



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

COMUNIDADES DE HELMINTOS PARASITOS DE LOS PECES  
DE LA PRESA IGNACIO ALLENDE, GUANAJUATO, MEXICO

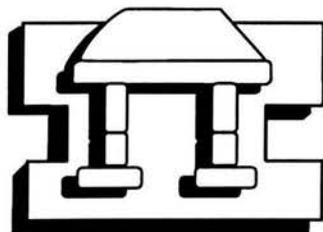
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JESUS GUILLERMO JIMENEZ CORTES



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. GUILLERMO SALGADO MALDONADO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA, UNAM

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEX. JULIO 2003



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.

"The parasites to evolve do not give up their secrets easily, nor do they always fall into convenient categories constructed by humans." .... *G. Esch*

"Donde los demás ven diferencias, el evolucionista debe ver similitudes .... *Shoop*

"Me encantan los experimentos raros. Tu hazlos también" .... *C. Darwin*

"La Teoría decide lo que podemos observar" .... *A. Einstein*

"Nuestra ciencia, confrontada con la realidad es primitiva e infantil. Y sin embargo es lo más valioso que tenemos" .... *A. Einstein*

"La ciencia es el mejor antídoto para el veneno del entusiasmo y la superstición" .... *A. Smith*

"Querido amigo, toda teoría es gris. Y es verde el dorado árbol de la vida" ....

*Goethe*

"Estamos aquí por pura casualidad y por un error" .... *L. Thomas*

"La naturaleza no tiene metas; el objetivo final solo es una fantasía humana" .... *B. Spinoza*

"Cuando uno toma cualquier cosa de la naturaleza te das cuenta de que está atada al resto del Universo" .... *J. Muir*

"Investigar es avanzar por callejones para averiguar cuales no tienen salida" .... *M. Bates*

"El hombre de ciencia no estudia la naturaleza por que sea útil... La estudia porque se deleita en hacerlo, y se deleita en hacerlo porque (la naturaleza) es bella! .... *H. Poincaré*

"El papel del hombre es incierto, indefinido y quizás innecesario .... *M. Mead*

"El esfuerzo por comprender el universo eleva a la vida humana por encima del nivel de una farsa y le otorga parte de la gracia de la tragedia" .... *S. Wienberg*

"El arte inquieta, la ciencia tranquiliza" .... *G. Braque*

*“En la búsqueda de la verdad hay ciertas cuestiones sin mayor importancia.*

*¿De que materia está hecha el universo? ¿Es eterno? ..... Buda*

*“La vitalidad de la Naturaleza es inagotable es la madre inconcebible. En el umbral de la madre inconcebible reside la raíz del Universo sutil y continuamente actúa sin agotarse jamás” .... Lao-Tse*

*“Fácilmente aceptamos la realidad, acaso porque intuimos que nada es real” ... J.L. Borges.*

*“Ningún loco está loco si uno se conforma con sus razones” ... G. García Márquez*

*“Un libro raro es aquel que no dice mentiras” .... Napoleón*

*“Las grandes épocas de nuestra vida son aquellas en que nos armamos de valor y rebautizamos el mal que hay en nosotros llamándole nuestro mejor bien” .... F. Nietzsche*

*“Esta vida es un hospital en que cada enfermo arde en deseos de cambiar de cama”*

*“Me veo de nuevo la piel roída por el fango y la peste, los cabellos y las axilas atascados de gusanos y aún más gordos gusanos en el corazón, tendido en medio de los desconocidos sin edad, sin sentimientos.... C. Baudelaire*

*“La vida es la farsa que todos debemos representar”.... A. Rimbaud*

*“No existe la oscuridad, solo existe la incapacidad para ver“.... M. Muggeridge*

*“El que no duda no sabe cosa alguna” .... Proverbio español*

*“Aceptamos sólo aquello que entendemos como personal y propio, pero cada persona es el mundo total; y al igual que nuestro cuerpo forma parte de la historia de la evolución – incluyendo peces y animales más antiguos- también tenemos en nuestras almas lo que desde el principio han llevado las almas de los hombres. Todos los dioses y demonios que han existido en las diversas cultura como la griega, la oriental y demás, todos ellos se encuentran en nuestro interior, está vivos y presentes como descos, caminos a seguir o posibilidades activas” .... H. Hesse*

*“Bajo el Nogal de las ramas extendidas yo te vendí y tu me vendiste” ..... G. Orwell*

*“Se puede tener, en lo más profundo del alma un corazón cálido, y sin embargo puede que nadie acuda jamás a acogerse en él” ... V. Van Gogh*

## AGRADECIMIENTOS

*Al Programa de Becas de Tesis de Licenciatura (ROBERTEL) periodo Enero-Junio 2003, para la realización del presente trabajo.*

*A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Autónoma de México, por ayudarme a crecer y enseñarme la otra historia.*

*Al Doctor Guillermo Salgado Maldonado por permitirme trabajar en el laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología, UNAM. Gracias por la dirección de la tesis y por sus excelentes consejos.*

## AGRADECIMIENTOS

Es realmente difícil el recordar a todas las personas que de alguna u otra forma hayan contribuido para la culminación del presente trabajo. Sin embargo a todos (una disculpa por los nombres que no aparecieron), les agradezco haber compartido un instante de su existencia. Gracias por ayudarme, escucharme; jugar, reír y llorar conmigo; pero sobre todo por haber aprendido algo de ustedes.

A mis amigos de toda la vida Alejandro Hernández y Julio César Quintas (los polifos viven) y a sus respectivas familias. Su presencia y apoyo durante los momentos críticos ha sido vital.

A Saúl Guillen, por ser mi amigo y una de las personas más inteligentes que conozco.

A mis amigos de la carrera, gracias por compartir esta aventura; nos divertimos bastante. Mi eterna gratitud por darme la oportunidad de estar con ustedes, trabajar, soñar, intercambiar opiniones y aprender juntos. El orden de los nombres se realizó de forma alfabética y no implica preferencias. Cada uno de ustedes sabe lo que significa para mí. Alejandro Cristín, Alejandro Vega, Andrea Zamora (Negrís), Antonio Araujo (Toñote), Ariel Olvera, Carlos Fuentes (Negro), Cínthia Rodríguez, Fabíola Oropeza (Fabís), Horacio Barcenas, Manuela Muhlía (Manu), Miriam Quiroz, Ricardo Sánchez (Tigre), Samuel Tolentino y Rabindranath Argüelles.

A Memo Salgado por ser mi maestro y guía en estas maravillas de la evolución.

A todos los integrantes del Laboratorio de Helmintología. No saben lo agradable y satisfactorio que fue trabajar y discutir, con personas que sienten esta pasión por los parásitos. Gracias por sus comentarios y por auxiliarme con lo que cada uno sabe. Su ayuda fue invaluable. Ana Sereno, Andrés Martínez, Balbina Lara, Carlos Mendoza, Griselda Moreno, Guillermina Cabañas, Nadihellí Reséndiz, Martha

Yáñez, Miriam Reyna, Mirza Ortega, Petra Sánchez, Rafael Báez, Rafael Magaña, Rogelio Aguilar. A Lucy por su infinita ayuda desde el inicio y hasta el final. Norman, gracias por las correcciones.

Al Comité de Sinodales, por sus valiosos y acertados comentarios. M. en C. Alba Márquez, M. en C. Arturo Rocha, M. en C. María de los Ángeles Sanabria y M. en C. Rafael Chávez.

A todos los maestros que me impartieron clases (en especial a los Sen-Seys que fueron determinantes durante la carrera ).

Al VIVARIO que fue muy importante en mi formación.

## DEDICATORIAS

*A mi mamá ya mi papá por ser excelentes padres (Paulina y Jesús). Por ser mis primeros maestros Gracias por ser siempre generosos y buenos conmigo, pero sobre todo por dejarme pensar.*

*A mi hermana (Sonia) por ser una fuente constante de admiración. Te agradezco siempre decirme mis verdades.*

*A mi abuela por cuidarme.*

LOS ZUERO

## CONTENIDO

# IZT.

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                          | 1  |
| <b>ANTECEDENTES</b> .....                          | 3  |
| <b>OBJETIVOS</b> .....                             | 5  |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>                        |    |
| Área de estudio.....                               | 6  |
| Recolección y procesamiento de los hospederos..... | 7  |
| Examen helmintológico.....                         | 7  |
| Fijación de helmintos .....                        | 7  |
| Procesamiento de helmintos.....                    | 8  |
| Análisis de datos                                  |    |
| Caracterización de las helmintiasis.....           | 9  |
| Especies alogénicas y autogénicas.....             | 9  |
| Especies generalistas y especialistas .....        | 9  |
| Jerarquías de comunidades.....                     | 9  |
| Componente de comunidad                            |    |
| Representatividad de muestreos.....                | 10 |
| Riqueza.....                                       | 10 |
| Análisis de Olmstead-Tukey .....                   | 11 |
| Distribución de las abundancias.....               | 11 |

|   |    |
|---|----|
| Dominancia numérica.....  | 11 |
| Correlaciones.....  | 11 |
| Sexo del hospedero-riqueza de helmintos.....                            | 12 |
| Infracomunidad  |    |
| Dominancia numérica.....  | 12 |
| Diversidad.....   | 12 |
| Lista de abreviaturas de hospederos.....                                | 14 |
| <b>RESULTADOS</b>   |    |
| Inventario helmintológico y descripción general de las infecciones..... | 15 |
| Riqueza de especies de helmintos.....                                   | 28 |
| Caracterización de los componentes de comunidad.....                    | 42 |
| Distribución de abundancias de las especies de helmintos.....           | 46 |
| Infracomunidades.....   | 57 |
| <b>DISCUSIÓN</b>  |    |
| Inventario helmintológico y descripción general de las infecciones..... | 69 |
| Componente de comunidad.....  | 78 |
| Distribución de abundancias de las especies de helmintos.....           | 81 |
| Infracomunidades.....   | 82 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....   | 84 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | 86 |
| <b>ANEXO</b> .....  | I  |

## RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados del estudio de los helmintos parásitos de los peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato desde una perspectiva faunística y ecológica. Se describen patrones de estructuración de las comunidades de helmintos y se comparan principalmente con datos publicados sobre las comunidades de helmintos de peces del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México un cuerpo léntico que se encuentra dentro de la misma cuenca. Se examinaron un total de 653 individuos de 12 especies de peces, de los cuales se recobraron 27 especies de helmintos. Las metacercarias de tremátodos fueron el grupo más abundante por el número de especies y el número de individuos. El número de especies de grupos taxonómicos de helmintos es similar al encontrado en peces dulceacuícolas de otras cuencas hidrológicas de México. Las especies de helmintos introducidas antropogénicamente, *Bothriocephalus acheilognathi* y *Centrocestus formosanus*, jugaron un papel importante dentro de la comunidad de helmintos, al infectar un amplio número de hospederos. Se presenta un nuevo registro para México del monogéneo *Dactylogyrus minutus* en *Cyprinus carpio* y nuevo registro de hospedero (*Goodea atripinnis*) para el tremátodo *Margotrema* sp. Solo en una especie de pez se encontró una correlación significativa entre talla y peso del hospedero y riqueza de helmintos. No hubo diferencias significativas entre el sexo del hospedero respecto de la riqueza de helmintos. El tremátodo *Posthodiplostomum minimum* fue la especie más abundante y dominante en los peces de la presa. Las especies de helmintos alogénicas y generalistas conformaron el grupo más ampliamente distribuido. Las infracomunidades más diversas en promedio se encontraron en las especies de aterínidos, mientras las más pobres en las especies exóticas de hospederos. Las características ecológicas del hospedero (tipo de alimentación y densidad poblacional de individuos) fueron los principales determinantes en la estructuración de sus comunidades de parásitos.

## INTRODUCCIÓN

El parasitismo como forma de vida, es una importante fuerza biológica que influye sobre cada organismo en la Tierra. Pero solo a partir de los últimos 20 años los parásitos han sido reconocidos como componentes principales de las comunidades naturales (Perlman y Jaenike, 2003). Por ejemplo, se estima que cada planta y animal son parasitados en alguna etapa de su ciclo de vida (Bush *et al.*, 2001; Paracer y Ahmadjian 2000).

Los helmintos (incluyendo especies de los Phyla Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda), representan un conjunto importante de metazoarios parásitos representados actualmente por 51, 700 especies (Poulin y Morand, 2000).

Los estudios de helmintos en especies de vertebrados silvestres son pocos, entre otras razones por la complejidad de sus ciclos de vida, la laboriosa tarea de tener que considerar dos organismos (hospedero y parásito) al mismo tiempo y al solapamiento entre la ecología y otras disciplinas de la biología (Holmes y Price, 1986).

Los helmintos tienen un papel preponderante en las comunidades bióticas pues reducen la fecundidad y determinan las tasas de sobrevivencia en las poblaciones de animales de vida silvestre. Es probable que regulen la densidad poblacional, influir en el comportamiento de los individuos y, desde una perspectiva evolutiva, deben ser considerados como agentes de selección natural (Esch y Fernández, 1993; Tompkins y Begon, 1999; Thomas *et al.*, 2000). Existe la posibilidad de que una especie de parásito afecte simultáneamente la estructura de una comunidad en todos los niveles (tanto de hospederos, como de parásitos), por lo tanto otra función importante de las especies de parásitos sea el mantenimiento de la biodiversidad (Poulin, 1999).

Los peces son hábitats potenciales para un gran número de especies de helmintos. Pueden ser hospederos intermediarios, definitivos o paraténicos (Poulin y Valtonen, 2001).

México posee una rica ictiofauna compuesta por cerca de 2 122 especies, de los cuales 102 géneros y 506 especies son peces continentales; siendo 384 especies estrictamente dulceacuícolas (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993 a, b). Esta diversidad es producto de las diferentes condiciones fisiográficas, geológicas y climáticas del país

(Espinosa-Pérez, 1993). Se estima que éste número representa cerca del 60% de las especies de peces que habitan en Norteamérica (Miller, 1986).

En los cuerpos de agua del Altiplano Central de México los peces de la familia Goodeidae, el género *Chirostoma*, así como algunos ciprínidos y poecílidos son característicos.

La familia Goodeidae, que incluye peces vivíparos, es una de las más características y diversas del Altiplano Central de México (Lyons y Mercado-Silva, 2000). La mayoría de sus especies tienen una distribución que abarca principalmente las cuencas del Río Lerma, en la vertiente occidental del Altiplano Mexicano y algunas especies en ríos vecinos y en las cabeceras del Río Pánuco, en la vertiente del Atlántico, así como en las cuencas endorreicas del río Parras (Banarescu, 1992; Webb, 1998).

Existe en México otra familia de peces vivíparos, Poeciliidae, que es Neotropical y tiene siete géneros distribuidos en Norteamérica (Banarescu, 1992). *Poeciliopsis infans*, es el único representante de esta familia que se encuentra de forma natural en el Altiplano Mexicano (Miller y Smith, 1986).

