

Leje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

HISTOPATOLOGIA INTESTINAL ASOCIADA CON LA PRESENCIA DE *Bothriocephalus acheilognathi* EN LA CARPA COMUN (*Cyprinus carpio communis*) CARPA ESPEJO (*Cyprinus carpio specularis*) Y UNA ESPECIE NATIVA (*Girardinichthys viviparus*), DEL EMBALSE LA GOLETA, ESTADO DE MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE,

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

ERNESTO ACOSTA JIMENEZ

ASESORES: MVZ FERNANDO CONSTANTINO CASAS
MVZ JOSE RAMIREZ LEZAMA
BIOL DAVID OSORIO SARABIA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1994



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 está 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.

DEDICATORIA

A MIS PADRES, ANDRES Y VICTORIA

A LOURDES Y ARNULFO

POR TODO SU APOYO

A MIS HERMANOS: MARLENE, JOSE LUIS

JOEL, ELSA Y EDELIA.

A ALANA POR SER PARTE DE UN CUENTO.

AGRADECIMIENTOS

A los Médicos José Ramírez, Fernando Constantino, José Luis Acosta y al Biólogo David Osorio. Por todo su apoyo para la realización del presente trabajo.

Con respeto y admiración para el Dr. Jesús Reynaga Obregón por su valiosa ayuda para el análisis estadístico.

Para Emma L. Serrano Sánchez por regalarme parte de su valioso tiempo, sin su ayuda no se hubiera concluido el presente trabajo.

A Luis Antonio Morales Arreola por su ayuda en el procesamiento de las muestras de histopatología.

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
MATERIAL Y METODOS	14
RESULTADOS	19
DISCUSION	24
LITERATURA CITADA	31
CUADROS Y FIGURAS	36

RESUMEN

ACOSTA JIMENEZ ERNESTO. Histopatología intestinal asociada con la presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* en la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y una especie nativa (*Girardinichthys viviparus*), del embalse La Goleta, Estado de México. (bajo la dirección de: MVZ Fernando Constantino Casas, MVZ José Ramírez Lezama y Biól. David Osorio Sarabia).

Se estudiaron las lesiones macroscópicas e histológicas intestinales asociadas con *Bothriocephalus acheilognathi* en carpa común, carpa espejo y un pez nativo del embalse La Goleta, Estado de México. De cada una de las especies se obtuvieron 30 individuos, registrando su morfometría y sexo. Se realizó la necropsia y determinó la presencia y número de parásitos. Para comparar los datos de la morfometría y la intensidad de infección se utilizó la prueba de la mediana. Las lesiones fueron evaluadas con prueba de comparación de dos grupos a través de proporciones. Las lesiones histológicas fueron: células inflamatorias en la mucosa y submucosa, hiperplasia e/o hipertrofia de células caliciformes, atrofia y fusión de vellosidades. El diagnóstico morfológico fue enteritis con hiperplasia de células caliciformes en grado variable. En la evaluación estadística de las lesiones se obtuvo una diferencia ($p < 0.05$) entre la carpa común y el pez nativo para la hiperplasia de células caliciformes con grado ligero y severo, así como para la atrofia y fusión de vellosidades intestinales con grado severo y moderado respectivamente. Es necesario realizar estudios donde todas las tallas de peces estén representadas en igual número para establecer con precisión cuál de las especies es más afectada por *Bothriocephalus acheilognathi*.

I N T R O D U C C I O N

La piscicultura es una actividad productiva que ocupa a gran cantidad de personas y constituye una fuente importante de alimentos y otros productos, la relación que tiene con el hombre es más profunda e intrincada. Esta relación ha existido en culturas antiguas y ha ejercido una influencia en las supersticiones, creencias, religiones, arte, costumbre y hábitos del hombre.

En México existen referencias de que Nezahualcóyotl, entre las maravillas que tenía en sus jardines, estaban una serie de estanques con aves acuáticas, las cuales eran alimentadas con peces, que posiblemente los mantenían vivos por tiempo variable en alguno de los estanques. Basándose en lo anterior, Gortari sostiene que la piscicultura no era una actividad desconocida para los antiguos mexicanos (32).

El primer intento que se realiza en México para impulsar el desarrollo de la piscicultura, lo hizo el ilustre humanista Don Antonio Alzate, quien en 1772 trató de llamar la atención de las autoridades del virreinato sobre las perspectivas de la piscicultura para nutrir en forma adecuada al pueblo. Esto se ha demostrado a través de la experiencia de numerosos países, siendo una actividad que ha contribuido a resolver problemas

urgentes relacionados con deficiencias en la dieta alimenticia del pueblo y en la creación de fuentes de trabajo (32).

Los océanos y las aguas dulces continentales ofrecen grandes posibilidades como fuente de alimentos, para una población humana en crecimiento que demanda mayor cantidad de alimento y donde las proteínas de origen animal tienen una importancia fundamental; a través de la elaboración de proyectos piscícolas se ponen en práctica nuevas técnicas de crianza y explotación de los animales para obtener una mayor productividad. En la piscicultura intervienen una serie de técnicas ecológicas mediante las cuales el hombre incrementa la productividad de los sistemas acuáticos, ya sea a través de su intervención a nivel de especies o de biotipo.

Se aprecia que la piscicultura al igual que la pesca, la agricultura y la silvicultura, deberían ser en realidad ecología aplicada y apoyarse en las diversas ramas de las ciencias naturales que estudian los diferentes aspectos de la biología de los organismos, las características ambientales y sus múltiples interacciones (32).

Cuando se elabora un proyecto piscícola en una zona determinada, se debe tomar en cuenta el marco económico-social en que esta actividad se llevará a cabo; así como aspectos ecológicos fundamentales como disponibilidad de agua y características físico-químicas de la misma, tipo de organismos que se desarrollan en la zona y los que se podrían introducir para incrementar la producción (32).

La intención de tener una mayor producción de peces ha llevado a realizar introducción y trasplante de especies nuevas. Lo anterior es recomendable siempre y cuando se basen en estudios profundos y sistemáticos acerca de las potencialidades reales del rendimiento y beneficio de dichas especies, sin que conlleven a un deterioro de los sistemas acuáticos naturales, ni propicien el desplazamiento de las especies nativas.

Cuando las especies próximas a introducirse o transplantarse no tienen un período de cuarentena el riesgo de producir alteraciones en los ecosistemas acuáticos a los que ingresen son mayores, por carecer de información básica acerca del estado de salud de los animales (8,32).

Un ejemplo claro de problemas que afectan a los ecosistemas, cuando no se tiene un período de cuarentena, lo representan las enfermedades parasitarias. Un particular esfuerzo ha sido hecho por Hoffman (14) a nivel internacional para atraer la atención sobre los problemas parasitológicos que posee la introducción de especies de zonas biogeográficas diferentes (5).

En México un 50 % de las especies que sustentan las actividades piscícolas son introducidas. Esto ha traído como consecuencia la introducción de parásitos y enfermedades que disminuyen las producciones de peces, ya que estos organismos afectan el crecimiento de los peces, así como su reproducción, fisiología y etología, causando pérdidas económicas (29).

La Botriocéfalo, enfermedad causada por el cestodo *Bothriocephalus acheilognathi*, es el resultado de la

introducción de la carpa herbívora en México (8,29). Este cestodo, fue descrito por primera vez en Japón en dos especies de peces *Acheilognathus rhombea* y *Gnatopogon elongatus suwae* (Yamaguti 1934) (5) y comenzó su dispersión hacia Europa cuando se importan al centro piscícola de Ucrania carpas herbívoras y otros peces silvestres capturados en el río Amur, China. Posteriormente fueron distribuidos a las regiones Europeas y Asiáticas de la ex-Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (2,3,5,29). Subsecuentemente se ha registrado la presencia de *B. acheilognathi* en Austria, Bulgaria, Sri Lanka, ex-Checoslovaquia, Hungría, Nueva Zelanda, Polonia, Rumania, Alemania, ex-Yugoslavia, Inglaterra, Australia, Singapur, Suiza, Francia, Iraq, Cuba, Estados Unidos de Norteamérica y México (1,2,5,12,14,16,29,33).

Existen discusiones sobre la posición taxonómica de *B. acheilognathi* en relación a las demás especies que conforman este género. *B. acheilognathi* fue creada por Yamaguti y *B. opsariichthydis* por Yamaguti, 1934 (*B. opsalichthydis*); *B. fluviatilis* Yamaguti, 1952; *B. gowkongensis* Yeh, 1955 y *B. phoxini* Molnár, 1968 (2,3).

Yeh, 1955 y Yamaguti, 1959 consideran a *B. opsariichthydis* sinónimo de *B. acheilognathi* separando a *B. gowkongensis* por la característica de que los huevos de esta última al ser expulsados están completamente embrionados. Nakajima y Eguza, 1974 al igual que los otros autores separan a *B. gowkongensis* por la misma razón, señalando que *B. acheilognathi* y *B.*

fluviatilis son formas juveniles de *B. opsariichthydis*. Molnár, 1968, analizó aspectos epizootiológicos y morfológicos del género *Bothriocephalus* llegando a la conclusión que *B. opsariichthydis*, *B. gowkongensis* y *B. phoxini* eran sinónimos de *B. acheilognathi* (2,3,29).

