Fish. Conf: 40 - 51.
- Daniel, W. W. 1987. Bioestadística. 3 ed. Limusa. México.
- Dubinina, M. N. O. 1982. On the synonymy of the genus Bothriocephalus (Cestoda: Botriocephalidae), parasites of Cyprinidae of the URSS. Parasitology. 16 (1): 41 - 45.
- Edwards, D. J. and P. Hine, M. 1974. Introduction preliminary handling and disease of grass carp in New Zelanda. J. Marine. and Freshwater Research. 8 (3): 441 - 454.
- Elías, F. G., N. A. Navarrete, S., A. Magana, H., I. León, S., B. López, G., O. Rangel, J. y C. Durruty, L. 1991. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Macua, Estado de México. Memorias del XV Simposio de Biologías de Campo. ENEP-I. UNAM: 8.
- Elías, G. M., R. Sánchez, M., G. Castañeda, L. M. Valenzuela y L. González. 1991. Zooplancton del embalse Macua, Edo. de México. Memorias del XV Simposio de Biologías de Campo. ENEP-I. UNAM: 9.
- Espinoza, H. E. 1993. Composición de la comunidad de helmintos del " Charal prieto " Chirostoma attenuatum Meek, 1902, (Pisces), en dos lagos del Estado de Michoacan, México. Tesis de Licenciatura. Fac. Cien. UNAM. Méx: 117.
- Franco, L.J., G Cruz A., A Cruz G., A Rocha R., N Navarrete S., G Flores M., E Kato M., S Sánchez C., L Abarca A., C Bedia S., I Winfield A. 1985. Manual de Ecología. Trillas. México.
- Font, W. F. 1983. Seasonal populations dynamic of life species of intestinal helminth of Culea incostans. Can. J. Zool. 61 (9): 2129 - 2135.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climático Keppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Ed. Instituto de Geografía. UNAM: 246
- García, P. L. y D. Osorio, S. 1991. Distribución actual de Bothriocephalus acheilognathi en México. An. Inst. Biol. UNAM. Méx. Sér Zool. 62(3): 523 - 526.
- Guillén, H. S. 1989. Presencia de Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 (Cestoda: Botriocephalidae) en tres especies peces del Lago de Pázcuaro Mich, Tesis Profesional de Licenciatura. Fac. Cien. UNAM: 66.
- Granath, O. W. and G. Esch, W. 1983a. Seasonal dynamic of Bothriocephalus acheilognathi in ambient and termally altered areas of a North Carolina Cooling reservoir. Proc. Helmonthol. Soc. Wash. 50 (2): 205 - 218.

- Granath, O. W. and G. Esch, W. 1983b. Survivorship and parasite-induced hosp mortality among mosquitofish in a predator-free, North Carolina Cooling. Amer. Midl. Nat. 110 (2): 314 - 323.
- Hanzelova, V. 1986. Embryogenesis and developed of Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 (Cestoda) in the intermediate host under experimental conditions. Helminthol. 23: 145 - 155.
- Hanzelova, V. and R. Zitnan. 1986. The effect of season on embryogenesis of Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934. (Cestoda) Biology: 105 - 111.
- Heckman, A. R. and Deacon. 1987. New hosp records for asian fish species from the Virgin River. Utha. Nevada and Arizona. J. Parasitol. 73: 226 - 227.
- Hoffman, G. 1980. Asian tapeworm Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934 in North America. Fisch and unvelt. 8: 69 - 75.
- Kennedy, G. R. 1975. Ecological animal parasitology. Blackwell Scientific. Publication London: 163 .
- Liao, H. H. and L. Shin, C. 1956. Contribution to the biology and control of Bothriocephalus gowkongensis Yeh, 1956 tapeworm parasitic in the yong grass carp (Ctenopharyngodon idella). Act. Hydro. Biol. 2: 182 - 185.
- López, J. S. 1981. Cestodos de peces I. Bothriocephalus (Clestothrium) acheilognathi (Cestoda: Bothriocephalidae). An. Inst. Biol. UNAM. Sér Zool. (1):64 - 84.
- Marcogliese, J. D. and G, Esch W. 1989. Alterations in seasonal dynamics of Bothriocephalus acheilognathi in a North Carolina Coolins reservoir over a seven year period. J. Parasitol. 75 (3): 378 - 382.
- Margalef, R. 1983. Limnologia. Omega. Barcelona, Espana.
- Margolis, L. G., G. Esch, W., C. Holmes, J., A. Kurris, M. and A. Schad, G. 1982. The use of ecological terms in parasitology. J. Parasitol. 68 (1): 131 - 133.
- Molnár, K. 1977. On the synonym of Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934. Parasithol. Hung. 10: 61 - 62.
- Nakajima, K and S. Egusa. 1973. Bothriocephalus opsarichthydis Yamaguti, 1934. (Cestoda: Pseudophyllidea) foundn the gut of cultured carp Cyprinus carpio Fish. Path. 9 (1): 31 - 39.