La familia Cyprinidae incluye el número más grande de especies en el continente; *Algansea* y *Yuriria* son géneros distintivos en la Mesa Central Mexicana (Banarescu, 1992; Miller y Smith, 1986).

El género *Chirostoma* (Atherinidae) representa un grupo endémico del territorio mexicano. Actualmente se incluyen en el 18 especies, las cuales se distribuyen de manera natural en el Altiplano Mexicano (Paulo-Maya *et al.*, 2000).

La mayor parte del territorio mexicano es árido y el número de lagos naturales es relativamente bajo. Se han construido alrededor de 14 000 presas para la agricultura de riego, la generación de energía eléctrica, el manejo de las aguas superficiales y la acuicultura (De la Lanza y García, 2002). En éstos cuerpos de agua artificiales, y argumentando que las especies mexicanas no alcanzan tallas grandes, se han introducido un considerable número de especies exóticas como las carpas (*Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*) y las tilapias (*Oreochromis* spp.).

Estudiar los parásitos de peces de un reservorio artificial ofrece la oportunidad de explorar aspectos como la estructuración de las comunidades de helmintos en especies de peces autóctonas y exóticas, comparar las diferencias y semejanzas con respecto a un

lago natural y valorar la influencia de las especies de peces exóticas y su concomitante introducción de parásitos.

## **ANTECEDENTES**

Con las obras de Dogiel *et al.* (1961), Dogiel (1966) se iniciaron los estudios ecológicos de helmintos parásitos en peces. Sus investigaciones se centraron principalmente en la descripción empírica de la influencia de los factores abióticos y bióticos en las comunidades de parásitos. A partir de entonces se ha incrementado el interés de los investigadores de diferentes latitudes del mundo, respecto de la conformación y estructuración de las comunidades de helmintos en peces y otros grupos de hospederos.

Las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas presentan características que difieren de las que se presentan en otros grupos de vertebrados, inclusive de los peces marinos (Holmes, 1990).

Holmes (1990) sugiere que las comunidades de helmintos en peces marinos son más ricas, que las especies de peces dulceacuícolas. Entre los factores que favorecen éste patrón se mencionan el tamaño más grande de los hospederos, mayor hábitos gregarios, vagilidad y amplitud en la dieta de los peces marinos.

Kennedy *et al.* (1986) sugieren cinco factores que contribuyen a determinar la riqueza de especies de helmintos en un hospedero: 1) complejidad del intestino y/o fisiología del hospedero (endotermia/ectotermia), 2) vagilidad del hospedero, 3) amplitud de la dieta, 4) alimentación selectiva sobre presas que pueden servir como hospederos intermediarios para una amplia variedad de parásitos y, 5) exposición a parásitos con ciclos de vida directos. Estos autores concluyeron que las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas son significativamente más pobres en número de especies, individuos y de menor diversidad que las comunidades de otros vertebrados.

Kennedy (1990) consideró que las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas son en general pobres, con arreglos estocásticos, no estructuradas, de carácter aislacionista y no interactivas.

Aho y Bush (1993) estudiaron los patrones de riqueza de las comunidades de helmintos en 87 especies de peces de aguas continentales de Norteamérica. Examinaron

tres factores como determinantes para explicar la riqueza: amplitud del área geográfica ocupada, tamaño del cuerpo y gremio alimenticio del hospedero. Los autores mostraron que el rango geográfico del hospedero tuvo un efecto positivo en la riqueza regional. La talla del hospedero y el gremio alimenticio al que pertenecen también contribuyeron a explicar la riqueza observada. El tamaño del hospedero fue importante, incluso más que el área de distribución, cuando se trataba de parásitos autógenos. Anotaron también que en determinadas especies de peces los procesos locales, son más importantes que los procesos regionales para determinar la riqueza de especies de helmintos. Finalmente los autores concluyeron que el aislamiento taxonómico del hospedero en conjunción con su distribución podrían ser un importante índice de la riqueza de especies de parásitos para una especie de hospedero determinada. El como pueda contribuir cada aspecto, aún no se conoce con exactitud, pero probablemente tenga explicaciones ecológicas (captura del hospedero), evolutivas (especificidad filogenética) y coevolutivas (coespeciación).

En México el estudio de comunidades de helmintos parásitos en peces dulceacuícolas es todavía incipiente. Para un gran número de especies solo contamos con listados parciales de sus helmintos, en tanto que carecemos de datos helmintológicos en muchas otras especies de peces.

El Lago de Pátzcuaro en el Altiplano Mexicano, es uno de los sitios con mayor número de investigaciones respecto de la helmintofauna de sus peces (Lamothe-Argumedo, 1981; Osorio-Sarabia *et al.*, 1986; Mejia, 1987; Salgado-Maldonado y Osorio-Sarabia, 1987; Peresbarbosa-Rojas *et al.*, 1994; Pérez *et al.*, 1994; Espinosa-Huerta *et al.*, 1996; Mendoza-Garfias *et al.*, 1996; Sánchez-Álvarez *et al.*, 1998; Pérez *et al.*, 2000; Choudhury y Pérez, 2001; Moravec *et al.*, 2001).

Recientemente Salgado-Maldonado *et al.* (2001a) publicaron un inventario de helmintos parásitos de 33 especies de peces del sistema Lerma-Santiago estudiadas hasta la fecha. En éste estudio se registraron 43 especies de helmintos de las que seis (14%) son endémicas de la cuenca. Se describió la dominancia numérica de especies de nemátodos y tremátodos (principalmente metacercarias), los céstodos adultos y metacéstodos también tuvieron un papel importante dentro de la comunidad en términos numéricos. Se registró la presencia de cinco especies de monogéneos. Así también se consignó la presencia de tres especies introducidas antropogénicamente, el tremátodo *Centrocestus*

*formosanus*, el nemátodo *Pseudocapillaria tomentosa* y el céstodo *Bothriocephalus acheilognathi*.

**Objetivo General:**

- Comparar las comunidades de helmintos de los peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato, México, con las descritas en lagos naturales de la misma cuenca del Lerma-Santiago y en otras cuencas dulceacuícolas de México, para estudiar los patrones de estructura y composición de estas comunidades y tratar elucidar los procesos que le dan lugar.

**Objetivos particulares:**

- Presentar el inventario de los helmintos parásitos de los peces de la presa Ignacio Allende.
- Describir la composición taxonómica de las comunidades de helmintos de cada una de las especies de peces de la presa.
- Caracterizar los parámetros de infección (prevalencia, abundancia e intensidad promedio) de los peces de la presa Ignacio Allende.
- Describir la estructura de estas comunidades con base en su riqueza y diversidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El embalse Ignacio Allende (20° 55' N/100° 50' W) se ubica en el río de la Laja, en la cuenca del río Lerma, estado de Guanajuato. La cortina se sitúa a 12 km. al SO. del municipio San Miguel de Allende, a una altitud de 1843 msnm. Su capacidad de almacenamiento es de 251 millones de metros cúbicos, con una profundidad máxima de 20m. Se construyó hace 33 años para controlar las avenidas e inundaciones provocadas por el Río de la Laja en la ciudad de Celaya, Guanajuato. En la actualidad tiene diversos usos que incluyen irrigación, consumo doméstico, pesquería, recreación y acuacultura extensiva (López-López y Soto-Galera, 1993).

López-López (1997) registró la presencia de diez especies de peces de cuatro familias (Goodeidae, Cyprinidae, Atherinidae y Cichlidae). Las especies empleadas en la acuacultura de la presa incluyen a la tilapia (*Oreochromis mossambicus*), carpa (*Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*), que son introducidas además de los aterínidos *Chirostoma jordani*, *Chirostoma labarcae* y *Chirostoma arge*. La pesca de “charales”, es una actividad importante ya que en el estado de Guanajuato ocupa el segundo lugar a escala nacional ([www.gto.inegi.gob.mx](http://www.gto.inegi.gob.mx), 2001).

El clima del área es de tipo BS1kw(w) (e), seco templado con verano cálido extremo. Precipitación pluvial invernal menor del 5 % de la anual y temperatura media entre 12.9 y 21.9° C. Los meses más lluviosos son de mayo a octubre, con precipitaciones de 21.9 a 146.1 mm. Los de menor pluviosidad son de noviembre a mayo, con precipitaciones de 2.7 mm. a 12 mm. El tipo de suelo adyacente al embalse es principalmente Phaeozem, que tiene un alto porcentaje de material calcáreo, en la porción sureste hay una zona con suelo del tipo Vertisol, que contribuye con material pélico y crómico. La vegetación circundante es escasa y está formada por pastizales y matorral xerófilo (López-López, 1997).

## **Recolección y procesamiento de los hospederos**

Se desarrollaron 26 muestreos entre enero de 1997 y octubre de 2002. En total se examinaron 17 *Algansea tincella*, 77 *Cyprinus carpio*, 66 *Yuriria alta*, 7 *Allophorus robustus*, 181 *Goodea atripinnis*, 144 *Xenotoca variata*, 24 *Poeciliopsis infans*, 1 *Chirostoma humboldtianum*, 38 *Chirostoma jordani*, 2 *Chirostoma labarcae*, 76 *Chirostoma* sp. y 20 *Oreochromis mossambicus*. Los peces fueron recolectados con un chinchorro de 3 metros de longitud y ½ pulgada de luz de malla. Se usó también equipo de electropesca. Se transportaron vivos al laboratorio, para su examen helmintológico que se desarrolló en las 8 horas siguientes. Para cada hospedero se tomaron datos de longitud total, longitud patrón, altura máxima, peso y sexo.

## **Examen helmintológico**

Se realizó un examen cuidadoso de los peces bajo el microscopio estereoscópico. Se revisó primero la superficie externa del cuerpo para buscar los ectoparásitos en la base de las aletas, opérculos, boca, ano, etc.

Las branquias se separaron y se colocaron en cajas de Petri con agua del medio y se examinaron bajo microscopio estereoscópico con la ayuda de pinzas y agujas de disección.

Para la búsqueda de endoparásitos se realizó un corte longitudinal desde el ano hasta la altura de las aletas pectorales, prolongándose hasta la boca y separándose cuidadosamente los diferentes órganos de la cavidad del cuerpo. Estos se colocaron por separado en cajas de Petri con solución salina al 0.75% (Salgado-Maldonado, 1979). Los helmintos encontrados fueron separados y contados.

## **Fijación de helmintos**

Se aplicaron las técnicas de fijación apropiadas para cada grupo taxonómico de parásitos.

Platelmintos. Fueron fijados en formol al 4% caliente, posteriormente se conservaron en frascos con formol al 4% frío y limpio. Para monogéneos y dilepídidos se realizaron también preparaciones semipermanentes fijadas según el método propuesto por Ergens (1969) que permitió el estudio de las estructuras esclerotizadas. Para esto se

colocaron entre porta y cubre objetos, aplanándose ligeramente y sellándose con barniz. Se aplicó picrato-amonio por las orillas y dejando que penetrara por capilaridad (Mendoza-Franco *et al.*, 2003).

Nemátodos. Se fijaron en formol salino al 4% caliente y se guardaron en frascos con formol al 4 %. Después de 48 -72 hrs se cambiaron a alcohol etílico 70% hasta su estudio.

Acantocéfalos. Se pusieron en agua destilada y se refrigeraron por un espacio de 12 a 24 horas para que evertieran la proboscis, a continuación se fijaron con formol 4 % por 24 horas, se desmontaron y posteriormente se lavaron en alcohol 70 %. Fueron guardados en alcohol también al 70 % (Cabañas-Carranza, 2001).

### **Procesamiento de helmintos**

Para su estudio morfológico y determinación taxonómica los platelmintos y acantocéfalos se procesaron para hacer con ellos preparaciones permanentes. Las técnicas utilizadas comúnmente en helmintología y empleadas en el presente trabajo se refieren en el Anexo I.

Los nemátodos se estudiaron para su determinación mediante aclaramiento en preparaciones semipermanentes, a las cuales se les aplicó una serie progresiva de solución glicerina/agua destilada (1:20, 1:15, 1:10, 1:5, 1:2), realizando esto en presencia de calor (hasta su evaporación) con dos cambios en cada paso.

La determinación taxonómica de las especies se hizo con la literatura especializada para cada grupo taxonómico. Las claves utilizadas fueron para Trematoda Yamaguti (1971) (1975) y Schell (1985); para Monogenea Yamaguti (1968) y Gusev (1985); para Cestoda Khalil *et al.* (1994) y Scholz and Salgado-Maldonado (2001); para Nematoda Moravec (1998) y para Acanthocephala Petrochenko (1958).

## **Análisis de datos**

### **Caracterización de las helmintiasis**

Los parámetros de infección fueron calculados siguiendo las definiciones de Margolis *et al.* (1982): prevalencia, porcentaje de hospederos parasitados por una especie de helminto particular; abundancia, promedio de individuos de una especie de helminto por hospedero examinado e Intensidad promedio, promedio de individuos de una especie de helminto por hospedero parasitado.

### **Especies alogénicas-autogénicas y especialistas-generalistas**

De acuerdo con Esch *et al.* (1988) distinguimos dos grupos en las especies de helmintos recolectados. Especies autogénicas (helmintos que maduran sexualmente en peces u otros vertebrados dentro del sistema acuático) y especies alogénicas (helmintos que maduran sexualmente en aves o mamíferos ).

Se consideraron como especialistas aquellas especies que restringen su distribución, crecimiento y reproducción a una sola especie, género o familia de hospederos. En caso contrario, las especies parásitas de un amplio espectro de hospederos incluso de distintas familias, se consideraron como generalistas (Rohde, 1993).

### **Jerarquía de comunidades de helmintos**

En este trabajo se abordaron 2 niveles jerárquicos para las comunidades de helmintos (Holmes y Price, 1986; Esch *et al.*, 1990; Bush *et al.* 1997). Infracomunidad que son todas las especies de parásitos presentes en un hospedero individual, y componente de comunidad el conjunto de helmintos parásitos de hospederos de las infracomunidades en una muestra dada. El componente de comunidad ha sido sujeto de controversias respecto a la dificultad en determinar sus límites espaciales. En otras palabras: ¿El componente de comunidad son todas las especies de parásitos presentes en una especie de hospedero en un lugar específico o en todos los lugares donde se puede encontrar la especie de hospedero? (Aho y Bush, 1993 ; Sánchez-Ramírez y Vidal-Martínez, 2002). De acuerdo con esto describimos el componente de comunidad, pero no se discutió a profundidad

## **Componente de Comunidad**

### **Representatividad de los muestreos**

Se hicieron curvas acumulativas de especies de helmintos para establecer la representatividad del muestreo (es decir qué tan bien tenemos muestreada la comunidad); la tendencia asintótica en la acumulación de especies fue valorada mediante el ajuste de los datos al modelo de Clench (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993) de acuerdo a la siguiente función, que fue calculada con ayuda del programa Statistica 4.5.

$$Sp = (a * \text{hospederos}) / (b + \text{hospederos})$$

donde a = valor en el cual la curva se vuelve asíntota

b = valor de la rapidez con que se acumulan las especies

En este análisis consideramos como componente de comunidad a los helmintos encontrados en todos los individuos de una especie de pez por fecha de colecta.