En 1962, Dubinina propone que la determinación taxonómica sea realizada con base a la morfología del escólex, ya que el aparato reproductor es muy similar en este género, proponiendo que *B. gowkongensis* y *B. phoxini* son sinónimos de *B. opsariichthydis*, colocándo a *B. acheilognathi* como una especie diferente. Es hasta 1985, que Pool y Chubb comprueban que la morfología del escólex de *B. acheilognathi* varía gradualmente dependiendo del método de fijación, con base en lo anterior consideran que *B. opsariichthydis*, *B. gowkongensis*, *B. phoxini* y *B. fluviatilis* son sinónimos de *B. acheilognathi*. En 1987 Pool revisó los escólex de *B. aegyptacus*, *B. kuvensis* y *B. acheilognathi*, al microscopio electrónico, no encontrando diferencias entre ellos por lo que asume que las dos primeras especies son sinónimos de *B. acheilognathi* (29).

Bothriocephalus acheilognathi fue introducido a México en 1965 al centro piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo (8,28,29). Sin embargo es hasta 1980 cuando López Jiménez informa sobre la presencia de *B. acheilognathi* en la carpa herbívora (8). Osorio Sarabia lo registra en la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*), carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*) y carpa brema

(*Megalobrema amblyocephala*), también del centro Tezontepec. El mismo autor, en 1980 lo encuentra en el charal prieto (*Chirostoma attenuatum*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán y en 1982 lo encuentra en un aterínido (*Melaniris balsanus*) en la presa El Infiernillo, Michoacán, Méx. Por otra parte Salgado y cols., informan de la presencia de *B. acheiognathi* en la lobina negra (*Micropterus salmonides*) y en el pescado blanco (*Chirostoma estor*) del lago de Pátzcuaro (8,29).

B. acheiognathi parasita la porción anterior del intestino de los ciprínidos, pero debido a su baja especificidad hospedatoria se le ha facilitado la adaptación en ecosistemas nuevos, encontrándosele en más de 40 especies de hospederos definitivos (1,3,5,6,8,9,22,26,28,29,31,33).

La distribución actual de este parásito en México es en los estados de Michoacán, Jalisco, Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala y Campeche. Ha sido identificado en 15 especies de peces, pertenecientes a cuatro familias, de las cuales las mejor representadas son la Cyprinidae y la Atherinidae. Asimismo se la ha encontrado parasitando al "achoque" (*Ambystoma dumerilii*) (anfibia) (8).

Ciclo de vida del parásito

Es típico de muchos botriocéfidos. Los cestodos adultos son parásitos entéricos de peces, huésped definitivo. Los proglótidos gravidos producen huevos operculados que salen en las heces al agua, después de un apropiado periodo de desarrollo sale un coracidio motil. El cuál es consumido por un

copépodo, huésped intermediario, se libera la oncósfera y dentro del crustáceo se desarrolla el segundo estadio, el procercoide y cuando los copépodos infectados son consumidos por un pez, esta larva evolucionará en cestodo adulto, completándose el ciclo (5, 9, 14). Algunos copépodos que actúan como huéspedes intermediarios incluyen a *Cyclops bicuspidatus thomasi*, *Mesocyclops edax* y *Tropocyclops prasinus* (9, 14, 20). Dentro de los ecosistemas acuáticos las diferentes poblaciones, que los constituyen, son afectados en mayor o menor medida por innumerables factores con lo cual la dinámica de población de los diferentes parásitos se ve alterada. Los factores se han clasificado de acuerdo a su origen en bióticos y abióticos (9). El ciclo de vida de *B. acheilognathi* es influenciado fuertemente por la temperatura del agua, como el principal factor abiótico (25), por lo tanto la embriogénesis está estrechamente relacionada con la estación del año. Cuando la temperatura es mayor a 37°C, el embrión dentro del huevo no se desarrolla, siendo diferente cuando la temperatura durante el primer día de incubación oscila entre 28 y 30°C, entonces el período de incubación dura 5 días con una fertilidad del 76.9 %. La incubación se extiende entre 10 - 28 días, mientras la temperatura del agua sea de 14 a 15°C y si ocurre una baja de la temperatura menor a los 12°C la incubabilidad es escasa (9,10,11,13,14,19).

El parásito adulto dentro del intestino del hospedador también es afectado por la temperatura del agua, donde se ha observado

tres estadios de desarrollo de *B. acheilognathi*, estos incluyen cestodos no segmentados, segmentados y grávidos. Granath encontró que durante la última parte de la primavera y el verano, cuando la temperatura del agua era superior a 25°C, la mayor parte de los parásitos, componentes de la infrapoblación (son todos los individuos de una especie de parásito que se encuentran en un sólo hospedero)(21) fueron segmentados o grávidos (10). De octubre a mayo los parásitos fueron no segmentados o inmaduros, cuando la temperatura desciende de los 25°C (10,11).

Dentro del conjunto de factores bióticos, que afectan el ciclo de vida de *B. acheilognathi*, se encuentra la secreción de tiroxina que modifica el crecimiento y fecundidad del cestodo (25,26). Sin embargo no debe considerarse al nivel de tiroxina sérico como un factor aislado ya que dicho nivel en los peces de agua dulce aumenta como respuesta al aumentar la temperatura del agua, teniendo como consecuencia en los peces una mayor actividad metabólica. Por lo que es posible que los cestodos solo reflejen un incremento en la disponibilidad de alimento en los peces con mayor actividad metabólica (26).

Otro factor que afecta la dinámica de población de *B. acheilognathi* es la presencia de hospedadores intermediarios. La abundancia del cestodo en peces *Gambusia affinis* fue más alta en otoño que en primavera. Lo anterior ha sugerido una modificación de acuerdo con los cambios que sufren los copépodos componentes del zooplancton, durante el período de

1981-1983 en el lago Belews, el hospedador intermediario fue *Dyaciclops thomasi* que afecta la abundancia del cestodo (21). No obstante la cantidad de factores, el coracidio infecta al copépodo y éste es consumido por un pez apropiado, donde la población del cestodo tendrá el comportamiento siguiente:

- 1.- Establecimiento de la población.
- 2.- Período de rápido crecimiento y
- 3.- Período de crecimiento negativo (13).

La gran densidad de población inhibe la maduración y el crecimiento del cestodo mismo, como consecuencia una alta proporción de cestodos adultos ocurren en una pequeña población.

Los parásitos en el interior del intestino producen los siguientes efectos:

- a) Cuando el estado de infección es bajo los efectos patógenos no son claramente detectados.
- b) En estanques con una alta infestación, los niveles de proteína sérico empiezan a decrecer.
- c) En infestaciones con una tasa del 40 % y de 3-5 parásitos/pez, para carpas de un año de edad, el contenido de hemoglobina en la sangre baja a 7.3 % , al igual que el número de eritrocitos (11,34).
- d) Cuando la infrapoblación es intensa hay una gran mortalidad de peces pequeños. En carpas menores de un año se presenta mortalidad cuando la infrapoblación alcanza un número de 80, produciéndose una obstrucción y en no pocos casos perforación

del intestino. La mortalidad puede alcanzar el 90 % (13). Los cambios microscópicos que se presentan son: i) enteritis y hemorragia, ii) descamación extensa del epitelio intestinal, iii) adelgazamiento de la mucosa y las vellosidades tienden a desaparecer, iv) aumento en la producción de moco, v) proliferación de tejido conjuntivo fibroso en el punto donde los parásitos se fijan, vi) edema de la capa muscular, luego se engruesa y por último presenta degeneración y necrosis, vii) marcada dilatación de vasos sanguíneos y viii) infiltración difusa de fagocitos y linfocitos en la lámina propia del intestino y entre la capa circular y longitudinal de la muscular del órgano (13,14,15,31,34).

Pérdidas económicas.

Las pérdidas de peces causadas directamente por botriocéfalo sis son muy bajas. En la mayoría de los casos un deteriorado estado de salud es el responsable de las bajas por enfermedades secundarias. Se ha estimado el porcentaje de pérdidas en la producción de carpas anualmente para la ex-República Democrática Alemana en 1-1.5 %, sin embargo las piscifactorías con manejo intensivo son las que mayores pérdidas sufren al afectarse el contenido proteínico de la carne y a la reducción de la masa corporal (34).

En México los problemas parasitarios en peces ha aumentado por las importaciones de nuevas especies, sin embargo aún resulta imposible formular un cálculo exacto del impacto económico que tienen en la producción nacional. Es necesario el conocimiento

de la distribución de los parásitos y cual es la abundancia de ellos en los diferentes ecosistemas ya que puede variar según la región, el clima y los sistemas de explotación.

Los estudios realizados en México sobre *B. acheilognathi* han sido de carácter epidemiológico (8, 29) y deben ser complementados con estudios patológicos en las diferentes especies, para conocer las lesiones que se presentan, si estas difieren por la especie y si son suficientes para producir la muerte del animal.