- Nava, N. F., A.R. Malváez, G. y G. Enriquez, A. 1991. Estudio preliminar de la composición y variación de la macrofauna bentónica del embalse Macua, Edo. de Méx., Durante 1991. XV Simposio de Biologías de Campo. ENEP-I. UNAM. 11.
- Navarrete, S. N. A. 1981. Contribución a la biología del charal de la Presa Taxhimay. Tesis de Licenciatura. ENEP-I. UNAM: 86.
- Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Acad. Press. Inc.
- Osorio, S. D. 1982. Contribución al estudio parasitológico de las especies de peces nativos y de introducción en la Presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". Tesis Profesional de Licenciatura. Fac. Cien. UNAM: 194 .
- Osorio, S. D., G. Pérez de León y G. Salgado, M. 1986. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán I. Helmintos de Chirostoma estor el "pescado blanco". Taxonomía. An. Inst. Biol. UNAM. Sér Zool. (1): 61 - 92.
- Pool, D. 1984. A scanning electron microscope study of the life cycle of Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934. J. Fish. Biol. 25: 361 - 364.
- Ramirez, C. L. 1987. Helmintofauna de la " Lobina " Micropterus salmoides Lácepedé en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura . ENEP-I. UNAM: 102.
- Rigg, R. M. and G. Esch, W. 1987. The suprapopulation dynamics of Bothriocephalus acheilognathi in a North Carolina reservoir; abundance, dispersion and prevalence. J. Parasitol. 73 (5): 877 - 892.
- Salgado, M. G. 1979. Procedimientos y técnicas generales empleadas en los estudios helmintológicos. Lab. Helmintol. of Sanidad Nutrición y Genética. Dir. Gral. Acuacul. DEPESCA. México: 53.
- Salgado, M. G. y D. Osorio. S. 1987. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro Michoacán. Ciencia y Desarrollo. 74 (8): 41 - 57.
- Salgado, M. G., D. Osorio, S y G. Ponce, P. 1986a. Helmintos de peces de Pátzcuaro Michoacán I. Helmintos de Chirostoma estor el "pescado blanco": Taxonomía. An. Inst. Biol. UNAM. México. Sér Zool. 57 (1): 61 - 97.
- Salgado, M. G., S. Guillén H. y D. Osorio, S. 1986b. Presencia de Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934. (Cestoda: Botriocephalidae) en peces de Pátzcuaro Mich. México. An. Inst. Biol. UNAM. México. Sér Zool. 57 : 213 - 218.

- Sanabria, E. M. A. y A. M. Sánchez, S. 1989. Algunos aspectos ecológicos de Bothriocephalus acheilognathi en la Carpa Dorada Carassius auratus del Embalse "La Goleta" Estado de México. Rev. Zool. ENEPI. 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. ENEPI. UNAM: 48.
- SARH. 1969. Presas de México II. Méx. 1103 - 1110.
- Secretaria de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. Carta de clima. Esc. 1:500 000 INEGI.
- Siegel, S. 1978. Estadística no paramétrica. 4ta ed. Trillas. México.
- Scheffler, C. W. 1981. Bioestadística. 2da ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
- Sokal, R. 1979. Biometría. Ediciones Blume. Madrid.
- Vilchis, O. R. 1985. Contribución al conocimiento de los Helmintos endoparásitos del "Pescado Blanco" Chirostoma estor del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. UAEM: 52.
- Yamaguti, S. 1959. System helminthum. II. Cestodes. Interscience Pub. Inc. London: 860.
- Yeh, L. J. 1955. On a new tapeworm Bothriocephalus gowkongensis n. sp. (Cestoda: Bothriocephalidae) from freshwater fish in China. Acta. Zool. 7 (1): 73 - 74.

APENDICE DE TECNICAS GENERALES

FIJADORES

Líquido de Berlang

Formaldehido	1 ml.
Acido acético	19 ml.

AFA

Acido acético glacial.....	10 ml.
Formol comercial.....	10 ml.
Agua destilada.....	50 ml.
Alcohol etílico del 96o.....	30 ml.

Alcohol al 70 %

Alcohol del 96%	100 ml.
Agua destilada	44.8 ml.

PREPARACION DEL COLORANTE

PARACARMIN DE MAYER

Acido carminico	1 g.
Cloruro de aluminio hidratado	0.5 g.
Cloruro de calcio anhidro	4 g.
Alcohol etílico al 70 %	100 ml.

TECNICA DE TINCION

Lavar en alcohol al 70 % durante 10 min.
Lavar en alcohol al 96% durante 5 min.
Teñir con el colorante durante 5 a 10 min.
Lavar en alcohol al 96% acidulado al 2% con HCl hasta que los bordes tomen un color rosa pálido.
Lavar en alcohol al 96% durante 5 min.
Deshidratar en alcohol absoluto durante 20 min.
Aclarar en aceite de clavos o salicilato de metilo durante 15 a 20 min.
Montar en bálsamo de Canada o resina sintética.
Secar a 40 - 60 oC.