### **Riqueza**

Para valorar el número de especies de helmintos que faltaron por detectar en cada componente de comunidad se calcularon tres estimadores de riqueza (Poulin, 1998a). Este procedimiento nos permitió verificar que los muestreos realizados nos hayan permitido recolectar la mayor parte sino todas, las especies de helmintos que constituyen cada componente de comunidad (los helmintos encontrados en todos los individuos por especie de pez y fecha de colecta). Se emplearon las siguientes funciones:

Estimador de Jackknife =  $S_j$

$$S_j = S_o + a (H - 1) / H$$

donde:  $S_o$  = riqueza de especies observada.

H = número de hospederos en la muestra.

a = número de especies únicas de parásitos en un solo hospedero de la muestra.

Estimador de Chao =  $S_c$

$$S_c = S_o + (a^2 / 2b)$$

donde:  $S_o$  = riqueza de especies observada.

a = número de especies de parásitos únicas en un solo hospedero de la muestra.

b = número de especies de parásitos en dos hospederos de la muestra.

Estimador Bootstrap =  $S_B$

$$S_B = S_o + \sum [1 - (h_j / H)]^H$$

donde:  $S_o$  = riqueza de especies observada.

$H$  = número de hospederos en la muestra.

$h_j$  = número de hospederos individuales en la muestra, cuya especie de parásito  $j$ , se registra.

### **Análisis de Olmstead-Tukey para dividir especies comunes / raras**

Se analizó el papel que tienen las diferentes especies de helmintos en función de sus valores de abundancia y prevalencia, aplicando el método de asociación no paramétrico de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1981). Los valores de la abundancia de cada especie de helminto fueron transformados a logaritmo base 10; sumándole la unidad a cada caso; estos valores así transformados se graficaron (en el eje de y) contra la prevalencia expresada en porcentaje, que se representó en el eje x. Se calculó el valor de la mediana para ambas series de valores. Gráficamente, la intersección de estos dos ejes, nos permitió distinguir cuatro cuadrantes: cuadrante I especies dominantes (abundantes y frecuentes), cuadrante II especies comunes (poco abundantes y frecuentes), cuadrante III especies raras (poco abundantes y poco frecuentes) y cuadrante IV especies indicadoras (abundantes y poco frecuentes). El análisis se realizó con los datos de los helmintos encontrados en todos los individuos por especie de pez y fecha de colecta.

### **Distribución de las abundancias**

Se calculó la proporción de cada especie de helminto ( $P_i$  = Número de helmintos de la  $i$ -ésima especie / Número total de gusanos) respecto del total de helmintos recolectados de todos los peces de una especie en una fecha dada (en el componente de comunidad) (Cabañas-Carranza, 2001).

### **Correlaciones**

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1981) para valorar la relación entre la riqueza observada en cada especie de pez y distintos parámetros del componente de comunidad (número de hospederos examinados, talla y

peso). Se realizó con los datos de todas las especies de peces y después dentro de cada especie de hospedero.

### **Sexo del hospedero-riqueza de helmintos**

En las especies de peces donde hubo un número considerable de hospederos sexados; se valoraron las diferencias en la riqueza de gusanos con respecto del sexo del pez aplicando la prueba no paramétrica de U Mann-Whitmann (Sokal y Rohlf, 1981). El análisis se hizo reuniendo los datos por especie de pez durante todos los muestreos.

### **Infracomunidad**

#### **Dominancia numérica**

Usando el índice de Berger-Parker se calculó la proporción del número de individuos de cada especie de helminto respecto del total de helmintos recolectados, en un hospedero sumando el número de individuos de helmintos de todas las especies en ese hospedero. El valor del índice de Berger-Parker es el de la especie más abundante (Southwood, 1978).

$$d = N_{\text{máx}}/N$$

donde:

$N_{\text{máx}}$  = el total de helmintos en la muestra dominada

$N$  = Número total de helmintos de la comunidad

#### **Diversidad**

Las comunidades de helmintos de peces por lo general resultan frecuentemente dominadas por una o pocas especies (Holmes, 1990; Kennedy, 1990). Adicionalmente, en México las comunidades de helmintos se integran de un número de especies raras (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997). Para estudiar estas dos características de las comunidades de helmintos en peces de la presa Ignacio Allende se calcularon dos índices de diversidad. La diversidad de las infracomunidades se examinó calculando los índices de Simpson y Brillouin para cada hospedero examinado.

Se usó el índice de Simpson, ya que es más sensible a los cambios en las especies abundantes, pero menos sensible a la abundancia de las especies dentro de la comunidad (Krebs, 1989), empleando la fórmula para una comunidad finita.

$$D = 1 - \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1) \text{ donde:}$$

$n_i$  = Número de helmintos en i-esíma especie

$N$  = Número total de helmintos

El índice de Brillouin es más sensible a los cambios en la abundancia de las especies raras (Krebs, 1989).

Índice de Brillouin (H)

$$H = 1 / N \log ( N! / n_1! n_2! n_3! \dots ) \text{ Donde:}$$

$N$  = número total de helmintos

$n_1$  = Número de helmintos de la especie 1

$n_2$  = Número de helmintos de la especie 2, etc.

Se calculó también la equidad de Brillouin, que está dada por la función (Magurran, 1988):

$$E = H / H_{\text{máx}} \text{ donde:}$$

$H$  = Diversidad de Brillouin

$H_{\text{máx}}$  = Diversidad del índice de Brillouin máxima

Lista de abreviaturas de hospederos y helmintos parásitos.

### **Hospederos**

ATI = *Algansea tincella*  
CCA = *Cyprinus carpio*  
YAL = *Yuriria alta*  
ARO = *Alloophorus robustus*  
GAT = *Goodea atripinnis*  
XVA = *Xenotoca variata*  
PIN = *Poeciliopsis infans*  
CHU = *Chirostoma humboldtianum*  
CJO = *Chirostoma jordani*  
CLA = *Chirostoma labarcae*  
CHI = *Chirostoma* sp.  
OMO = *Oreochromis mossambicus*

### **Helmintos**

|  |  |
|--|--|
| Mar = <i>Margotrema</i> sp.            | Bac = <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> |
| Cry = Cryptogonimidae gen. sp.         | Prote = Proteocephalidae gen. sp.          |
| Pro = <i>Proterodiplostomum</i> sp.    | Dil = Dilipididae gen. sp.                 |
| Cco = <i>Clinostomum complanatum</i>   | Ccf = <i>Cyclusteria</i> cf. <i>ralli</i>  |
| Dip = <i>Diplostomum</i> sp.           | Pca = <i>Paradilepis caballeroi</i>        |
| Pmi = <i>Posthodiplostomum minimum</i> | Vmi = <i>Valipora minuta</i>               |
| Het = Heterophyidae gen. sp.           | Pto = <i>Pseudocapillaria tomentosa</i>    |
| Cfo = <i>Centrocestus formosanus</i>   | Cap = Capillariidae gen. sp.               |
| Mon = Monogenea gen. sp.               | Rli = <i>Rhabdochona lichtenfelsi</i>      |
| Dac = Dactylogyridae gen. sp.          | Eus = <i>Eustrongylides</i> sp.            |
| Dex = <i>Dactylogyrus extensus</i>     | Con = <i>Contracaecum</i> sp.              |
| Dmi = <i>Dactylogyrus minutus</i>      | Spi = <i>Spiroxys</i> sp.                  |
| Anc = Ancyrocephalinae gen. sp.        | Pbr = <i>Polimorphus brevis</i>            |
| Gyr = <i>Gyrodactylus</i> sp.          |  |

## RESULTADOS

### Inventario helmintológico y descripción general de las infecciones

Se examinaron 653 peces de 12 especies incluidas en cinco familias (Tablas 1 y 2). Los hospederos más pequeños fueron de la especie *O. mossambicus* con promedio de longitud patrón de 25 mm, altura de 18.5 mm y peso de 0.6 g. *A. tincella* fue la de mayor tamaño, entre las especies examinadas con promedio de longitud patrón de 25.4 mm, altura de 25.4 y peso de 18.5 g.

Se recolectaron en total 5536 helmintos, de 27 especies (Tabla 1 y 2). El grupo taxonómico con mayor número de especies fueron los tremátodos, registrándose siete especies de metacercarias y un adulto. Además se registraron tres especies de nemátodos adultos y tres larvas; una sola especie de céstodo adulto y cinco de metacéstodos; seis especies de monogéneos, y una sola especie de acantocéfalo, como larva cistacanto.

Por el número de helmintos individuales, los tremátodos fueron el grupo más abundante. Considerando el total de gusanos recolectados en la presa, el 87.45% de ellos (4819 individuos) fueron tremátodos. En tanto que los céstodos constituyeron el 9.83% (502), los nemátodos el 2.1% (102); los monogéneos el 0.52% (29) y los acantocéfalos solo aportaron el 0.07% (4) de la colecta.

La “carpa” *C. carpio* (se examinaron n=77 hospederos de ésta especie), alojó el mayor número de especies de helmintos, 11 especies y la “pintada” *X. variata* (n=144) con 10. Mientras que el “charal de la barca” *C. labarcae* (n= 2) solo presentó dos especies y el “charal de cola corta” *C. humboldtianum* (n=1) no estuvo parasitado por ninguna especie (Fig. 1).

La especie *Y. alta* fue la que albergó el mayor número de helmintos individuales, 2416 (Fig. 2). En tanto que *C. labarcae* albergó dos y *O. mossambicus* tuvo seis.

Las especies de helmintos que parasitaron mayor número de especies de hospederos fueron *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 registrada en 11 especies de peces en la presa, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 con nueve y *Contracaecum* sp. con ocho (Tabla 2, Figs. 3, 4, 5).

Las metacercarias de *P. minimum* infectaron a todas las especies de hospederos examinados en la presa. Esta especie mostró altas prevalencias, alcanzando el 100% en varias fechas. Las metacercarias *P. minimum* también constituyeron el mayor número de

helminthos recolectados (2707) que representó el 49 % del total de gusanos recolectados en los muestreos (Fig. 3).

La siguiente especie en abundancia fue *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) cuyas metacercarias se encontraron en cinco de las 11 especies de hospederos de la presa, con una prevalencia variable de 2.0% a 56.0%. De esta especie se recuperaron 1901 individuos lo que representó el 34.58% del total de helminthos (Fig. 6). *B. acheilognathi*, *Contracaecum* sp. y *Diplostomum* sp. también presentaron una amplia distribución en las especies de hospederos examinados (Figs. 4, 5, 7). Por otro lado, se registraron prevalencias y abundancias muy bajas en monogéneos, las otras especies de céstodos y el acantocéfalo. La mayoría de las especies de helminthos parasitaron el aparato digestivo de los hospederos.

Se registraron ocho especies introducidas antropogénicamente; el céstodo *B. acheilognathi* (con prevalencias variables de 5.88 a 100% e intensidad promedio de 0.06 a 2.0) (Fig. 4), las metacercarias de *C. formosanus* (con prevalencias de 2.0 a 56.0% e intensidad promedio de 1.0 a 142.0) (Fig. 6), el nemátodo *Pseudocapillaria tomentosa* (Dujardin, 1843) que parasitó a *C. carpio* con una prevalencia del 13% y una intensidad promedio de 1.0. y las 5 especies de monogéneos que parasitaron a “carpas”, *C. carpio* y “tilapias” *O. mossambicus*; Monogenea gen. sp., *Dactylogyrus extensus* Müller y Van Cleave, 1932, *Dactylogyrus minutus* Kulwiec, 1927, Ancyrocephalinae gen. sp. y *Gyrodactylus* sp. cuyas prevalencias máximas fluctuaron entre 1.89 y 33 % y con intensidades promedio de 1.0 a 5.0 (Ver tabla 2).

Del total de las 27 especies de helminthos que se registraron en la presa, 11 fueron alogénicas y 16 autogénicas (Tabla 2). Se distinguieron en este inventario 15 especies de helminthos generalistas y ocho especialistas, las restantes especies no se pudieron categorizar por carencia de información sobre su biología (Tabla 2). En el presente estudio se registraron dos especies endémicas de la cuenca del Lerma-Santiago, el tremátodo *Margotrema* sp. y el nemátodo *Rhabdochona lichtenfelsi* Sánchez Álvarez, García y Pérez, 1998.

Tabla 1. Especies de peces examinados, número total de ejemplares de cada especie de hospedero (Peces exam.), número total de helmintos recolectados por especie de hospedero (Helm. rec. total), número de especies de helmintos por especie de hospedero (No. esp. helm.) y fecha de colecta (\*Especie introducida).