La importancia para realizar dichos estudios es la necesidad de un mayor conocimiento de la carpa durante las primeras semanas y meses de vida. En estas etapas los peces tienen una menor resistencia a los cambios desfavorables del ambiente y con la dificultad para usar métodos de prevención y tratamiento aplicados en peces adultos hacen imposible una acción profiláctica y terapéutica produciéndose grandes pérdidas cuantitativas durante este período de vida. Así mismo cuando los peces son muy pequeños, existe dificultad para observar, examinar patológicamente y obtener datos de las enfermedades y etiologías (23).

De realizarse en forma sistemática los estudios antes mencionados nos permitirían evaluar con mayores elementos el impacto de la botriocéfalo sis sobre los peces que habitan los embalses en México.

HIPOTESIS

Bothriocephalus acheilognathi produce lesiones histológicas intestinales similares en la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y en la especie nativa (*Girardinichthys viviparus*) siempre y cuando la intensidad promedio de infección sea similar.

OBJETIVOS

- 1.- Describir las lesiones histológicas a nivel de intestino, en la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y en el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) asociadas con la presencia de *B. acheilognathi*.
- 2.- Comparar el tipo y grado de lesión entre los tres grupos de peces antes mencionados.
- 3.- Establecer si existe diferencia en la morfometría del animal y la intensidad de infección entre los tres grupos de peces antes mencionados.
- 4.- Contribuir al estudio histopatológico de la botriocefalosis en carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) en México.

MATERIAL Y METODOS

Los peces fueron capturados en el embalse La Goleta durante septiembre de 1993. Este embalse, está situado en el eje neovolcánico, perteneciente a la subcuenca del alto Pánuco, municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Edo. de México.

Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas de 20° 33' 12" y 20° 04' 15" de longitud norte y 99° 31' 44" de longitud oeste, a una altitud de 2460 metros sobre el nivel del mar. Se comunica con la carretera México-Querétaro en el kilómetro 98 por un camino de terracería.

La presa fue construida por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos con fines de almacenamiento de agua y presenta una capacidad de 1.8 millones de metros cúbicos, siendo utilizada para riego de 396 hectáreas, beneficiando a 300 familias que habitan en ese lugar.

El clima del lugar según Koppen, modificado por García (1973) es de tipo C (W2) W que corresponde a un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, siendo el más húmedo de los subhúmedos, con una temperatura media anual que oscila entre 12 y 24°C y una precipitación media anual de 700-800 milímetros (mm). Presenta una frecuencia anual de granizada de 0 a 2 días y de heladas de 40 a 60 días.

La ictiofauna del lugar está constituida por *Cyprinus carpio*

communis, *Cyprinus carpio specularis*, *Ctenopharingodon idellus*, *Carassius auratus* y una especie de la familia Goodeidae, *Girardinichthys viviparus*.

Las especies de zooplancton presentes en el embalse, en orden de importancia son: *Diatomus sp.*, *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma braquiuurum*, *Daphnia ambigua*, *D. parvula*, *Moina macrocopa* y *Ciclops sp.*

Con respecto a los parámetros físico-químicos, el embalse presenta una profundidad de 0.10 a 3.57 m, la temperatura de 12.1 a 23°C y el oxígeno disuelto de 4.5 mg/l. La alcalinidad y la dureza son de 23.9 - 64.6 mg CabCO₃/l y 63.8 - 127.5 mg CaCO₃/l respectivamente. Son aguas templadas, ligeramente duras y con regular concentración de oxígeno y bicarbonatos (29).

Se formaron tres grupos de peces, el primero con carpas comunes, el segundo por carpas espejo y el último con peces de una especie nativa. Por cada grupo se examinaron 30 peces, de acuerdo a Kennedy, 1986 (citado en Sánchez S. 1990).

Los peces fueron capturados mediante un chinchorro charalero con una longitud de 30 m y una caída de 1.5 m y posteriormente fueron transportados vivos al laboratorio del Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

De cada uno de los peces se obtuvieron los siguientes datos: longitud total, longitud patrón, al respecto esta última es la menos susceptible de error causado por la erosión de las aletas (24) y altura, con la ayuda de un ictiómetro graduado en mm. El

peso mediante una balanza con décimas de gramo y el sexo se determinó por observación directa de las gonadas.

La eutanasia se realizó a través de un corte de médula (27) y la necropsia se practicó de acuerdo con la técnica de Reimschuessel y cols. (24) Se registraron los cambios patológicos aparentes para cada caso.

El tubo digestivo se separó y se le agregó Solución Salina Fisiológica (SSF) al 0.85 %. Bajo el microscopio estereoscópico se determinó la presencia o no del parásito y su número. Se fijó el intestino en formalina al 10 % amortiguada, pH 7.4, tomando muestras de intestino anterior, medio y posterior. Finalmente se llevó a cabo el método de rutina de corte y tinción con Hematoxilina-Eosina (H-E) y tinción de Acido Peryódico de Schiff (PAS) para las muestras positivas a parásitos y los grupos de control negativo. Estando integrados estos últimos por los peces no parasitados, que en ninguno de los casos fueron menos de cinco peces.

Para la evaluación histológica de las lesiones, el intestino se dividió en segmento anterior, medio y posterior. Los parámetros evaluados fueron:

-Cantidad de células inflamatorias en la mucosa y submucosa intestinal.

-Hipertrofia e/o hipertrofia de células caliciformes.

-Fusión y atrofia de vellosidades.

Los grados con los cuales fueron evaluadas las lesiones fueron:

a) ausente (-)

- b) ligero (+)
- c) moderado (++)
- d) severo o grave (+++)

Todo lo anterior fue realizado para cada individuo de los tres grupos de estudio.

Para el análisis estadístico se realizó sesgo y curtosis para los datos de la morfometría, estableciendo una prueba no paramétrica, la prueba de la mediana y las suposiciones que fundamentan a la prueba son: a) las muestras son seleccionadas al azar, de sus poblaciones respectivas, b) las poblaciones son de la misma forma, difiriendo sólo en su localización y c) la variable de interés es continua (4).

Por otra parte también se obtuvieron los percentiles 25, 50 y 75 de los datos antes mencionados.

Para comparar el grado y tipo de lesión en las tres especies se utilizó el diseño de comparación de dos grupos a través de proporciones, que tiene como objeto medir una variable cualitativa en dos grupos y comparar las proporciones de elementos de uno y otro grupo que presentan una característica de interés (4, 30).

Para comparar la intensidad promedio de infección, se realizó la prueba de la mediana.

Los parámetros de infección para los parásitos, que se evaluaron fueron:

Prevalencia. Expresada en porcentaje, que resulta del cociente del número de hospederos parasitados, entre el número de

hospederos examinados.

Intensidad de infección. Representa el número de parásitos de una especie en cada hospedero infectado.

Intensidad promedio. Es el número total de una especie de parásito en particular en una muestra de hospedero, entre el número de individuos infestados de una especie de hospedero en particular.

Abundancia. Es el número total de individuos de una especie particular de parásitos en una muestra de hospederos entre el número total de individuos de hospederos en la muestra (7,21,29).

RESULTADOS

Los Cuadros # 1, 2 y 3 presentan la frecuencia y distribución de *B. acheilognathi* en el intestino de la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y del pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) respectivamente. Los cestodos se localizaron principalmente en el segmento anterior del intestino, con excepción de una carpa espejo donde fueron encontrados en el segmento medio del intestino.

De las necropsias realizadas se encontró que las lesiones macroscópicas fueron la obstrucción, rotura y adelgazamiento del intestino.

Histológicamente se observó que cuando la infestación fue baja, las vellosidades fueron numerosas, delgadas, proyectándose hacia el lumen del órgano donde fue posible en ocasiones observar la presencia de detritus celulares, correspondientes a la descamación del epitelio y hacia el centro del lumen localizar algún segmento de *Bothriocephalus acheilognathi* (Fig. # 1).

Al aumentar la infestación las células inflamatorias se presentaron hacia la submucosa del órgano en cantidad ligera, las vellosidades estaban fusionadas, engrosadas y eran grandes y numerosas. Hacia el borde libre las puntas tomaron una forma

plana (Fig. # 2).

Cuando la infrapoblación fue elevada las lesiones fueron graves. La capa muscular se apreció ligeramente disminuida (Figs. # 3 y 4), las células inflamatorias en la submucosa del órgano fueron heterófilos, presentes en cantidad moderada (Figs. # 5, 6 y 7). Las células caliciformes estaban activas, pero la lesión mayor fue la atrofia de las vellosidades, las que se afectaron en su longitud y proyección hacia el interior del órgano es escasa, su borde libre dejó de serlo para fusionarse y presentar una superficie plana, sin embargo en su base las vellosidades no parecieron estar lesionadas. El lumen intestinal presentó una gran cantidad de segmentos del parásito que obstruyeron la luz del órgano.

Cuando hay un número elevado de parásitos, la luz del órgano se encuentra en mayor o menor grado obstruida por estos, los que provocan una atrofia severa de las vellosidades, presentan una longitud escasa y hacia la base de las mismas se encuentran delgadas, su número es menor pero aún presentan una superficie plana sin embargo no alcanzaron a fusionarse y en la submucosa se encontró una moderada cantidad de heterófilos (Fig. # 8).

De todos los peces parasitados se llevó a cabo la evaluación de lesiones, que se presentaron en forma constante pero en grado diferente. Los resultados se presentan en los Cuadros # 4, 5 y 6 para carpas común (*Cyprinus carpio communis*), espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y para el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) respectivamente.

Descripción y análisis estadísticos de los datos

En el Cuadro # 7 se presentan los resultados de la morfometría e infección por *B. acheilognathi* en las 30 carpas comunes (*Cyprinus carpio communis*). Correspondiendo un 23.33 % para individuos machos y un 76.66 % para hembras. El total de individuos parasitados fue de 10; de estos el 30% fueron machos y el 70 % restante hembras.

Para el grupo de carpas espejo (*Cyprinus carpio specularis*) se presentan estos datos en el Cuadro #8. De los 30 individuos el 36.66 % fueron machos y el 63.33 % hembras. De ellos 7 peces resultaron parasitados, representado por un 14.28 % de machos y un 85.71 % de hembras.

El Cuadro # 9 está representado por la especie nativa (*Girardinichthys viviparus*). Los machos representan un 43.33 % y las hembras un 56.66 %. De los 30 individuos 5 resultaron parasitados, 2 machos (40 %) y 3 hembras (60 %).

Los parámetros de infección se presentan en el Cuadro # 10, la carpa común muestra una mayor prevalencia y abundancia, la carpa espejo presenta un rango de infección y una intensidad promedio mayor a los otros dos grupos.

La intensidad promedio es comparada en el Cuadro # 11 donde se observa que para los grupos de carpa común y carpa espejo; y para el pez nativo y carpa espejo los resultados son menores de 3.84 con 1 grado de libertad y un nivel de significancia <0.05 . El resultado para la carpa común y el pez nativo es mayor al 3.84, pero menor a 6.63 considerando 1 grado de libertad y un

nivel de significancia de <0.01 .

En los Cuadros # 12, 13 y 14 se presentan los resultados de la prueba de comparación de dos grupos a través de proporciones, tomando como base los datos cualitativos (Cuadros # 4, 5 y 6). En el Cuadro # 12 se compara las lesiones presentadas en el segmento anterior del intestino para los grupos de carpa común y carpa espejo, carpa común y pez nativo así como carpa espejo y pez nativo. En los Cuadros # 13 y 14 se comparan los mismos grupos, pero los segmentos considerados de intestino son medio y posterior respectivamente.

En el Cuadro # 15 se presentan los percentiles 25, 50 y 75 para los datos de la morfometría de los tres grupos. Para la carpa común (*Cyprinus carpio communis*) el 75 % de los individuos tuvieron una longitud total de 10.4 cm ó menos, una longitud patrón de 8.10 cm ó menos, una altura de 3.0 cm ó menos y un peso de 16.3 g ó menos. Estos datos son mayores que los presentados por la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) y el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*), el cual presenta datos mayores de longitud total y patrón con respecto al grupo de la carpa espejo.

Los resultados de la prueba de la mediana, realizada para la morfometría de los 3 grupos se presentan en el Cuadro # 16, donde las cifras mayores a 3.84 con 1 grado de libertad y un nivel de significancia de 0.05 se obtuvieron entre la carpa común (*Cyprinus carpio communis*) y la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*).

Las carpas comunes fueron más grandes y pesadas en comparación con las carpas espejo y con respecto al pez nativo sólo hubo diferencia de altura y peso. En la especie nativa y las carpas espejo las diferencias se observaron en longitud y altura.

En las lesiones del segmento anterior, de las especies carpa común y nativa para la modalidad hiperplasia de células caliciformes con los grados ligero (+) y severo (+++) así como para la atrofia de vellosidades intestinales con el grado severo (+++) y fusión de vellosidades de grado moderado (++) existe diferencia significativa con una $p < 0.05$ y 1 grado de libertad (Cuadro # 12).

Comparando las mismas especies, pero el segmento medio y la modalidad fusión de vellosidades con el grado moderado (++) presentan una diferencia significativa con una $p < 0.05$ y 1 grado de libertad (Cuadro # 13).

Por lo tanto no existe diferencia significativa para los parámetros restantes en sus diferentes grados con una $p < 0.05$ y 1 grado de libertad.

Para la intensidad promedio de infección no hay diferencia estadística significativa entre las carpas comunes y las espejo, así como para el grupo de carpas espejo y los peces nativos con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y 1 grado de libertad. Y para el grupo de carpas comunes y peces nativos y el nivel de significancia es mayor a 0.05 pero menor a 0.01 con 1 grado de libertad (Cuadro # 11).

DISCUSION

El tracto digestivo de los ciprinidos no presenta una regionalización anatómica macroscópica e histológicamente, sólo se observa una reducción en las dimensiones de las vellosidades, es un epitelio de absorción sin las criptas presentes en los mamíferos (18). Esto fue considerado para dividir al intestino en tres segmentos y al examen macroscópico la distribución de *B. acheilognathi* fue principalmente en el segmento anterior, a excepción de una carpa espejo donde se localizaron en el segmento medio. Cuando su número fue muy elevado también se localizaron en el segmento medio; esta distribución bien puede estar dada por la gran cantidad de individuos y por la competencia intraespecífica que establecen entre ellos, estos datos son muy semejantes a los encontrados por Sánchez, 1990.

A nivel macroscópico se apreció obstrucción y adelgazamiento del intestino asociado a *B. acheilognathi* llegando en algunos casos a la perforación del mismo. En el grupo de carpas comunes una de ellas con longitud total de 6.7 cm y una longitud patrón de 5.2 cm mantuvo una infrapoblación de 7 parásitos que le ocasionaron rotura intestinal, por el contrario una carpa espejo presentó una infrapoblación de 56 parásitos y su

longitud total y patrón fueron de 7.3 cm y 5.9 cm respectivamente. Estas mismas lesiones han sido mencionadas por Hoffman, 1986; Scott 1979 y Hisang-hua 1956, aunque este último menciona que se presenta rotura intestinal en carpas, cuando la infrapoblación es de 80 (13).

Uno de los puntos donde existe mayor diferencia es el número de parásitos que deben considerarse como gran cantidad o baja intensidad de infección. Weirowski (34) menciona que las carpas que tuvieron mas de tres parásitos por pez tuvieron una baja de peso individual del 10 % comparadas con carpas no afectadas y cuando la infección fue baja dos o menos, los efectos patógenos en peces jóvenes o carpas comestibles no fueron apreciados, lo que este autor menciona es importante sin embargo no existe trabajo alguno donde se representen todas las tallas y sexo con igual frecuencia, para poder asegurar con objetividad, la cantidad de parásitos que causan daño. Con los datos obtenidos de los tres grupos de peces en el trabajo realizado, no fue posible realizar intervalos de clase representativos, pero si se obtuvieron los percentiles 25, 50 y 75 observando que si hay diferencia en cuanto a tamaños, teniendo individuos de más de 9 cm de longitud infectados contrariamente a lo mencionado por Sánchez (29). Sin embargo en ambos trabajos los peces de menor talla fueron los más afectados, aunque estos están representados en mayor número, una de las razones por las cuales las carpas jóvenes se ven más afectadas se debe a que los copépodos, alimento de los peces en su primera etapa de

vida, es un huésped intermediario de *B. acheilognathi* y fuente principal de contaminación para los peces; en peces mayores de 2 años el zooplancton pasa a ser un alimento casual para ellos (33). Sin embargo debe tenerse especial atención con individuos adultos ya que muchas veces se muestrean sin encontrar al parásito pero su progenie resulta infectada (3,33).

A nivel histológico se detectaron en el presente estudio, lesiones en el epitelio intestinal, lo que se contrapone a lo expuesto por Körting (17) que menciona que los escólices desarmados de cestodos como *Bothriocephalus* y *Caryophyllaeus*, no parecen producir reacciones tisulares ni manifestaciones inflamatorias.

En el estudio realizado se observaron lesiones en las vellosidades intestinales de hiperplasia de células caliciformes y presencia de células inflamatorias. Teniendo como principal diagnóstico el de enteritis con hiperplasia de células caliciformes en grado variable, un diagnóstico que concuerda con el anterior fue dado por Bauer, Musselius y Strelkov (1973) citado por Scott 1979. Estos autores manifiestan que el parásito produce lesiones mecánicas e inflamación resultando en una enteritis catarral con descamación y cuando los parásitos son muy numerosos se presenta una severa enteritis con hiperplasia de células caliciformes y hemorragias desarrolladas en otras partes del intestino con extensiva descamación de las células epiteliales. Esta descripción corresponde en parte con los resultados del

presente trabajo, sin embargo no menciona las especies donde realizaron sus observaciones, ni la cantidad de parásitos que causaron la enteritis hemorrágica. Las lesiones observadas en el segmento posterior de la carpa común (Cuadro # 4, núm. 2, 4 y 22) pueden ser consideradas como manifestaciones incipientes debidas a la presencia del cestodo, si bien en las carpas 2 y 4 se presentó una mayor actividad de las células caliciformes, en la carpa num. 22 se hicieron presentes las células inflamatorias y la cantidad de parásitos causó la perforación del intestino.