| Peces  | Peces exam. | Helm. rec. total | No. esp. helm. | Fecha de colecta |
|--|-------------|------------------|----------------|------------------|
| <b>Cyprinidae</b>                                |             |                  |                |                  |
| <i>Algansea tincella</i><br>(Valenciennes, 1854) | 17          | 437              | 6              | 22/IV/97         |
| * <i>Cyprinus carpio</i><br>Linnaeus, 1758       | 16          | 399              | 9              | 1/IX/00          |
|  | 53          | 86               | 7              | 9/X/02           |
|  | 8           | 6                | 4              | 10/X/02          |
| <i>Yuriria alta</i><br>Jordan, 1880              | 6           | 241              | 5              | 21/I/97          |
|  | 9           | 41               | 4              | 24/III/97        |
|  | 10          | 438              | 1              | 24/IV/97         |
|  | 17          | 38               | 2              | 20/V/97          |
|  | 14          | 1351             | 2              | 15/VI/97         |
|  | 4           | 141              | 2              | 3/IX/97          |
|  | 3           | 39               | 3              | 20/IX/97         |
|  | 3           | 127              | 4              | 1/IX/00          |
| <b>Goodeidae</b>                                 |             |                  |                |                  |
| <i>Alloophorus robustus</i><br>Bean, 1892        | 7           | 71               | 3              | 1/IX/00          |
| <i>Goodea atripinnis</i><br>Jordan, 1880         | 22          | 78               | 3              | 21/I/97          |
|  | 12          | 0                | 0              | 23/II/97         |
|  | 1           | 9                | 1              | 25/III/97        |
|  | 5           | 1                | 1              | 23/IV/97         |
|  | 3           | 12               | 1              | 20/V/97          |
|  | 11          | 57               | 3              | 15/VI/97         |
|  | 20          | 163              | 4              | 2/IX/97          |
|  | 6           | 6                | 2              | 29/IX/97         |
|  | 63          | 455              | 4              | 1/IX/00          |
|  | 27          | 22               | 3              | 9/X/02           |
|  | 11          | 4                | 2              | 10/X/02          |
| <i>Xenotoca variata</i><br>Bean, 1887            | 35          | 287              | 3              | 23/II/97         |
|  | 5           | 26               | 4              | 25/III/97        |
|  | 11          | 26               | 2              | 25/IV/97         |
|  | 3           | 40               | 2              | 19/V/97          |
|  | 21          | 33               | 5              | 10/VI/97         |

| Peces                            | Peces exam. | Helm. rec. | Esp. helm. | Fecha de colecta |
|----------------------------------|-------------|------------|------------|------------------|
|                                  | 4           | 91         | 3          | 28/IX/97         |
|                                  | 29          | 135        | 8          | 1/IX/00          |
|                                  | 28          | 31         | 4          | 9/X/02           |
|                                  | 8           | 33         | 2          | 10/X/02          |
| Poeciliidae                      |             |            |            |                  |
| <i>Poeciliopsis infans</i>       | 3           | 2          | 1          | 23/III/97        |
| Woolman, 1894                    | 2           | 4          | 1          | 25/IV/97         |
|                                  | 1           | 6          | 2          | 20/V/97          |
|                                  | 5           | 7          | 4          | 14/VI/97         |
|                                  | 9           | 99         | 3          | 30/IX/97         |
|                                  | 4           | 2          | 1          | 10/X/02          |
| Atherinidae                      |             |            |            |                  |
| <i>Chirostoma humboldtianum</i>  |             |            |            |                  |
| Valenciennes, 1835               | 1           | 0          | 0          | 27/VI/97         |
| <i>Chirostoma jordani</i>        | 23          | 128        | 5          | 20/I/97          |
| Woolman, 1894                    | 1           | 0          | 0          | 20/V/97          |
|                                  | 4           | 8          | 1          | 31/VIII/97       |
|                                  | 10          | 23         | 2          | 20/IX/97         |
| <i>Chirostoma labarcae</i>       | 1           | 4          | 2          | 20/I/97          |
| Meek, 1902                       | 1           | 1          | 1          | 3/IX/97          |
| <i>Chirostoma</i> sp.            | 13          | 14         | 3          | 1/IX/00          |
|                                  | 16          | 60         | 3          | 9/X/02           |
|                                  | 47          | 248        | 4          | 10/X/02          |
| Cichlidae                        |             |            |            |                  |
| * <i>Oreochromis mossambicus</i> |             |            |            |                  |
| Linnaeus, 1758                   | 8           | 3          | 3          | 1/IX/00          |
|                                  | 12          | 3          | 1          | 10/X/02          |
| Total                            | 653         | 5536       | 27         |                  |

Tabla 2. Inventario y categorización de los helmintos de los peces de la Presa Ignacio Allende, Guanajuato, México. Hosp. Exam.= Hospederos examinados, Prev%. = Prevalencia expresada en porcentaje, Hel. Rec. = Helmintos recolectados, Abund. D. E. = Abundancia ± Desviación estándar, Int. Prom. ± D. E. = Intensidad promedio ± Desviación estándar, Au=Autogénica, Al= Alogénica, Es= Especialista, Gn= Generalista, ?= Sin datos precisos

| Helminto   | Hospedero                   | Hábitat  | Fecha de colecta   | Hosp. Exam. | Prev. % | Hel. Rec. | Intervalo (min-máx) | Abund. ± D.E. | Int. Prom. ± D.E. |
|--|-----------------------------|--|--------------------|-------------|---------|-----------|---------------------|---------------|-------------------|
| <b>Platyhelminthes</b>   |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <b>Trematoda (Adulto)</b>  |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Familia Macroderoididae McMullen, 1937   |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Margotrema</i> sp. <sup>Au, Es</sup>  | <i>Goodea atripinnis</i>    | Intestino  | 15/junio/1997      | 11          | 9.09    | 2         | (2 - 2)             | 0.18 ± 0.6    | 2.0 ± 0           |
| <b>Trematoda (Metacercarias)</b>   |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Familia Cryptogonimidae Ciurea, 1933   |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Cryptogonimidae gen. sp. <sup>Au, ?</sup>  | <i>Algansea tincella</i>    | Intestino  | 22/abril/1997      | 17          | 5.88    | 1         | (1 - 1)             | 0.06 ± 0.24   | 1.0 ± 0           |
| Familia Proterodiplostomidae Dubois, 1936  |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Proterodiplostomum</i> sp. <sup>Au, ?</sup>                                       | <i>Algansea tincella</i>    | Cavidad del cuerpo   | 22/abril/1997      | 17          | 5.88    | 1         | (1 - 1)             | 0.06 ± 0.24   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Goodea atripinnis</i>    | Cavidad del cuerpo   | 2/septiembre/1997  | 20          | 30      | 58        | (1 - 17)            | 2.90 ± 5.48   | 9.67 ± 6.56       |
| Familia Clinostomidae Lühe, 1901   |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Clinostomum complanatum</i> <sup>Al, Gn</sup><br>(Rudolphi, 1814)                 | <i>Goodea atripinnis</i>    | Cavidad del cuerpo   | 21/enero/1997      | 22          | 4.55    | 9         | (9 - 9)             | 0.41 ± 1.91   | 9.0 ± 0           |
|  |                             | Intestino, cavidad del cuerpo, opérculo, Cavidad de los ojos | 1/septiembre/2000  | 63          | 12.70   | 25        | (1 - 11)            | 0.40 ± 1.56   | 3.13 ± 3.44       |
|  | <i>Xenotoca variata</i>     | Cavidad del cuerpo   | 1/septiembre/2000  | 29          | 31.03   | 71        | (1 - 43)            | 2.45 ± 8.42   | 7.9 ± 14.2        |
| Familia Diplostomidae Poirier, 1886  |                             |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Diplostomum</i> sp. <sup>Al, Gn</sup>   | <i>Yuriria alta</i>         | Musculatura  | 24/marzo/1997      | 9           | 11.00   | 1         | (1 - 1)             | 0.11 ± 0.33   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Poeciliopsis infans</i>  | Aleta caudal   | 23/marzo/1997      | 3           | 66.67   | 2         | (1 - 1)             | 0.67 ± 0.57   | 1.0 ± 0           |
|  |                             | Aleta anal   | 20/mayo/1997       | 1           | 100.00  | 3         | (3 - 3)             | 3.0 ± 0       | 3.0 ± 0           |
|  |                             | Mesenterio   | 14/junio/1997      | 5           | 20.00   | 1         | (1 - 1)             | 0.20 ± 0.44   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Chirostoma jordani</i>   | Mesenterio   | 31/agosto/1997     | 4           | 25.00   | 8         | (8 - 8)             | 2.0 ± 4.0     | 8.0 ± 0           |
|  |                             | Musculatura  | 20/septiembre/1997 | 10          | 30.00   | 6         | (1 - 3)             | 0.6 ± 1.07    | 2.0 ± 1.0         |
| <i>Posthodiplostomum minimum</i> <sup>Al, Gn</sup><br>(MacCallum, 1921) Dubois, 1936 | <i>Algansea tincella</i>    | Higado, grasa, Mesenterio                                    | 22/abril/1997      | 17          | 83.35   | 258       | (2 - 64)            | 15.18 ± 15.92 | 18.43 ± 15.89     |
|  | <i>Cyprinus carpio</i>      | Mesenterio   | 1/septiembre/2000  | 16          | 6.25    | 1         | (1 - 1)             | 0.06 ± 0.25   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Yuriria alta</i>         | Grasa  | 21/enero/1997      | 6           | 16.67   | 14        | (14 - 14)           | 2.33 ± 5.71   | 14.0 ± 0          |
|  |                             | Higado, mesenterio   | 24/marzo/1997      | 9           | 55.56   | 35        | (1 - 13)            | 3.89 ± 5.23   | 7.0 ± 5.24        |
|  |                             | Grasa, mesenterio  | 24/abril/1997      | 10          | 80.00   | 438       | (2 - 197)           | 43.80 ± 70.35 | 54.75 ± 75.35     |
|  |                             | Mesenterio, higado   | 20/mayo/1997       | 17          | 58.82   | 25        | (1 - 7)             | 1.47 ± 2.12   | 2.50 ± 2.27       |
|  |                             | Grasa, cavidad del cuerpo, vejiga natatoria.                 | 15/junio/1997      | 14          | 64.29   | 357       | (1 - 338)           | 25.50 ± 89.95 | 39.67 ± 111.88    |
|  |                             | Higado   | 3/septiembre/1997  | 4           | 100.00  | 139       | (6 - 64)            | 34.75 ± 23.71 | 34.75 ± 23.71     |
|  |                             | Grasa, higado  | 20/septiembre/1997 | 3           | 100.00  | 32        | (1 - 20)            | 10.67 ± 9.50  | 10.67 ± 9.50      |
|  |                             | Higado, mesenterio   | 1/septiembre/2000  | 3           | 100.00  | 20        | (3 - 13)            | 6.67 ± 5.51   | 6.67 ± 5.51       |
|  | <i>Alloophorus robustus</i> | Intestino, mesenterio, Higado                                | 1/septiembre/2000  | 7           | 71.40   | 69        | (2 - 28)            | 9.86 ± 11.78  | 13.8 ± 11.84      |

Continuación Tabla 2.

| Helminto   | Hospedero                          | Habitat  | Fecha de colecta   | Hosp. Exam. | Prev. % | Hel. Rec. | Intervalo (min-máx) | Abund. ± D.E. | Int. Prom. ± D.E. |
|--|------------------------------------|--|--------------------|-------------|---------|-----------|---------------------|---------------|-------------------|
|  | <i>Goodea atripinnis</i>           | Grasa, mesenterio, Hígado                                    | 21/enero/1997      | 22          | 54.55   | 68        | (1 - 15)            | 3.09 ± 4.52   | 5.67 ± 4.81       |
|  |                                    | Hígado   | 25/marzo/1997      | 1           | 100.00  | 9         | (9 - 9)             | 9.0 ± 0       | 9.0 ± 0           |
|  |                                    | Hígado   | 23/abril/1997      | 5           | 20.00   | 1         | (1 - 1)             | 0.20 ± 0.44   | 1.0 ± 0           |
|  |                                    | Hígado, mesenterio   | 20/mayo/1997       | 3           | 100.00  | 12        | (1 - 10)            | 4.0 ± 5.2     | 4.0 ± 5.2         |
|  |                                    | Hígado, mesenterio   | 15/junio/1997      | 11          | 63.64   | 37        | (1 - 17)            | 3.36 ± 5.37   | 5.29 ± 6.02       |
|  |                                    | Hígado   | 2/septiembre/1997  | 20          | 75.00   | 101       | (1 - 44)            | 5.05 ± 9.67   | 6.73 ± 10.72      |
|  |                                    | Hígado   | 29/septiembre/1997 | 6           | 33.33   | 5         | (2 - 3)             | 0.83 ± 1.32   | 2.50 ± 0.70       |
|  |                                    | Hígado, cavidad del cuerpo, mesenterio, Grasa, cavidad bran. | 1/septiembre/2000  | 63          | 69.84   | 381       | (1 - 60)            | 6.05 ± 9.31   | 8.66 ± 0.08       |
|  | <i>Xenotoca variata</i>            | Hígado, mesenterio   | 9/octubre/2002     | 27          | 11.11   | 13        | (2 - 5)             | 0.48 ± 1.5    | 4.33 ± 2.08       |
|  |                                    | Mesenterio, hígado, Grasa                                    | 23/febrero/1997    | 35          | 57.14   | 275       | (2 - 38)            | 7.86 ± 10.06  | 13.75 ± 9.79      |
|  |                                    | Hígado   | 25/marzo/1997      | 5           | 60.00   | 6         | (2 - 2)             | 1.2 ± 1.09    | 2.0 ± 0           |
|  |                                    | Cavidad del cuerpo, Hígado                                   | 25/abril/1997      | 11          | 63.64   | 22        | (1 - 7)             | 2.0 ± 2.28    | 3.14 ± 2.12       |
|  |                                    | Hígado, mesenterio   | 19/mayo/1997       | 3           | 66.67   | 39        | (16 - 23)           | 13.0 ± 11.79  | 19.5 ± 4.95       |
|  |                                    | Hígado, mesenterio   | 10/junio/1997      | 21          | 38.10   | 25        | (1 - 7)             | 1.19 ± 2.09   | 31.13 ± 2.36      |
|  |                                    | Hígado   | 28/septiembre/1997 | 4           | 100.00  | 79        | (2 - 67)            | 19.75 ± 31.57 | 5.22 ± 6.20       |
| Hígado, cavidad del cuerpo, mesenterio           |                                    | 1/septiembre/2000  | 29                 | 31.03       | 47      | (1 - 20)  | 1.62 ± 4.13         | 5.22 ± 6.20   |                   |
| Hígado   |                                    | 9/octubre/2002   | 28                 | 7.14        | 5       | (1 - 4)   | 0.18 ± 0.77         | 2.50 ± 2.12   |                   |
| Hígado   |                                    | 10/octubre/2002  | 8                  | 12.50       | 30      | (1 - 1)   | 3.75 ± 10.60        | 112.50 ± 0    |                   |
| <i>Poeciliopsis infans</i>                       | Grasa, mesenterio                  | 25/abril/1997  | 2                  | 50.00       | 4       | (4 - 4)   | 2.0 ± 2.82          | 4.0 ± 0       |                   |
|  | Grasa, mesenterio                  | 20/mayo/1997   | 1                  | 100.00      | 3       | (3 - 3)   | 3.0 ± 0             | 3.0 ± 0       |                   |
|  | Mesenterio                         | 14/junio/1997  | 5                  | 20.00       | 2       | (2 - 2)   | 0.40 ± 0.89         | 2.0 ± 0       |                   |
|  | Hígado                             | 30/septiembre/1997   | 9                  | 100.00      | 96      | (1 - 34)  | 10.7 ± 10.3         | 10.67 ± 10.31 |                   |
|  | Mesenterio                         | 10/octubre/2002  | 4                  | 25.00       | 2       | (2 - 2)   | 0.5 ± 1.0           | 2.0 ± 0       |                   |
| <i>Chirostoma jordani</i>                        | Grasa, hígado                      | 20/enero/1997  | 23                 | 52.17       | 43      | (1 - 13)  | 1.87 ± 2.95         | 3.58 ± 3.29   |                   |
|  | Musculatura, Superficie del cuerpo |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Chirostoma labarcae</i>                       | Mesenterio, hígado                 | 20/enero/1997  | 1                  | 100.00      | 2       | (2 - 2)   | 2.0 ± 0             | 2.0 ± 0       |                   |
|  | Mesenterio, hígado                 | 3/septiembre/1997  | 1                  | 100.00      | 1       | (1 - 1)   | 1.0 ± 0             | 1.0 ± 0       |                   |
| <i>Chirostoma</i> sp.                            | Mesenterio, hígado                 | 1/septiembre/2000  | 13                 | 30.77       | 9       | (1 - 4)   | 0.69 ± 1.32         | 2.25 ± 1.50   |                   |
|  | Mesenterio                         | 10/octubre/2002  | 47                 | 2.13        | 1       | (1 - 1)   | 0.02 ± 0.14         | 1.0 ± 0       |                   |
| <i>Oreochromis mossambicus</i>                   | Hígado                             | 1/septiembre/2000  | 8                  | 12.50       | 1       | (1 - 1)   | 0.13 ± 0.35         | 1.0 ± 0       |                   |
| Familia Heterophyidae Odhner, 1914               |                                    |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Heterophyidae gen. sp.                           | <i>Chirostoma jordani</i>          | Cavidad branquial  | 20 /enero/1997     | 23          | 8.70    | 18        | (2 - 16)            | 0.78 ± 3.34   | 9.0 ± 9.9         |
| <i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924) | <i>Algansea tinella</i>            | Arcos branquiales  | 22/abril/1997      | 17          | 17.65   | 175       | (1 - 168)           | 10.29 ± 40.67 | 58.33 ± 95.0      |
|  |                                    | Arcos branquiales, Cavidad branquial                         | 1/septiembre/2000  | 16          | 18.75   | 376       | (61 - 183)          | 23.5 ± 55.26  | 125.33 ± 61.27    |
|  | <i>Yuriria alta</i>                | Arcos branquiales  | 21/enero/1997      | 6           | 16.67   | 231       | (231 - 231)         | 38.5 ± 94.3   | 231.0 ± 0         |
|  |                                    | Arcos branquiales  | 15/junio/1997      | 14          | 56.00   | 994       | (1 - 945)           | 71.0 ± 251.75 | 142.0 ± 354.34    |
|  | <i>Goodea atripinnis</i>           | Arcos branquiales, Cavidad branquial                         | 20/septiembre/1997 | 3           | 33.33   | 5         | (5 - 5)             | 1.67 ± 2.89   | 5.0 ± 0           |
|  | <i>Goodea atripinnis</i>           | Arcos branquiales, Cavidad branquial                         | 15/junio/1997      | 11          | 27.27   | 16        | (2 - 11)            | 1.45 ± 3.32   | 5.33 ± 4.93       |