En el estudio realizado por Scott (1979), describe la histopatología intestinal asociada a *B. acheilognathi* en *Ctenopharyngodon idella*, *Noemigonus crysoleucas* y *Pimephales promelas*, donde los principales cambios mencionados son necrosis de la muscular e infiltración de linfocitos en la mucosa y submucosa. En ese estudio el número de cestodos encontrados fue de 1-20 y los más parasitados tuvieron menos de 10 y la producción de moco no fue excesiva. De sus resultados, no podemos decir que se contraponen o se corresponden a los obtenidos en el presente estudio, ya que no fue posible observar el punto exacto de fijación del parásito, donde menciona la presencia de hemorragias y bien los linfocitos que menciona pudieran estar relacionados con una inmunidad de la cual varios autores hacen referencia, sin llegar a comprobarse (1,10,13,29).

De la diferencia en cuanto a lesiones entre la carpa común y el

pez nativo pueden estar dadas por la cantidad de parásitos, donde en el pez nativo, se presentan las lesiones aunque en menor grado y la intensidad promedio no será mayor considerando lo que menciona Granath en *Gambusia affinis* el que es incapaz de soportar una infrapoblación elevada de parásitos segmentados o grávidos, por tanto hay una interacción competitiva (6) lo que sirve para reducir y mantener pequeñas densidades, ya que siendo mayor la densidad ocasionaría la muerte del pez y la vida misma del parásito estaría comprometida.

La ausencia de una reacción por parte de las células caliciformes, se puede atribuir a la especie, sin embargo Scott no menciona producción de moco en la carpa herbívora, ni en las otras dos especies que trabajó, también es importante conocer el tiempo de infección, porque en primera instancia la infrapoblación se forma por una sola infección (6) pero en La Goleta, Sánchez 1990, menciona que pueden ser sucesivos, lo que influiría en una reacción menor a menor tiempo.

Como fuente de infección para los peces de La Goleta se menciona a *Cyclops sp* y *Diaptomus sp* (29), sin embargo no se ha comprobado cual o cuales son los huéspedes intermediarios, esto es importante ya que altera la frecuencia y distribución del cestodo.

Sobre los parámetros de infección, estos difieren de los presentados por Sánchez, 1990; uno de los posibles factores que pudieron influir los resultados fue la temperatura, que para el presente trabajo no se consideró y también las áreas de

muestreo, al desconocer los huéspedes intermediarios y su dinámica. Comparando la intensidad promedio no hay diferencia entre las carpas y con lo que respecta al pez nativo es probable que la intensidad promedio no será mayor por tener un intestino de menor tamaño que el de las carpas y de acuerdo con Granath en *Gambusia affinis* anteriormente citado (6). En las carpas la intensidad promedio si puede ser mayor Sánchez, 1990 (29), registra una intensidad promedio de 53.79 en la carpa dorada (*Carassius auratus*) durante enero en La Goleta.

Del presente trabajo realizado sobre botriocefalosis en peces del embalse La Goleta, se obtiene que: por primera vez se informa de la presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* en el pez nativo *Girardinichthys viviparus*; las diferencias que se presentan entre la carpa común (*Cyprinus carpio communis*) y el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) son por el grado y no por el tipo de lesión; y la morfometría de la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*), carpa común (*Cyprinus carpio communis*) y pez nativo (*Girardinichthys viviparus*) presentó diferencia estadística significativa $p < 0.01$ en altura y peso, sin embargo la intensidad promedio no tuvo diferencia estadística significativa $p < 0.05$.

Es necesario considerar la realización de nuevos estudios en otras épocas del año, para establecer si las lesiones son influenciadas por la temperatura, la abundancia y la intensidad de infección del cestodo. Por qué los efectos de *B. acheilognathi* son de importancia. Cuando no es suficiente la

cantidad de parásitos para producir la muerte, el huésped se verá afectado al entrar en competencia con el parásito por los nutrientes, ya que estos necesitan principalmente carbohidratos para su desarrollo y maduración. Por otro lado causarán en el pez lesiones en las vellosidades como fusión y atrofia en mayor o menor grado disminuyendo la superficie de absorción de nutrientes.

LITERATURA CITADA

1. Alarcón, G.C.: Diagnóstico e identificación de una parasitosis helmíntica en *Carassius carassius* en un centro piscícola. *Rvta. Lat. Microbiol.* 30: 297-298 (1988).
2. Andrews, C., Chubb, J.S., Coles, T. and Dearsley, A.: The occurrence of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (*B. gowkongensis*) (Cestoda: Pseudophyllidae) in the British Isles. *J. Fish. Dis.* 4: 89-93 (1981).
3. Chubb, J.C.: The chinese tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (synonym *B. gowkongensis* Yeh, 1955) in Britain. *Proc. 2nd Brit. Fish Conf.* 40-51 (1981).
4. Daniel, W.W.: Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. *Limusa*, México, 1980.
5. Denis, A., Gabrion, C. et Lambert, A.: Présence en France de deux parasites d'origine est-asiatique: *Diplozoon nipponinum* Goto, 1891 (Monogenea) et *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda) chez *Cyprinus carpio communis* (Teleostei, Cyprinidae) *Bull. Fr. Piscic.* 289: 128-134 (1983).
6. Dupont, F. et Gabrion, C.: Dynamique de population de *Bothriocephalus claviceps* Goeze, 1782 (Cestoda Pseudophyllidae) parasite de l'anguille *Anguille anguille* en Camarge. *Vie et Milieu* 37: 123-131 (1987).

7. García, M.L.J.: Estudio de la patología, parasitología y bacteriología en tilapias: *Oreocromis aureus* y *O. mossambicus* en la laguna de Amela Tecomán, Colima. Tesis de maestría Fac. de Med. Vet. y Zootec. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1991.
8. García, P.L. y Osorio, S.D.: Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. *Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Zool.* 63: 523-526 (1991).
9. Granath, W.O. and Esch, G.W.: Seasonal dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in ambient and thermally altered areas of a North Carolina cooling reservoir. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 50: 205-218 (1983).
10. Granath, W.O. and Esch, G.W.: Temperature and other factors that regulate the composition and infrapopulation densities of *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in *Gambusia affinis* (pisces) *J. Parasitol.* 69: 1116-1124 (1983).
11. Hanzelová, V. and Zitnàn, R.: The effect of season on embryogenesis of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda). *Biol. Bratislava* 42: 105-111 (1987).
12. Heckman, A.R. and Deacon, J.E.: New host records for the asian tapeworm. *Bothriocephalus acheilognathi*, in endangered fish species from the virgin river, Utah, Nevada, and Arizona. *J. Parasitol.* 73: 226-227 (1987).
13. Hisang-hua, L. and Leu-chang, S.: Contribution to the biology and control of *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, a

- tapeworm parasitic in the young grass carp (*Ctenopharingodon idellus*). *Acta Hydrobiol. Sinica* 7: 182-185 (1956). (Abstract).
14. Hoffman, G.L.: The asian tapeworm; *Bothriocephalus gowkongensis*, in the United States and research needs in fish parasitology. Proc. 1976 fish farming Conf. annu. catfish farms of Texas, Texas A & M Univ. College Station. 84-90 (1976).
15. Hoffman, G.L.: Asian tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, in North America. *Fish Umwelt.* 8: 69-75 (1980).
16. Khalifa, K.A.: Cestodes of freshwater farmed fishes in Iraq. *J. Wild. Dis.* 22: 278 (1986).
17. Körting, W.: Las reacciones del hospedador frente a algunos parásitos de los peces. Trabajos sobre histopatología de los peces. Reichenbach, K. Acribia, España, 1980.
18. Lee, J.A.C. and Cossins, A.R.: Adaptation of intestinal morphology in the temperature-acclimated carp, *Cyprinus carpio communis* L. *Cell Tissue Res.* 251: 451-456 (1988).
19. Marcogliese, D.J. and Esch, G.W.: Alterations in seasonal dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in North Carolina cooling reservoir over a seven-year period. *J. Parasitol.* 75: 378-382 (1989).
20. Marcogliese, D.J. and Esch, G.W.: Experimental and natural infection of planktonic and benthic copepoda by the asian tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi*. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 56: 151-155 (1989).
21. Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kums, A.M. and

- Schad, G.A.: The use of ecological terms in parasitology. *J. Parasitol.* 68: 131-133 (1982).
22. Odening, K.: New trends in parasitic infections of cultured freshwater fish. *Vet. Parasitol.* 32: 73-100 (1989).
23. Pilarczyk, A.: Investigations on intensification of carp fingerling production. *Acta Hydrobiol.* 29: 291-299 (1987).
24. Reimschuessel, R., May, E.B., Bennett, R.O. and Lipsk, M.M.: Necropsy examination of fish. *Vet. Clin. North Am. Sm. Anim. Prac.* 18: 427-433 (1988).
25. Riggs, M.R. and Esch, G.W.: The suprapopulation dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina reservoir: abundance and prevalence. *J. Parasitol.* 73: 877-892 (1987).
26. Riggs, M.R., Lemly, A.D. and Esch, G.W.: The growth, biomass, and fecundity of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina cooling reservoir. *J. Parasitol.* 73: 893-900 (1987).
27. Romero, L.R.: Hallazgos patológicos producidos por la administración de sobredosis de bacitracina, virginamicina, nitrovin y carbadox en tilapia híbrida (*Oreochromis sp*) Tesis de licenciatura Fac. de Med. Vet. y Zootec. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1992.
28. Sanabria, E. Ma. A. y Sánchez, S.A.M.: Algunos aspectos ecológicos de *Bothriocephalus acheilognathi* en la carpa dorada *Carassius auratus* del embalse la goleta Estado de México. *Rvta. Zool. ENEPI.* 1: 26-32 (1989).
29. Sánchez, S.A.M.: Algunos aspectos de la dinámica

poblacional de los parásitos del tracto digestivo de la carpa dorada *Carassius auratus* (Linneo) en el embalse la goleta Estado de México. Tesis de licenciatura. ENEPI. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1990.