Continuación Tabla 2.

| Helminto  | Hospedero                      | Hábitat                                 | Fecha de colecta   | Hosp.<br>Exam. | Prev.<br>% | Hel.<br>Rec. | Intervalo<br>(min-máx) | Abund.<br>± D.E. | Int. Prom.<br>± D.E. |
|---|--------------------------------|---|--------------------|----------------|------------|--------------|------------------------|------------------|----------------------|
|   |                                | Arcos branquiales,<br>Cavidad branquial | 2/septiembre/1997  | 20             | 5.00       | 2            | (2 - 2)                | 0.10 ± 0.44      | 2.0 ± 0              |
|   | <i>Poeciliopsis infans</i>     | Arcos branquiales                       | 14/junio/1997      | 5              | 20.00      | 1            | (1 - 1)                | 0.20 ± 0.44      | 1.0 ± 0              |
| <b>Monogenea</b>  |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| Monogenea <sup>Au, Es?</sup>  | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 1/septiembre/2000  | 16             | 6.25       | 5            | (5 - 5)                | 0.31 ± 1.25      | 5.0 ± 0              |
|   | <i>Yuriria alta</i>            | Arcos branquiales                       | 21/enero/1997      | 6              | 16.67      | 6            | (6 - 6)                | 1.0 ± 2.44       | 5.0 ± 0              |
|   | <i>Oreochromis mossambicus</i> | Mesenterio                              | 1/septiembre/2000  | 8              | 12.50      | 1            | (1 - 1)                | 0.13 ± 0.35      | 1.0 ± 0              |
| Familia Dactylogyridae Bychowsky, 1933  |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| Dactylogyridae gen. sp. <sup>Au, Es?</sup>                                    | <i>Yuriria alta</i>            | Arcos branquiales                       | 1/septiembre/2000  | 3              | 33.00      | 1            | (1 - 1)                | 0.35 ± 0.58      | 1.0 ± 0              |
| <i>Dactylogyrus extensus</i> <sup>Au, Es?</sup><br>Mueller y Van Cleave, 1932 | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 9/octubre/2002     | 53             | 3.77       | 2            | (1 - 1)                | 0.04 ± 0.19      | 1.0 ± 0              |
| <i>Dactylogyrus minutus</i> <sup>Au, Es?</sup><br>Kulwiec, 1927               | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 9/octubre/2002     | 53             | 3.77       | 2            | (1 - 1)                | 0.04 ± 0.19      | 1.0 ± 0              |
|   | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 10/octubre/2002    | 8              | 12.50      | 1            | (1 - 1)                | 1.0 ± 0.35       | 1.0 ± 0              |
| Subfamilia Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937                                   |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| Ancyrocephalinae gen. sp. <sup>Au, Es?</sup>                                  | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 9/octubre/2002     | 53             | 1.89       | 1            | (1 - 1)                | 0.02 ± 0.13      | 1.0 ± 0              |
| Familia Gyrodactilidae Cobbold, 1864  |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| <i>Gyrodactylus</i> sp. <sup>Au, Es?</sup>                                    | <i>Cyprinus carpio</i>         | Arcos branquiales                       | 9/octubre/2002     | 53             | 3.77       | 4            | (1 - 3)                | 0.08 ± 0.43      | 2.0 ± 0              |
|   | <i>Xenotoca variata</i>        | Arcos branquiales                       | 9/octubre/2002     | 28             | 3.57       | 4            | (4 - 4)                | 0.14 ± 0.75      | 4.0 ± 0              |
| <b>Cestoda (Adultos)</b>  |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| Familia Bothriocephalidae Blanchard, 1849                                     |                                |   |                    |                |            |              |                        |                  |                      |
| <i>Bothriocephalus acheilognathi</i> <sup>Au, Gn</sup><br>Yamaguti, 1934      | <i>Algansea tincella</i>       | Intestino                               | 22/abril/1997      | 17             | 5.88       | 1            | (1 - 1)                | 0.06 ± 0.24      | 1.0 ± 0              |
|   | <i>Cyprinus carpio</i>         | Intestino                               | 1/septiembre/2000  | 16             | 13.00      | 2            | (1 - 1)                | 0.13 ± 0.34      | 1.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 9/octubre/2002     | 53             | 47.17      | 74           | (1 - 8)                | 1.40 ± 2.05      | 2.96 ± 2.07          |
|   |                                | Intestino                               | 10/octubre/2002    | 8              | 25.00      | 2            | (1 - 1)                | 0.25 ± 0.46      | 1.0 ± 0              |
|   | <i>Yuriria alta</i>            | Intestino                               | 21/enero/1997      | 6              | 16.67      | 1            | (1 - 1)                | 0.17 ± 0.40      | 1.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 24/marzo/1997      | 9              | 11.11      | 2            | (2 - 2)                | 0.22 ± 0.66      | 2.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 20/mayo/1997       | 17             | 23.53      | 13           | (1 - 5)                | 0.76 ± 1.60      | 3.25 ± 1.71          |
|   |                                | Intestino                               | 3/septiembre/1997  | 4              | 25.00      | 2            | (2 - 2)                | 0.50 ± 1.0       | 2.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 20/septiembre/1997 | 3              | 33.33      | 2            | (2 - 2)                | 0.67 ± 1.15      | 2.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 1/septiembre/2000  | 3              | 33.00      | 2            | (2 - 2)                | 0.67 ± 1.15      | 2.0 ± 0              |
|   | <i>Goodea atripinnis</i>       | Intestino                               | 9/octubre/2002     | 27             | 11.11      | 4            | (1 - 2)                | 0.15 ± 0.45      | 1.33 ± 0.57          |
|   | <i>Xenotoca variata</i>        | Intestino                               | 25/marzo/1997      | 5              | 20.00      | 17           | (17 - 17)              | 3.4 ± 7.6        | 17.0 ± 0             |
|   |                                | Intestino                               | 10/junio/1997      | 21             | 9.52       | 2            | (1 - 1)                | 0.10 ± 0.30      | 1.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 28/septiembre/1997 | 4              | 75.00      | 9            | (1 - 9)                | 2.75 ± 4.19      | 3.67 ± 4.62          |
|   |                                | Intestino                               | 1/septiembre/2000  | 29             | 6.90       | 4            | (1 - 3)                | 0.14 ± 0.65      | 2.0 ± 1.41           |
|   |                                | Intestino                               | 9/octubre/2002     | 28             | 3.57       | 12           | (12 - 12)              | 0.43 ± 2.26      | 12.0 ± 0             |
|   | <i>Chirostoma jordani</i>      | Intestino                               | 20/enero/1997      | 23             | 34.78      | 19           | (1 - 5)                | 0.83 ± 1.43      | 2.38 ± 1.51          |
|   |                                | Intestino                               | 20/septiembre/1997 | 10             | 60.00      | 17           | (1 - 8)                | 1.7 ± 2.54       | 2.83 ± 2.79          |
|   | <i>Chirostoma labarcae</i>     | Intestino                               | 20/enero/1997      | 1              | 100.00     | 2            | (2 - 2)                | 2.0 ± 0          | 2.0 ± 0              |
|   | <i>Chirostoma</i> sp.          | Intestino                               | 1/septiembre/2000  | 13             | 15.38      | 2            | (2 - 2)                | 0.15 ± 0.38      | 1.0 ± 0              |
|   |                                | Intestino                               | 9/octubre/2002     | 16             | 81.25      | 52           | (1 - 14)               | 3.25 ± 3.56      | 4.0 ± 3.55           |
|   |                                | Intestino                               | 10/octubre/2002    | 47             | 72.34      | 176          | (1 - 17)               | 3.74 ± 4.07      | 5.18 ± 3.94          |

Continuación Tabla 2.

| Helminto   | Hospedero                      | Hábitat  | Fecha de colecta   | Hosp. Exam. | Prev. % | Hel. Rec. | Intervalo (min-máx) | Abund. ± D.E. | Int. Prom. ± D.E. |
|--|--------------------------------|--|--------------------|-------------|---------|-----------|---------------------|---------------|-------------------|
|  | <i>Oreochromis mossambicus</i> | Intestino                                      | 10/octubre/2002    | 6           | 16.67   | 3         | (3 - 3)             | 0.5 ± 1.22    | 3.0 ± 0           |
| <b>Cestoda (Metacestodos)</b>  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Familia Proteocephalidae La Rue, 1911  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Proteocephalidae gen. sp. <sup>Au, ?</sup>   | <i>Poecilopsis infans</i>      | Mesenterio                                     | 30/septiembre/1997 | 9           | 22.22   | 2         | (1 - 1)             | 0.22 ± 0.44   | 1.0 ± 0           |
| Familia Dilepididae Railliet and Henry, 1909   |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Dilepididae gen. sp. <sup>Al, Gn</sup>   | <i>Xenotoca variata</i>        | Mesenterio                                     | 1/septiembre/2000  | 29          | 3.45    | 1         | (1 - 1)             | 0.03 ± 0.19   | 1.0 ± 0           |
| <i>Paradilepis caballeri</i> <sup>Al, Gn</sup>   | <i>Cyprinus carpio</i>         | Intestino                                      | 10/octubre/2002    | 8           | 12.5    | 1         | (1 - 1)             | 0.13 ± 0.35   | 1.0 ± 0           |
| Rysavy y Macko, 1973   | <i>Chirostoma jordani</i>      | Hígado   | 20/enero/1997      | 23          | 21.74   | 41        | (4 - 12)            | 1.78 ± 3.78   | 8.20 ± 3.63       |
|  | <i>Chirostoma</i> sp.          | Intestino                                      | 9/octubre/2002     | 16          | 18.75   | 6         | (1 - 4)             | 0.38 ± 1.02   | 2.0 ± 1.43        |
|  |                                | Hígado, Intestino, Vesícula biliar, Mesenterio | 10/octubre/2002    | 47          | 27.66   | 67        | (1 - 25)            | 1.43 ± 4.59   | 5.15 ± 7.75       |
| <i>Valipora minuta</i> <sup>Al, Gn</sup><br>(Coil, 1950)                                   | <i>Goodea atripinnis</i>       | Vesícula biliar                                | 10/octubre/2002    | 11          | 9.09    | 1         | (1 - 1)             | 0.09 ± 0.30   | 1.0 ± 0           |
| <i>Cyclusteria cf. ralli</i> <sup>Al, Gn</sup><br>(Underwood and Dronen, 1986)             | <i>Xenotoca variata</i>        | Mesenterio                                     | 19/mayo/1997       | 3           | 33.33   | 1         | (1 - 1)             | 0.33 ± 0.57   | 1.0 ± 0           |
|  |                                | Mesenterio                                     | 10/junio/1997      | 21          | 4.76    | 1         | (1 - 1)             | 0.05 ± 0.21   | 1.0 ± 0           |
|  |                                | Mesenterio                                     | 1/septiembre/2000  | 29          | 3.45    | 1         | (1 - 1)             | 0.03 ± 0.19   | 1.0 ± 0           |
| <b>Nematoda (Adultos)</b>  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Familia Capillariidae Neveu-Lemaire, 1936  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Pseudocapillaria tomentosa</i> <sup>Au, Gn</sup><br>(Dujardin, 1843)                    | <i>Cyprinus carpio</i>         | Intestino                                      | 1/septiembre/2000  | 16          | 13.00   | 2         | (2 - 2)             | 0.13 ± 0.5    | 1.0 ± 0           |
| Capillariidae gen. sp. <sup>Au, ?</sup>  | <i>Cyprinus carpio</i>         | Intestino                                      | 1/septiembre/2000  | 16          | 12.50   | 2         | (2 - 2)             | 0.13 ± 0.34   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Allophorus robustus</i>     | Mesenterio                                     | 1/septiembre/2000  | 7           | 14.30   | 1         | (1 - 1)             | 0.14 ± 0.38   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Goodea atripinnis</i>       | Intestino                                      | 2/septiembre/1997  | 20          | 5.00    | 2         | (2 - 2)             | 0.10 ± 0.44   | 2.0 ± 0           |
|  |                                | Intestino                                      | 29/septiembre/1997 | 6           | 16.67   | 1         | (1 - 1)             | 0.17 ± 0.4    | 1.0 ± 0           |
| Familia Rhabdochonidae Travassos, Artigas and Pereira, 1928                                |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Rhabdochona lichtenfelsi</i> <sup>Au, Es</sup><br>Sánchez-Álvarez, García y Pérez, 1998 | <i>Cyprinus carpio</i>         | Mesenterio                                     | 1/septiembre/2000  | 16          | 6.25    | 4         | (4 - 4)             | 0.25 ± 1.0    | 4.0 ± 0           |
|  | <i>Xenotoca variata</i>        | Intestino                                      | 1/septiembre/2000  | 29          | 20.69   | 8         | (1 - 2)             | 0.03 ± 0.59   | 1.33 ± 0.52       |
| <b>Nematoda (Larvas)</b>   |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| Familia Dioctophymatidae Railliet, 1915  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Eustrongylides</i> sp. <sup>Al, Gn</sup>  | <i>Cyprinus carpio</i>         | Mesenterio                                     | 1/septiembre/2000  | 16          | 6.25    | 1         | (1 - 1)             | 0.06 ± 0.25   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Allophorus robustus</i>     | Cavidad del cuerpo                             | 1/septiembre/2000  | 7           | 14.30   | 1         | (1 - 1)             | 0.14 ± 0.38   | 1.0 ± 0           |
| Familia Anisakidae Railliet and Henry, 1912  |                                |  |                    |             |         |           |                     |               |                   |
| <i>Contracaecum</i> sp. <sup>Al, Gn</sup>  | <i>Algansea tinicella</i>      | Mesenterio                                     | 22/abril/1997      | 17          | 5.88    | 1         | (1 - 1)             | 0.06 ± 0.24   | 1.0 ± 0           |
|  | <i>Cyprinus carpio</i>         | Cavidad del cuerpo, intestino                  | 9/octubre/2002     | 53          | 3.77    | 2         | (1 - 1)             | 0.04 ± 0.19   | 1.0 ± 0           |

Continuación Tabla 2.

| Helminto  | Hospedero                            | Hábitat                                   | Fecha de colecta   | Hosp. | Prev. | Hel.    | Intervalo<br>(min-máx) | Abund.<br>± D.E. | Int. Prom.<br>± D.E. |
|---|--------------------------------------|---|--------------------|-------|-------|---------|------------------------|------------------|----------------------|
|   |                                      |   |                    | Exam. | %     | Rec.    |                        |                  |                      |
|   | <i>Yuriria alta</i>                  | Gónadas                                   | 21/enero/1997      | 6     | 16.67 | 1       | (1 - 1)                | 0.17 ± 0.40      | 1.0 ± 0              |
|   |                                      | Higado                                    | 24/marzo/1997      | 9     | 11.11 | 3       | (3 - 3)                | 0.33 ± 1.0       | 3.0 ± 0              |
|   |                                      | Mesenterio                                | 1/septiembre/2000  | 3     | 33.33 | 1       | (1 - 1)                | 0.33 ± 0.58      | 1.0 ± 0              |
|   | <i>Goodea atripinnis</i>             | Mesenterio                                | 21/enero/1997      | 22    | 4.55  | 1       | (1 - 1)                | 0.05 ± 0.21      | 1.0 ± 0              |
|   |                                      | Intestino                                 | 15/junio/1997      | 11    | 18.18 | 4       | (1 - 3)                | 0.36 ± 0.92      | 2.0 ± 1.41           |
|   |                                      | Mesenterio, cavidad del cuerpo            | 1/septiembre/2000  | 63    | 7.94  | 6       | (1 - 2)                | 0.10 ± 0.35      | 1.2 ± 0.44           |
|   |                                      | Mesenterio, cavidad del cuerpo, intestino | 9/octubre/2002     | 27    | 14.81 | 5       | (1 - 2)                | 0.19 ± 0.48      | 1.25 ± 0.5           |
|   |                                      | Mesenterio                                | 10/octubre/2002    | 11    | 27.27 | 3       | (1 - 1)                | 0.27 ± 0.46      | 1.0 ± 0              |
|   | <i>Xenotoca variata</i>              | Mesenterio, intestino                     | 23/febrero/1997    | 35    | 31.43 | 15      | (1 - 3)                | 0.43 ± 0.74      | 1.36 ± 0.67          |
|   |                                      | Musculatura, cavidad del cuerpo           |                    |       |       |         |                        |                  |                      |
|   |                                      | Mesenterio                                | 25/marzo/1997      | 5     | 20.00 | 1       | (1 - 1)                | 0.2 ± 0.44       | 1.0 ± 0              |
|   |                                      | Mesenterio                                | 25/abril/1997      | 11    | 18.18 | 4       | (1 - 3)                | 0.36 ± 0.92      | 2.0 ± 1.4            |
|   |                                      | Mesenterio, higado                        | 10/junio/1997      | 21    | 14.29 | 4       | (1 - 2)                | 0.19 ± 0.51      | 1.33 ± 0.58          |
|   |                                      | Intestino                                 | 28/septiembre/1997 | 4     | 25.00 | 1       | (1 - 1)                | 0.25 ± 0.50      | 1.0 ± 0              |
|   |                                      | Mesenterio                                | 1/septiembre/2000  | 29    | 6.90  | 2       | (1 - 1)                | 0.07 ± 0.26      | 1.0 ± 0              |
| Mesenterio, cavidad del cuerpo                                  |                                      | 9/octubre/2002                            | 28                 | 17.86 | 10    | (1 - 5) | 0.36 ± 1.02            | 2.0 ± 1.73       |                      |
| Mesenterio  |                                      | 10/octubre/2002                           | 8                  | 12.5  | 3     | (3 - 3) | 0.38 ± 1.06            | 3.0 ± 0          |                      |
| <i>Poecilopsis infans</i>                                       |                                      | Cavidad del cuerpo, Intestino             | 14/junio/1997      | 5     | 60.00 | 3       | (1 - 1)                | 0.60 ± 0.54      | 1.0 ± 0              |
| <i>Chirostoma jordani</i>                                       | Mesenterio                           | 30/septiembre/1997                        | 9                  | 11.11 | 1     | (1 - 1) | 0.11 ± 0.33            | 1.0 ± 0          |                      |
|   | Grasa, cavidad del cuerpo, intestino | 20/enero/1997                             | 23                 | 17.39 | 7     | (1 - 3) | 0.30 ± 0.76            | 1.75 ± 0.96      |                      |
| <i>Chirostoma</i> sp.   | Mesenterio                           | 1/septiembre/2000                         | 13                 | 23.08 | 3     | (1 - 1) | 0.23 ± 0.44            | 1.0 ± 0          |                      |
|   | Intestino                            | 9/octubre/2002                            | 16                 | 12.50 | 2     | (1 - 1) | 0.13 ± 0.34            | 1.0 ± 0          |                      |
|   | Mesenterio, higado                   | 10/octubre/2002                           | 47                 | 8.51  | 4     | (1 - 1) | 0.09 ± 0.28            | 1.0 ± 0          |                      |
| Familia Gnathostomidae Railliet, 1895                           |                                      |   |                    |       |       |         |                        |                  |                      |
| <i>Spiroxys</i> sp. <sup>Au, Gn</sup>                           | <i>Cyprinus carpio</i>               | Mesenterio                                | 1/septiembre/2000  | 16    | 6.25  | 3       | (3 - 3)                | 0.19 ± 0.75      | 3.0 ± 0              |
|   |                                      |   | 9/octubre/2002     | 53    | 1.89  | 1       | (1 - 1)                | 0.02 ± 0.13      | 1.0 ± 0              |
|   |                                      |   | 10/junio/1997      | 21    | 4.76  | 1       | (1 - 1)                | 0.05 ± 0.21      | 1.0 ± 0              |
| <i>Oreochromis mossambicus</i>                                  | Intestino                            | 1/septiembre/2000                         | 29                 | 3.45  | 1     | (1 - 1) | 0.13 ± 0.19            | 1.0 ± 0          |                      |
|   | Intestino                            | 1/septiembre/2000                         | 8                  | 12.50 | 1     | (1 - 1) | 0.13 ± 0.35            | 1.0 ± 0          |                      |
| <b>Acantocephala (Larva)</b>                                    |                                      |   |                    |       |       |         |                        |                  |                      |
| Familia Polymorphidae Meyer, 1931                               |                                      |   |                    |       |       |         |                        |                  |                      |
| <i>Polymorphus brevis</i> <sup>Al, Gn</sup><br>Van Cleave, 1916 | <i>Xenotoca variata</i>              | Cavidad del cuerpo, estómago              | 23/febrero/1997    | 35    | 5.71  | 2       | (1 - 1)                | 0.06 ± 0.23      | 1.0 ± 0              |
|   |                                      | Mesenterio                                | 25/marzo/1997      | 5     | 20.00 | 2       | (2 - 2)                | 0.4 ± 0.89       | 2.0 ± 0              |

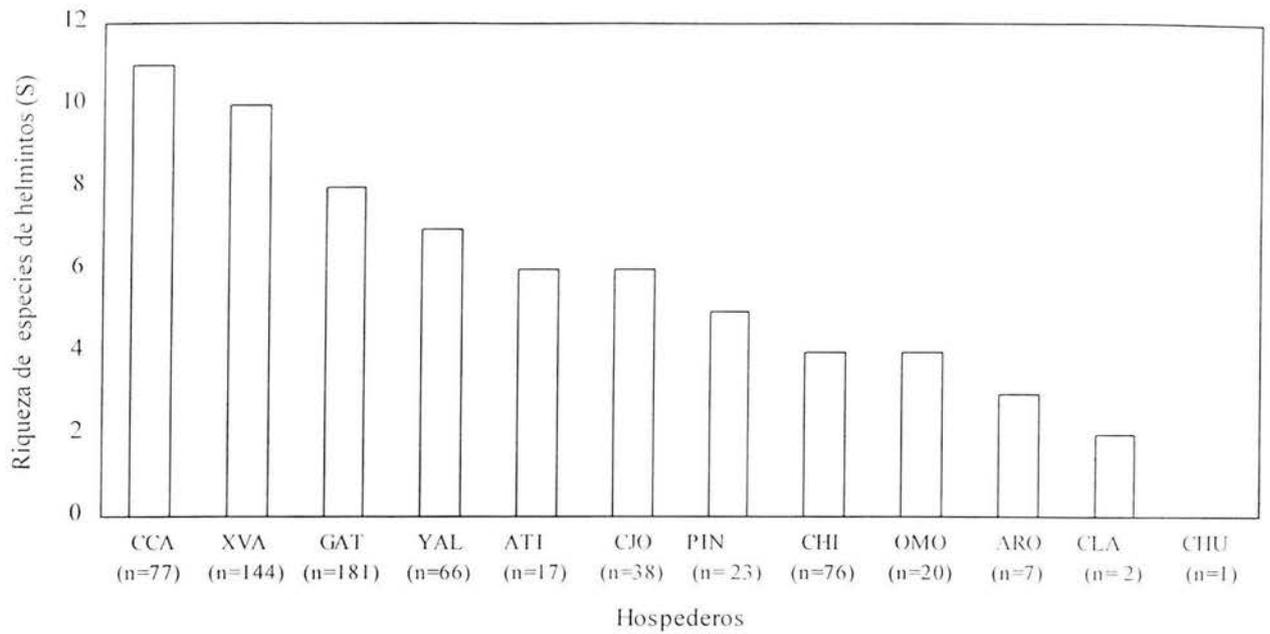


Fig. 1 Especies de hospederos examinados y riqueza total de especies de helmintos

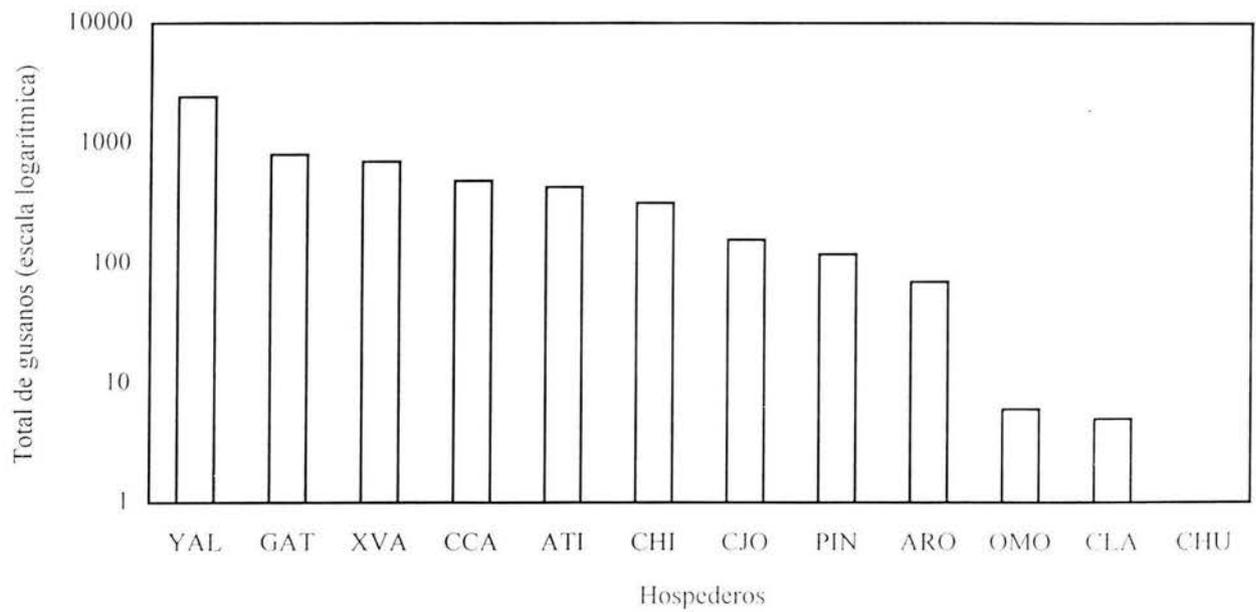


Fig. 2 especies de hospederos y número total de gusanos que alojaron

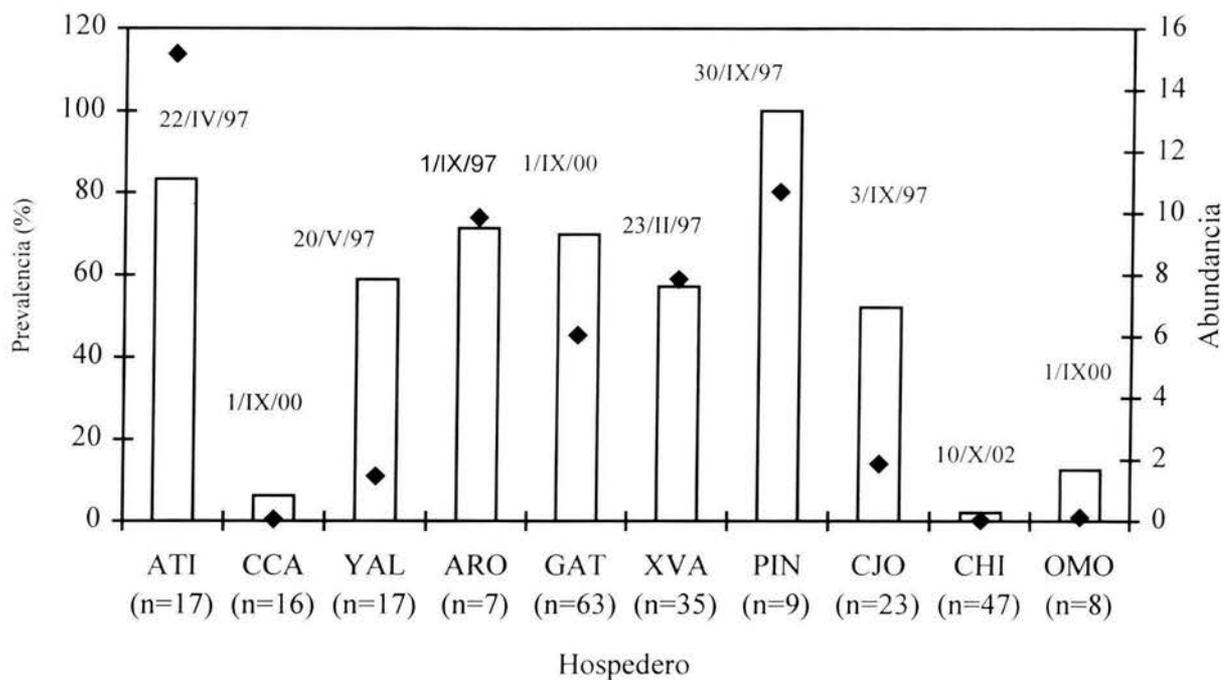


Fig. 3 Prevalencias (barras) y abundancias (marcadores) de *P. minimum* en los peces de la presa Ignacio Allende (solo se grafican las especies de hospederos con mayor número de ejemplares examinados)