30. Scheffler, W.C.: Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México, 1979.

31. Scott, A.L. and Grizzle, J.M.: Pathology of cyprinid fishes caused by *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, 1955 (Cestoda, Pseudopyllidae). *J. Fish Dis.* 2: 69-73 (1979).

32. Sevilla, L. Ma.: Introducción a la acuicultura. Continental, México, 1981.

33. Vinjoy, M., Fajer, E., Prieto, A. y Grivilov, V.: *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda Bothriocephalidae) en la carpa herbívora (*Ctenopharingodon idella*) posición sistemática, anatómica y epizootiología. *Rvta. Cub. Cienc. Vet.* 19: 261-266 (1988).

34. Weirowski, F.: Occurrence, spread and control of *Bothriocephalus acheilognathi* in the carpa ponds of the German Democratic Republic. *Symp. Biol. Hunh.* 23: 149-155 (1984).

Cuadro num. 1

Frecuencia y distribución de *B. acheilognathi* en el intestino
de la carpa común (*Cyprinus carpio communis*).

Num. Caso	Numero de parasitos	Seccion del intestino.	Lesiones Macroscopicas
2	8	Anterior	
4	9	Anterior	
7	15	Anterior y medio	obstruccion y adelgazamiento de la pared intestinal.
8	22	Anterior y medio	Adelgazamiento de la pared intestinal
14	11	Anterior y medio	Obstruccion a nivel de intestino medio.
17	12	Anterior	
18	23	Anterior y medio	Obstruccion en la seccion media del intestino
21	1	Anterior	
22	12	Anterior	Perforacion del intestino.
27	7	Anterior	Obstruccion y rotura intestinal.

Cuadro num. 2

Frecuencia y distribución de *B. achelognathi* en el intestino
de la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*).

Mum. Caso	Número de parásitos	Sección del intestino.	Lesiones Macroscópicas
1	10	Anterior	
7	9	Anterior	Obstrucción y distensión abdominal.
24	7	Anterior	
26	16	Anterior	Perforación del intestino.
28	56	Anterior y medio	Adelgazamiento y distensión intestinal.
29	4	Medio	Obstrucción del intestino
30	17	Anterior y medio	Adelgazamiento y distensión intestinal.

Cuadro num. 3

Frecuencia y distribución de *B. achelognathi* en el intestino
del pez nativo (*Girardinichthys viviparus*).

Num. Caso	Numero de parasitos	Seccion del intestino.	Lesiones Macroscopicas
2	2	Anterior	
16	3	Anterior	
19	1	Anterior	
22	8	Anterior	Adelgazamiento y distension intestinal.
23	6	Anterior	Adelgazamiento y distension intestinal.

Cuadro num. 4

Lesiones histológicas en intestino de carpa común (*Cyprinus carpio communis*)
asociadas con la presencia de *B. acheilognathi*.

Num. Caso	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
A	+	++	+	+	+
2 M	-	++	+	+	+
P	-	-	++	-	-
A	-	++	++	++	+
4 M	-	++	++	++	+
P	-	-	++	-	-
A	-	+	++	+++	-
7 M	-	+	++	+++	-
P	-	-	-	-	-
A	-	+	++	++	+
8 M	-	+	+	+	+
P	-	-	-	-	-
A	-	++	++	++	+
14 M	-	++	++	+	++
P	-	-	-	-	-
A	-	+	+++	+	-
17 M	-	+	++	+	-
P	-	-	-	-	-
A	-	+	+	++	++
18 M	-	+	+	++	++
P	-	-	-	-	-
A	-	+	+++	+++	++
21 M	-	+	+	++	+
P	-	-	-	-	-
A	-	++	++	++	+
22 M	-	+	+	++	-
P	-	++	++	-	-
A	-	+	++	++	++
27 M	-	+	+	+	-
P	-	-	-	-	-

A. Segmento anterior de intestino.
M. Segmento medio de intestino.
P. Segmento posterior de intestino.

Grados. (-) ausente, (+) ligero,
(++) moderado y (+++) severo o grave.

Quadro num. 5

Lesiones histológicas en intestino de carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*)
asociadas con la presencia de *B. acheilognathi*.

Num. Caso	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
A	-	++	++	-	+
1 M	-	+	++	+	++
P	-	-	-	-	-
A	-	+	-	+++	+
7 M	-	-	+	++	-
P	-	-	-	-	-
A	-	+	-	++	+
24 M	-	+	-	++	-
P	-	-	-	-	-
A	-	+	-	+++	-
26 M	-	+	-	++	++
P	-	-	-	-	-
A	-	+++	-	+++	+
28 M	-	++	-	+++	-
P	-	-	-	-	-
A	-	+++	+	+++	+
29 M	-	++	-	++	+
P	-	-	-	-	-
A	-	+	+++	+	++
30 M	-	-	+	-	+
P	-	-	-	-	-

A. Segmento anterior de intestino.
M. Segmento medio de intestino.
P. Segmento posterior de intestino.

Grados. (-) ausente, (+) ligero,
(++) moderado y (+++) severo o grave.

Cuadro num. 6

Lesiones histológicas en intestino del pez nativo (*Girardinichthys viviparus*)
asociadas con la presencia de *B. acheilognathi*.

Num. Caso	Celulas inflamatorias en mucosa submucosa intestinal.		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales		
				Atrofia	Fusion	
2	A	-	+	-	+	-
	M	-	-	-	+	-
	P	-	-	-	-	-
16	A	-	+	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
19	A	-	+	-	-	-
	M	-	+	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
22	A	-	+	-	++	++
	M	-	+	-	+	-
	P	-	-	-	-	-
23	A	-	++	-	++	+
	M	-	++	-	++	-
	P	-	-	-	-	-

A. Segmento anterior de intestino.
M. Segmento medio de intestino.
P. Segmento posterior de intestino.

Grados. (-) ausente, (+) ligero,
(++) moderado y (+++) severo o grave.

Cuadro núm. 7

Morfometría e infección por *B. acheilognathi* en carpa común (*Cyprinus carpio communis*).

Núm. Caso	L.T. cm	L.P. cm	Altura cm.	Peso (g.)	Sexo	Infección por <i>B. acheilognathi</i> .
1	7.0	5.7	2.2	5.18	H	
2	7.5	5.6	2.1	4.87	H	X
3	6.7	5.1	2.2	4.72	H	
4	6.7	5.8	2.8	3.78	H	X
5	6.2	5.1	1.8	4.23	H	
6	7.9	6.2	2.4	7.88	M	
7	8.5	6.9	2.5	8.88	H	X
8	11.9	9.5	3.5	25.87	M	X
9	7.4	5.7	2.3	6.66	H	
10	9.4	7.3	2.9	13.89	H	
11	10.0	8.8	3.8	18.88	M	
12	12.2	9.7	3.5	25.18	H	
13	8.3	6.7	2.5	9.16	H	
14	7.7	6.1	2.8	6.36	H	X
15	12.8	9.4	3.2	22.73	H	
16	11.8	9.3	3.4	23.78	H	
17	12.7	10.4	3.3	25.93	M	
18	11.7	9.2	2.9	20.55	H	X
19	12.9	10.3	3.6	28.78	M	
20	9.8	7.1	2.6	9.93	H	
21	9.2	7.2	2.7	11.92	M	X
22	9.1	7.2	2.7	11.45	H	X
23	6.9	5.4	2.2	5.62	H	
24	8.8	6.3	2.2	6.86	M	
25	7.2	5.6	2.8	5.47	H	
26	6.5	5.8	1.8	4.22	H	
27	6.7	5.2	1.9	4.43	H	X
28	6.9	4.1	1.6	2.75	H	
29	6.5	5.2	1.7	3.34	H	
30	10.4	8.1	3.1	3.10	H	

L.T. Longitud Total.

L.P. Longitud Patron.

Cuadro num. 8

Morfometria e infeccion por *B. acheilognathi* en carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*).

Mur. Caso	L.T. cm	L.P. cm	Altura cm.	Peso (g.)	Sexo	Infeccion por <i>B. acheilognathi</i> .
1	11.8	9.4	3.6	25.95	H	X
2	6.8	4.6	0.8	3.47	H	
3	8.3	6.1	2.3	8.19	H	
4	6.7	5.7	1.8	4.88	H	
5	13.8	11.2	4.1	36.85	M	
6	5.8	4.5	1.6	2.75	M	
7	7.5	5.9	1.9	4.77	H	
8	6.2	4.8	1.7	3.31	H	
9	17.0	13.8	4.9	67.52	H	
10	4.5	3.0	1.3	2.88	M	
11	5.6	4.4	1.5	2.57	H	
12	4.8	4.1	1.4	2.04	H	
13	6.6	5.3	2.2	6.52	H	
14	6.6	5.4	1.9	5.14	H	
15	5.9	4.8	1.8	4.86	H	
16	5.6	4.7	1.6	3.48	M	
17	5.1	4.3	1.6	3.87	H	X
18	5.9	4.8	1.9	4.28	M	
19	5.6	4.5	1.6	3.21	H	
20	6.3	5.0	1.8	4.38	M	
21	5.2	4.2	1.4	2.48	M	
22	5.7	4.5	1.6	3.30	H	
23	5.1	4.3	1.5	2.68	M	
24	5.3	4.3	1.6	2.83	H	X
25	7.1	5.9	2.0	5.92	M	
26	6.5	5.8	1.9	5.38	M	X
27	6.8	5.8	1.8	4.19	M	
28	7.3	5.9	2.4	7.39	H	X
29	7.8	6.5	2.1	8.33	H	X
30	6.8	4.7	1.6	3.88	H	X

L.T. Longitud Total.

L.P. Longitud Patron.

Cuadro num. 9

Morfometria e infeccion por *B. acheilognathi* en el pez nativo (*Girardinichthys viviparus*).

Num. Caso	L.T. cm	L.P. cm	Altura cm.	Peso (g.)	Sexo	Infeccion por <i>B. acheilognathi</i> .
1	5.7	5.8	1.8	3.46	H	
2	8.7	7.6	1.6	6.98	H	X
3	8.5	7.5	1.6	5.95	H	
4	8.6	7.6	1.8	7.87	H	
5	8.6	7.6	1.6	6.95	H	
6	4.6	3.6	0.8	0.81	M	
7	4.1	3.4	1.0	0.94	M	
8	8.6	7.5	1.7	7.28	H	
9	7.4	6.4	1.3	4.41	M	
10	9.8	7.9	1.8	7.99	H	
11	8.8	6.7	1.4	6.88	M	
12	8.1	7.1	1.5	5.36	M	
13	7.8	6.5	1.4	4.72	M	
14	7.9	6.9	1.4	5.56	M	
15	7.3	6.2	1.4	4.78	H	
16	7.1	6.3	0.9	4.32	H	X
17	8.4	7.2	1.6	6.81	H	
18	5.4	4.6	1.3	3.38	H	
19	7.8	6.7	1.3	4.36	H	X
20	8.6	7.3	1.6	6.39	H	
21	7.8	6.6	1.4	5.38	M	
22	6.4	5.3	1.1	2.58	M	X
23	6.4	5.4	1.2	2.34	H	X
24	5.7	5.1	0.9	1.73	M	
25	5.8	4.4	1.4	2.31	H	
26	4.8	3.4	1.1	1.15	M	
27	4.2	3.5	1.2	1.18	M	
28	5.1	4.4	1.5	2.88	H	
29	4.3	3.6	1.1	1.21	H	
30	6.4	5.6	1.1	2.67	H	

L.T. Longitud Total.

L.P. Longitud Patron.

Cuadro num. 18

Parametros de infeccion.

Grupo	Carpa comun	Carpa espejo	Pez nativo
Prevalencia	33.33%	23.33%	16.66%
Rango de infeccion.	1-23	4-56	1-8
Intensidad promedio.	12	17	4
Abundancia	4	3.96	0.66

Cuadro num. 11

Prueba de la mediana, para la intensidad promedio.

Grupos	Intensidad Promedio	χ^2
Carpa común	12	5.4857**
Carpa espejo	17	
Carpa común	12	8.6412*
Pez nativo	4	
Carpa espejo	17	3.085*
Pez nativo	4	

* $P < 0.01$ ** $0.05 > P > 0.01$

Cuadro num. 12

COMPARACION DE DOS GRUPOS A TRAVES DE PROPORCIONES. (VALOR Z)

Grupos: carpa comun y carpa espejo. Segmento anterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0.8620	-	2.7344	3.9439	0.3043
+	0.9412	0.1179	0.3043	0.3043	-0.8710
++	-	1.1461	1.8859	1.8859	0.7325
+++	-	1.2840	0.3043	-1.5784	-

Nivel de significancia. Se concluye que no hay diferencia estadistica $P < 0.05$.

Grupos: carpa comun y pez nativo. Segmento anterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	-0.7320	-	-0.3074	-2.1493	-1.5497
+	0.7326	-0.7739	0.0139	-	1.1181
++	-	0.7740	2.2363	0.7320	0.4130
+++	-	-	0.0139	0.0139	-

Nivel de significancia: se concluye que si existe diferencia estadistica significativa entre celulas caliciformes del grado (+) y (++) y de la atrofia de vellosidades del grado (+++) con una $P < 0.05$.

Grupos: Carpa espejo y pez nativo. Segmento anterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-	-1.6907	-1.0145	-1.6571
+	-	-0.8202	0.8831	-0.2622	1.7567
++	-	-0.2622	0.8831	-1.0145	0.2622
+++	-	1.3099	0.8831	2.0710	-

Nivel de significancia. Se concluye que no hay diferencia estadistica con $P < 0.05$.Grados. (-) ausente, (+) ligero,
(++) moderado y (+++) severo o grave.

Cuadro num. 13

COMPARACION DE DOS GRUPOS A TRAVES DE PROPORCIONES. (VALOR Z)

Grupos: carpa comun y carpa espejo. Segmento medio de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-1.0002	-2.7352	-1.2320	-2.2816
+	-	1.1195	1.2781	1.5174	0.4855
++	-	0.0636	1.1456	0.6970	-0.4102
+++	-	-	-	0.2696	1.9147

Nivel de significancia. Se concluye que no hay diferencia estadística $P < 0.05$.

Grupos: carpa comun y pez nativo. Segmento medio de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-2.1493	-0.3874	-2.1493	-0.3874
+	-	1.1161	2.2363	0.3660	1.6522
++	-	0.4130	1.6522	0.7748	0.0139
+++	-	-	-	0.7326	1.6522

Nivel de significancia. Se concluye que existe diferencia estadística entre la fusion de vellosidades con el grado moderado (++) con $P < 0.05$.

Grupos: Carpa espejo y pez nativo. Segmento medio de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas caliciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-0.4142	-1.6907	-1.0145	-2.0706
+	-	0.0987	1.3099	-1.0145	1.3099
++	-	0.3380	0.8831	1.2869	1.3099
+++	-	-	-	0.8831	-

Nivel de significancia. Se concluye que no hay diferencia estadística con $P < 0.05$.Grados. (-) ausente, (+) ligero,
(++) moderado y (+++) severo o grave.

Cuadro num. 14

COMPARACION DE DOS GRUPOS A TRAVES DE PROPORCIONES. (VALOR Z)

Grupos: carpa comun y carpa espejo. Segmento posterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas calciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-0.8620	-1.5974	0	0
+	-	-	-	-	-
++	-	0.6281	1.5974	-	-
+++	-	-	-	-	-

Grupos: carpa comun y pez nativo. Segmento posterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas calciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	-0.1034	-1.3698	0	0
+	-	-	-	-	-
++	-	0.7326	1.3698	-	-
+++	-	-	-	-	-

Grupos: Carpa espejo y pez nativo. Segmento posterior de intestino.

Grado	Celulas inflamatorias en		Hiperplasia e/o hipertrofia de celulas calciformes.	Vellosidades intestinales	
	mucosa	submucosa intestinal.		Atrofia	Fusion
-	0	0	0	0	0
+	-	-	-	-	-
++	-	-	-	-	-
+++	-	-	-	-	-

Nivel de significancia. Se concluye que no hay diferencia estadística entre el grado y tipo de lesión. $P < 0.05$.

Grados. (-) ausente, (+) ligero; (++) moderado y (+++) severo o grave.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro num. 15

Percentil 25, 50 y 75 para la morfometria .

ESPECIE	LONGITUD TOTAL	LONGITUD PATRON	ALTURA	PESO
CARPA COMUN	P25= 7.1	P25= 5.3187	P25= 2.0166	P25= 4.8923
	P50= 8.3	P50= 6.6375	P50= 2.4727	P50= 7.0666
	P75= 10.4	P75= 8.1071	P75= 3.0083	P75= 16.3
CARPA ESPEJO	P25= 5.25	P25= 4.3833	P25= 1.685	P25= 4.6511
	P50= 6.0	P50= 4.9666	P50= 1.83	P50= 7.2622
	P75= 7.4125	P75= 6.0	P75= 2.055	P75= 9.8733
PEZ NATIVO	P25= 5.375	P25= 4.775	P25= 1.1555	P25= 2.522
	P50= 7.25	P50= 6.3	P50= 1.4153	P50= 4.19
	P75= 9.5	P75= 7.15	P75= 1.5307	P75= 6.09

Cuadro num. 16

Prueba de la mediana, para la morfometría de los 3 grupos.