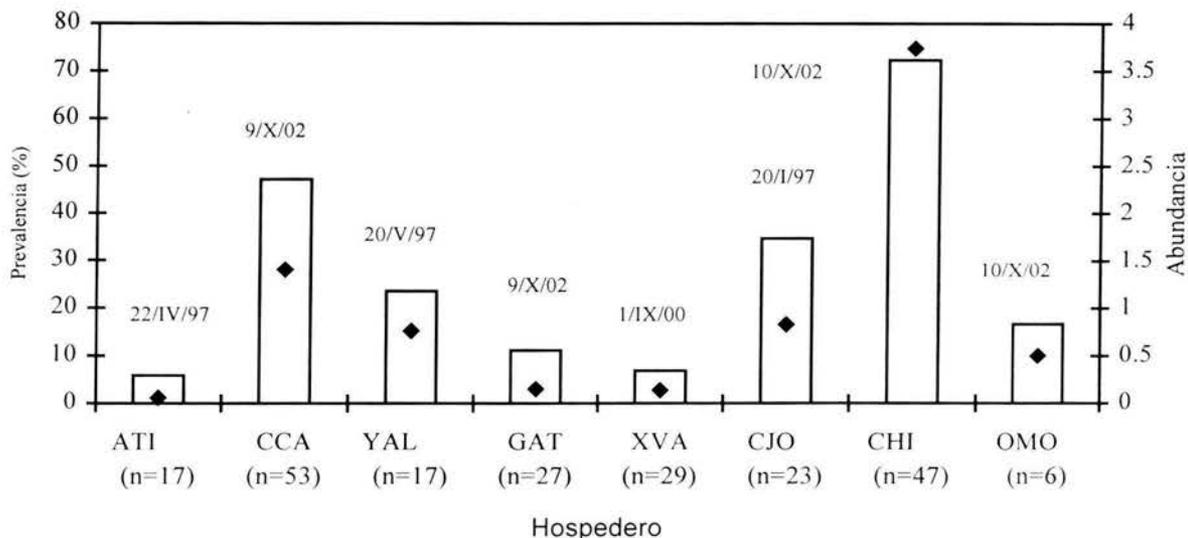


Fig. 4 Prevalencias (barras) y abundancias (marcadores) de *B. acheilognathi* en los peces de la presa Ignacio Allende (solo se grafican las especies de hospederos con mayor número de ejemplares examinados)

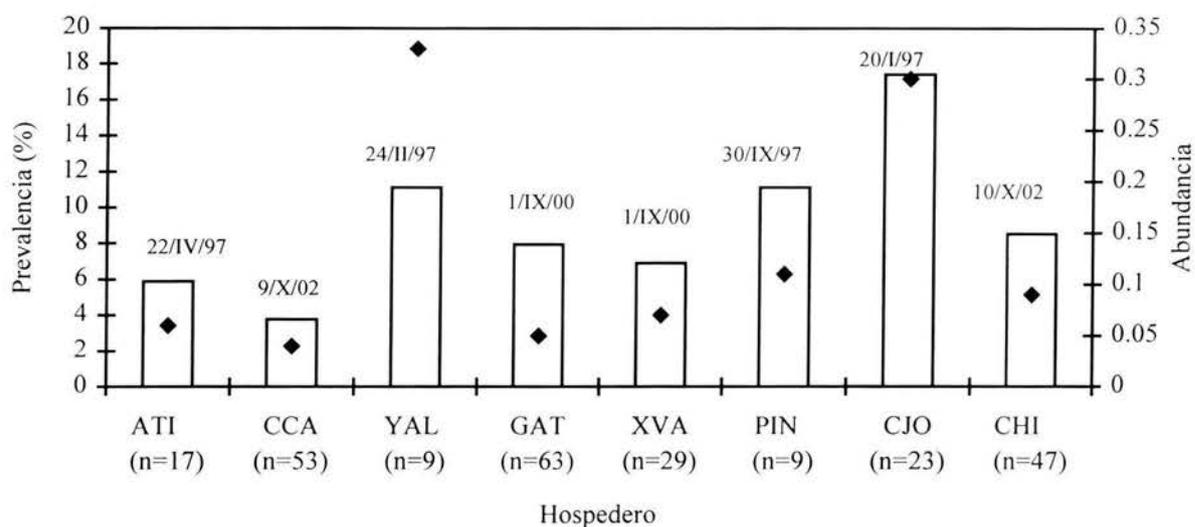


Fig. 5 Prevalencias (barras) y abundancias (marcadores) de *Contracaecum* sp. en los peces de la presa Ignacio Allende (solo se grafican las especies de hospederos con mayor número de ejemplares examinados)

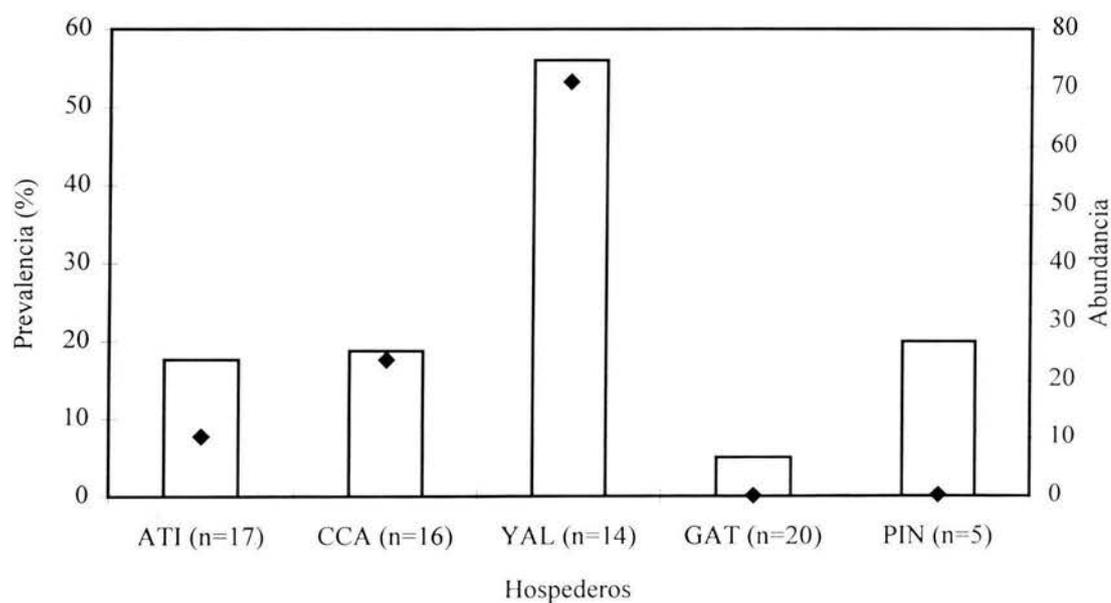


Fig. 6 Prevalencias (barras) y abundancias (marcadores) de *C. formosanus* en los peces de la presa Ignacio Allende (solo se grafican las especies de hospederos con mayor número de ejemplares examinados)

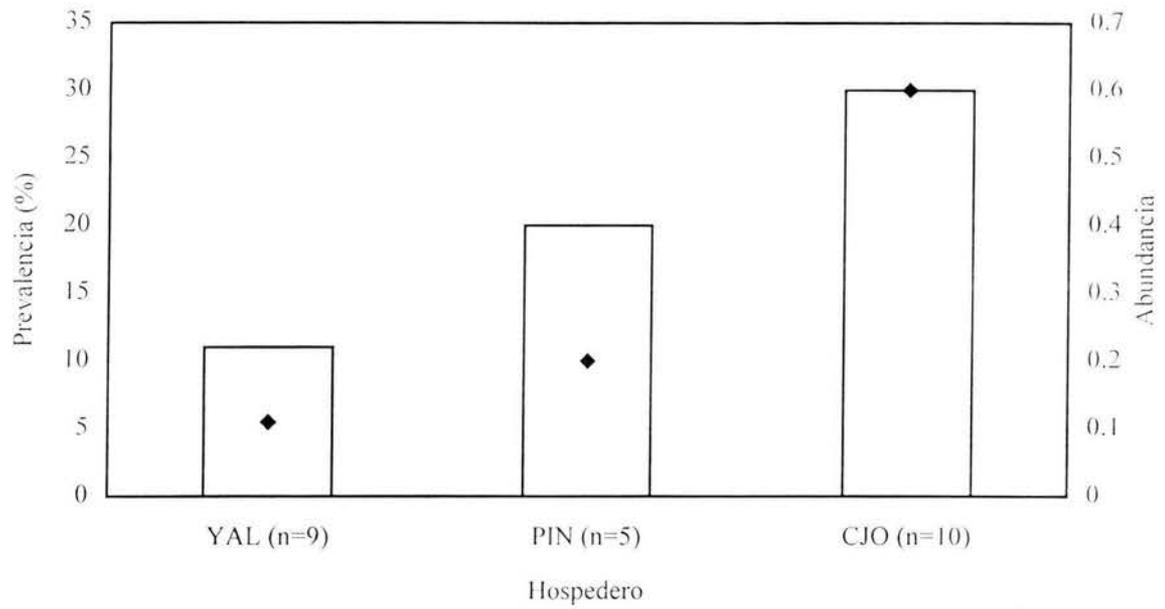


Fig. 7 Prevalencias (barras) y abundancias (marcadores) de *Diplostomum* sp. en los peces de la presa Ignacio Allende (solo se grafican las especies de hospederos con mayor número de ejemplares examinados)

### **Riqueza de especies de helmintos**

Los estimadores de riqueza mostraron que en la mayoría de los hospederos y a través de los distintos muestreos el número de especies de helmintos está casi alcanzado en su totalidad, faltando una o dos especies. Excepciones podrían ser *A. tincella* y *C. carpio* (Tabla 3).

Las curvas acumulativas de especies de helmintos también señalaron que en la mayoría de las especies de peces y en sus diferentes muestreos el número de especies de parásitos faltantes es mínimo (Figs. 5 a 38).

Con base en estos análisis consideramos que los muestreos desarrollados incluyen la mayoría de las especies de helmintos que componen la comunidad de cada especie de pez en la presa. Es decir, que el inventario presentado contiene una buena representatividad de las especies de este componente faunístico en la localidad. Los datos en la Tabla 3, sugieren también que la riqueza de helmintos es variable mes a mes, lo que examinaremos más adelante.

Tabla 3. Helmintos parásitos de peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato: Riqueza de especies observada y estimadores de riqueza por especie de pez (S= número de especies de helmintos recuperadas, a= Número de especies de parásitos únicas en un solo hospedero de la muestra, CAE=Curva acumulativa de especies, se refiere al número de la gráfica correspondiente ver páginas 33 a 41).

| Hospedero          | Fecha de colecta | Peces examinado | S | a | CAE<br>(ver figura) | Estimadores de riqueza |      |           |
|--------------------|------------------|-----------------|---|---|---------------------|------------------------|------|-----------|
|                    |                  |                 |   |   |                     | Jackknife              | Chao | Bootstrap |
| <i>A. tincella</i> | 22/IV/97         | 17              | 6 | 4 | 5                   | 9                      | 6    | 7         |
| <i>C. carpio</i>   | 1/IX/00          | 16              | 9 | 6 | 6                   | 14                     | 21   | 11        |
|                    | 9/X/02           | 53              | 7 | 3 | 7                   | 10                     | 9    | 7         |
|                    | 10/X/02          | 8               | 4 | 3 | 8                   | 6                      | 8    | 5         |
| <i>Y. alta</i>     | 21/I/97          | 6               | 6 | 4 | 9                   | 8                      | 6    | 8         |
|                    | 24/III/97        | 9               | 4 | 3 | 10                  | 6                      | 4    | 5         |
|                    | 20/V/97          | 17              | 2 | 0 | 11                  | 2                      | 2    | 2         |
|                    | 15/VI/97         | 14              | 2 | 0 | 12                  | 2                      | 2    | 2         |
|                    | 3/IX/97          | 4               | 2 | 1 | 13                  | 2                      | 2    | 2         |
|                    | 1/IX/00          | 3               | 5 | 4 |                     | 6                      | 5    | 5         |

| Hospedero            | Fecha de colecta | Peces examinados | S | a | CAE<br>(ver figura) | Estimadores de riqueza |      |           |
|----------------------|------------------|------------------|---|---|---------------------|------------------------|------|-----------|
|                      |                  |                  |   |   |                     | Jackknife              | Chao | Bootstrap |
| <i>A. robustus</i>   | 1/IX/00          | 7                | 3 | 2 | 14                  | 4                      | 3    | 4         |
| <i>G. atripinnis</i> | 21/I/97          | 22               | 3 | 2 | 15                  | 5                      | 3    | 4         |
|                      | 15/VI/97         | 11               | 4 | 0 | 16                  | 4                      | 4    | 5         |
|                      | 2/IX/97          | 20               | 4 | 2 | 17                  | 6                      | 4    | 6         |
|                      | 29/IX/97         | 6                | 2 | 1 | 18                  | 3                      | 2    | 2         |
|                      | 1/IX/00          | 63               | 5 | 3 | 19                  | 6                      | 5    | 5         |
|                      | 9/X/02           | 27               | 3 | 0 | 20                  | 3                      | 3    | 3         |
|                      | 10/X/02          | 11               | 2 | 1 | 21                  | 3                      | 2    | 2         |
| <i>X. variata</i>    | 23/II/97         | 35               | 3 | 0 | 22                  | 3                      | 3    | 3         |
|                      | 25/III/97        | 5                | 4 | 3 | 23                  | 6                      | 4    | 5         |
|                      | 25/IV/97         | 11               | 2 | 1 | 24                  | 3                      | 2    | 2         |
|                      | 10/VI/97         | 21               | 5 | 2 | 25                  | 7                      | 6    | 6         |