Grupos	Longitud total	Longitud parcial	Altura	Peso
Carpa comun Carpa espejo	13.866 [*]	6.66 [*]	17.86 [*]	9.6 [*]
Carpa comun Pez nativo	1.866	8	45.866 [*]	6.66 [*]
Carpa espejo Pez nativo	2.4	4.26 ^{**}	17.866 [*]	1.866

* $P < 0.01$ ** $0.05 > P > 0.01$

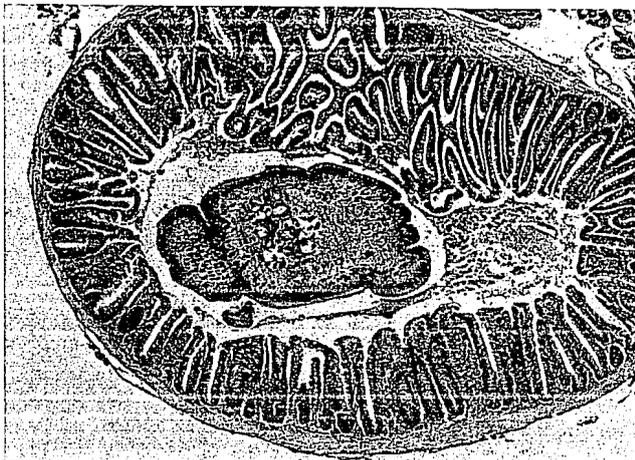


Fig. #1: Microfotografía del segmento anterior de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*). Las vellosidades son abundantes y de gran tamaño, hacia la luz del órgano se aprecia un segmento de *B. acheilognathi*, detritus celulares y escasa cantidad de moco. H-E, 1,094 X

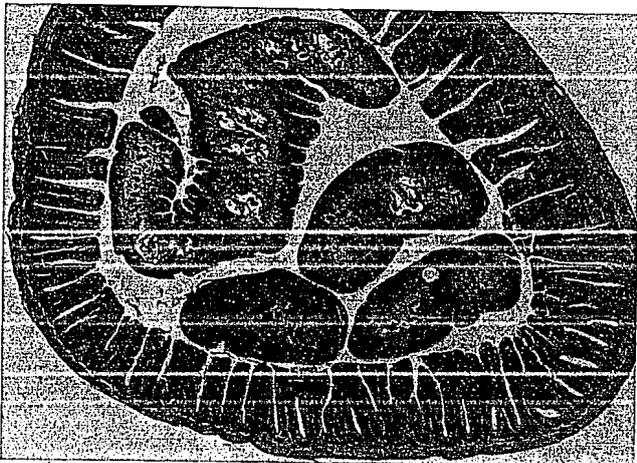


Fig. #2: Microfotografía del intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*) en la que se observan varios segmentos de *B. acheilognathi*. Las vellosidades son cortas y están fusionadas. H-E, 1,094 X



Fig. #3: Microfotografía del segmento anterior de intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), donde se aprecia disminución de la capa muscular y daño severo de las vellosidades que han reducido su tamaño y su borde se ha fusionado, dando una superficie plana. H-E, 1,094 X

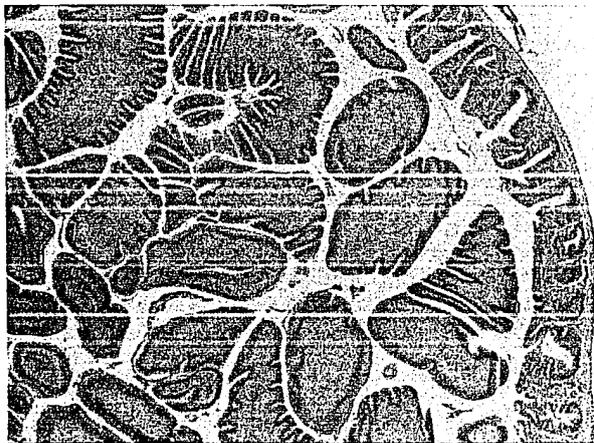


Fig. #4: Microfotografía del segmento anterior de intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), en la que se observan gran cantidad de parásitos y en la mucosa severa atrofia y fusión de esta. H-E, 1,094 X

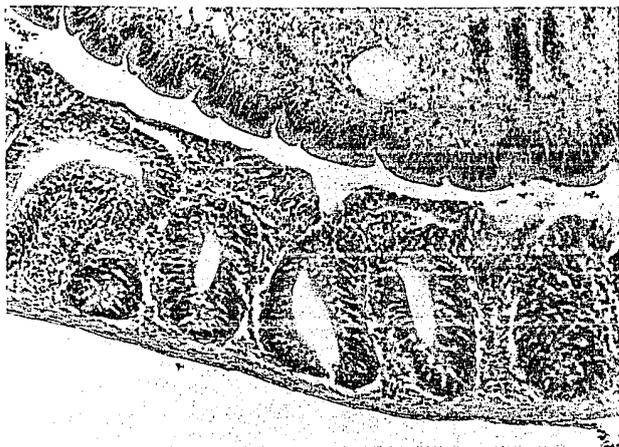


Fig. #5: Microfotografía del intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), en la que se aprecia atrofia de las vellosidades, fusión de su borde libre y la presencia de células inflamatorias. Estas lesiones se asocian a *B. acheilognathi*. H-E, 4,375 X

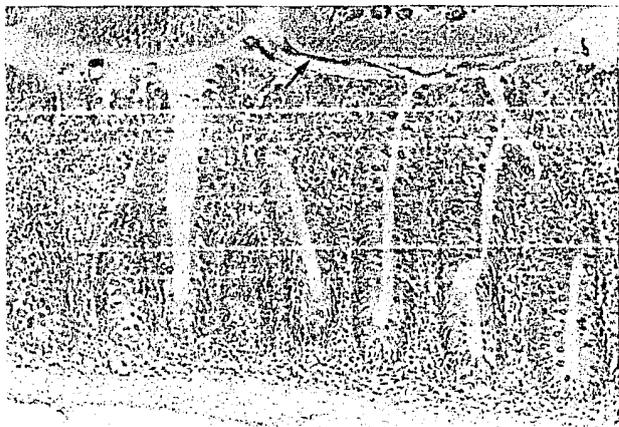


Fig. #6: Microfotografía del segmento anterior de intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), en la que pone de manifiesto una mayor actividad de las células calciformes, la presencia de heterófilos en la submucosa y el moco alrededor de *B. acheilognathi* (flecha). PAS, 4,375 X

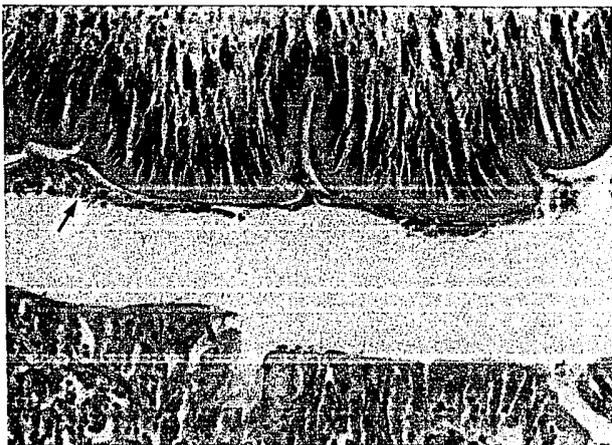


Fig. 7: Microfotografía del intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), en la que se observa descamación y moco rodeando al parásito (flecha). H-E, 10,937 X

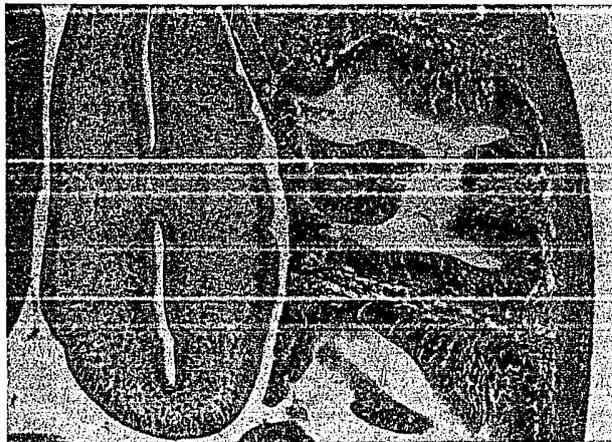


Fig. 8: Microfotografía del intestino de una carpa común (*Cyprinus carpio communis*), en la que se aprecia parte del escólex de *B. acheilognathi* y la reacción del huésped, dada por la fusión de las vellosidades. H-E, 4,375 X