| Hospedero             | Fecha de colecta | Peces Examinados | S | a | CAE (ver figura) | Estimadores de Riqueza |      |           |
|-----------------------|------------------|------------------|---|---|------------------|------------------------|------|-----------|
|                       |                  |                  |   |   |                  | Jackknife              | Chao | Bootstrap |
| <i>X. variata</i>     | 28/IX/97         | 4                | 3 | 1 | 26               | 3                      | 3    | 3         |
|                       | 1/IX/00          | 29               | 8 | 3 | 27               | 11                     | 10   | 10        |
|                       | 9/X/02           | 28               | 4 | 2 | 28               | 6                      | 6    | 5         |
|                       | 10/X/02          | 8                | 2 | 2 | 29               | 4                      | 2    | 4         |
| <i>P. infans</i>      | 14/VI/97         | 5                | 4 | 3 | 30               | 6                      | 4    | 5         |
|                       | 30/IX/97         | 9                | 3 | 1 | 31               | 4                      | 4    | 3         |
|                       | 10/X/02          | 4                | 1 | 1 |                  | 2                      | 1    | 1         |
| <i>C. jordani</i>     | 20/I/97          | 23               | 5 | 0 | 32               | 5                      | 5    | 5         |
|                       | 3/VIII/97        | 4                | 1 | 1 | 33               | 1                      | 1    | 1         |
|                       | 20/IX/97         | 10               | 2 | 0 |                  | 2                      | 2    | 2         |
| <i>Chirostoma</i> sp. | 1/IX/00          | 13               | 3 | 0 | 34               | 3                      | 3    | 3         |
|                       | 9/X/02           | 16               | 3 | 0 | 35               | 3                      | 3    | 3         |

| Hospedero             | Fecha de colecta | Peces examinados | S | a | CAE<br>(ver figura) | Estimadores de riqueza |      |           |
|-----------------------|------------------|------------------|---|---|---------------------|------------------------|------|-----------|
|                       |                  |                  |   |   |                     | Jackknife              | Chao | Bootstrap |
| <i>Chirostoma</i> sp. | 10/X/02          | 47               | 4 | 1 | 36                  | 5                      | 4    | 4         |
| <i>O. mossambicus</i> | 1/IX/00          | 8                | 3 | 3 | 37                  | 5                      | 3    | 4         |
|                       | 10/X/02          | 6                | 1 | 1 | 38                  | 2                      | 1    | 1         |

Figs. 8-41 Curvas acumulativas de especies de helmintos por especie de hospedero y fecha de colecta (datos observados con marcadores (●), la curva muestra el ajuste de los datos observados a una asíntota con base en el modelo de Clench, 1979).

Fig. 8  
*Algansea tincella*  
(22/IV/97)  
(n=17)

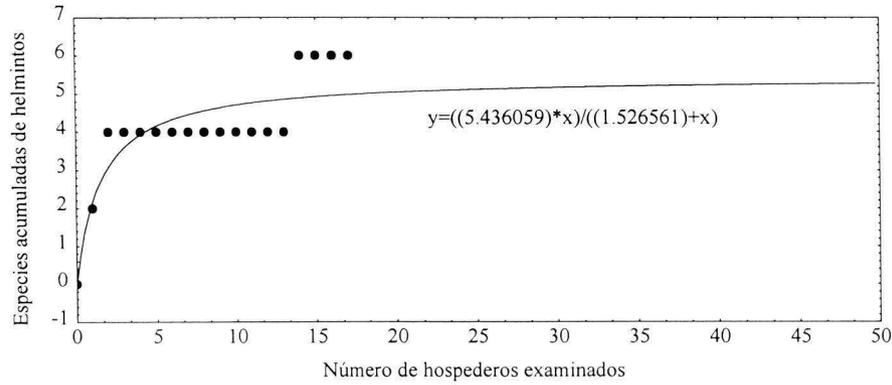


Fig. 9  
*Cyprinus carpio*  
(n=16)  
(1/IX/00)

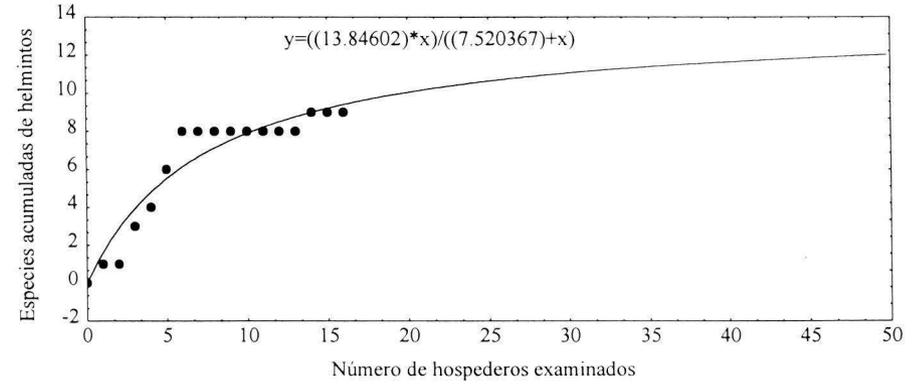


Fig. 10  
*Cyprinus carpio*  
(9/X/02)  
(n=53)

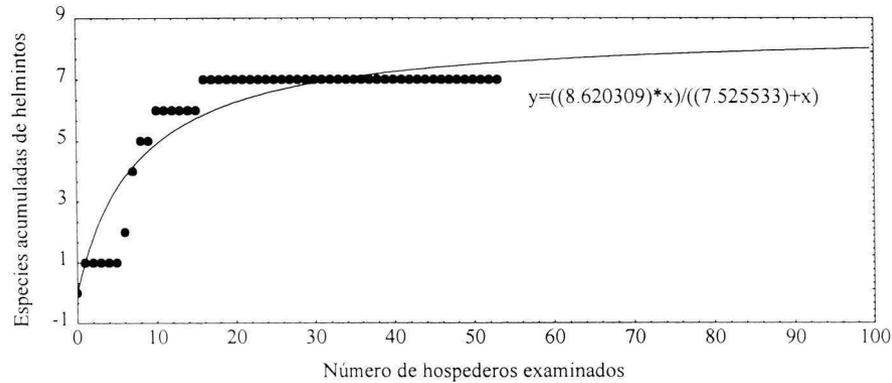


Fig. 11  
*Cyprinus carpio*  
(10/X/02)  
(n=8)

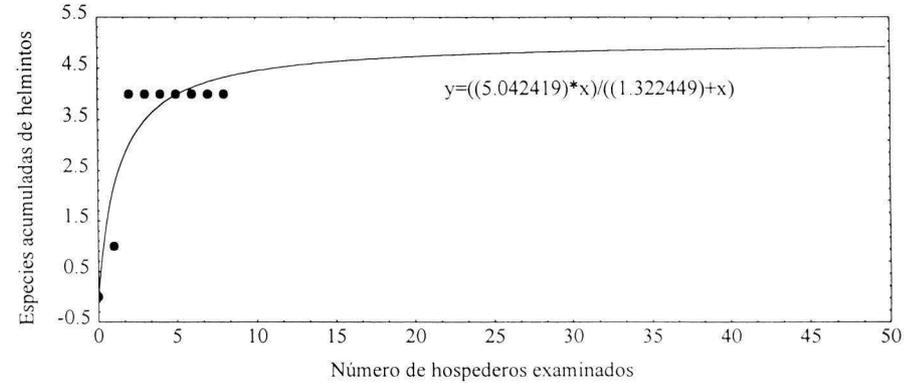


Fig. 12  
*Yuriria alta*  
 (21/I/97)  
 (n=6)

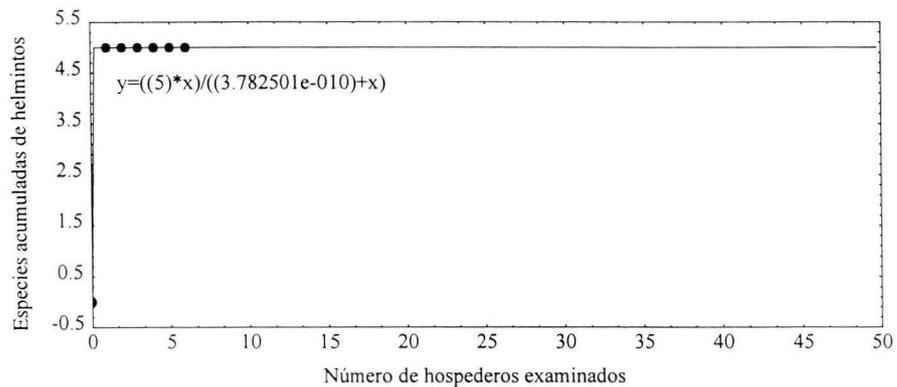


Fig. 13  
*Yuriria alta*  
 (24/III/97)  
 (n=9)

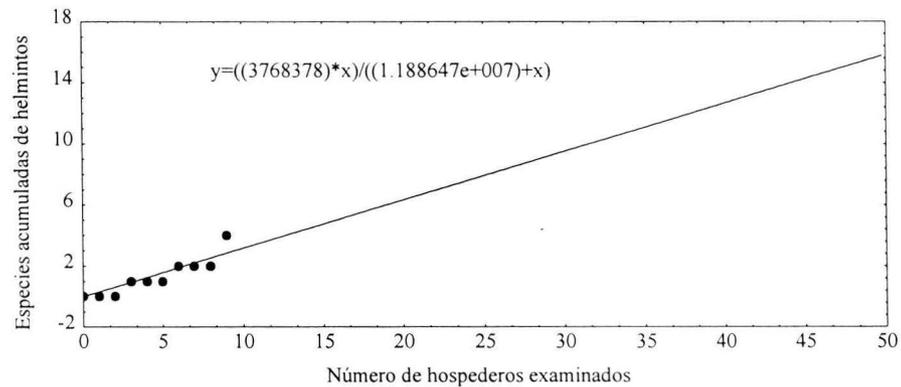


Fig. 14  
*Yuriria alta*  
 (20/V/97)  
 (n=17)

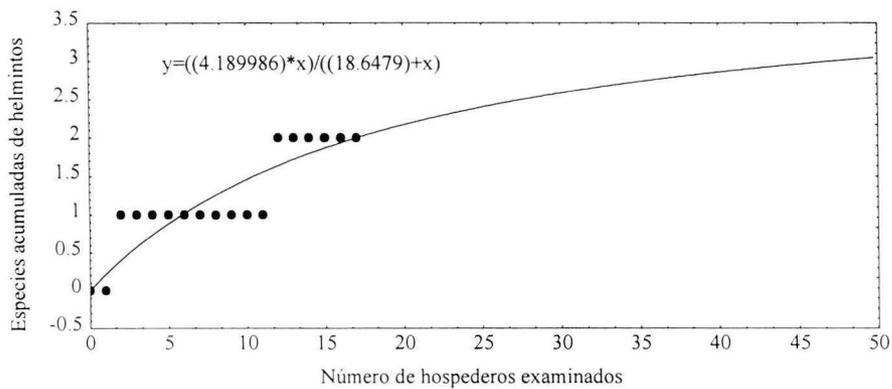


Fig. 15  
*Yuriria alta*  
 (15/VI/97)  
 (n=14)

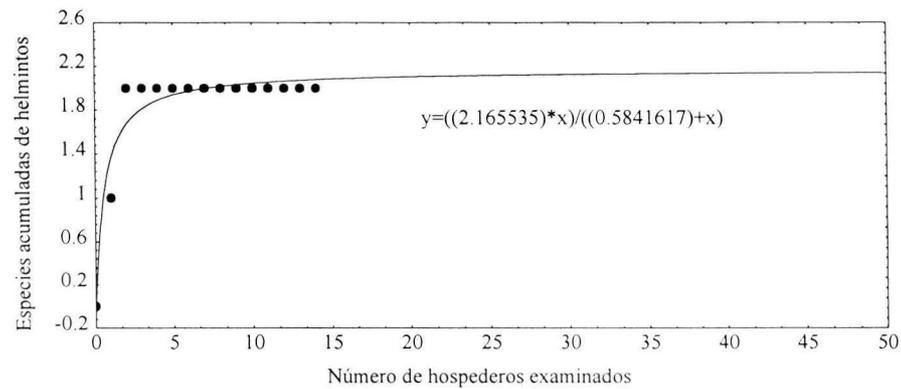


Fig. 16  
*Yuriria alta*  
(3/IX/97)  
(n=4)

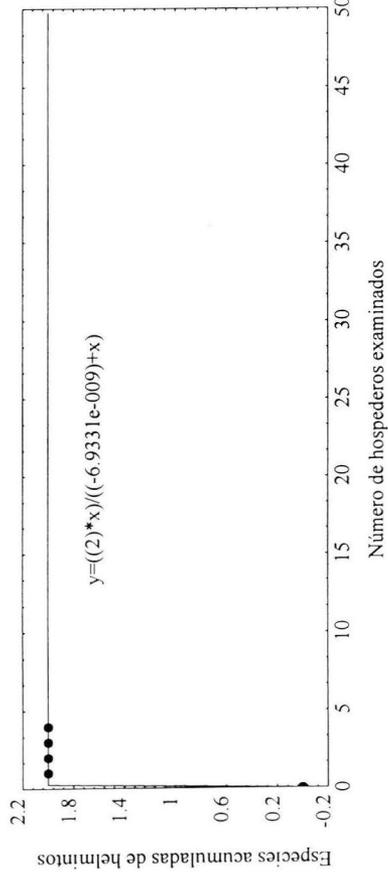


Fig. 17  
*Alloophorus robustus*  
(1/IX/97)  
(n=7)

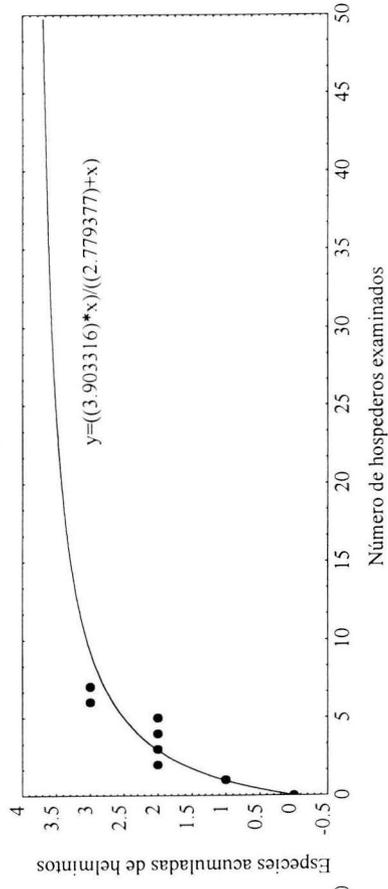


Fig. 18  
*Goodea atripinnis*  
(21/II/97)  
(n=22)

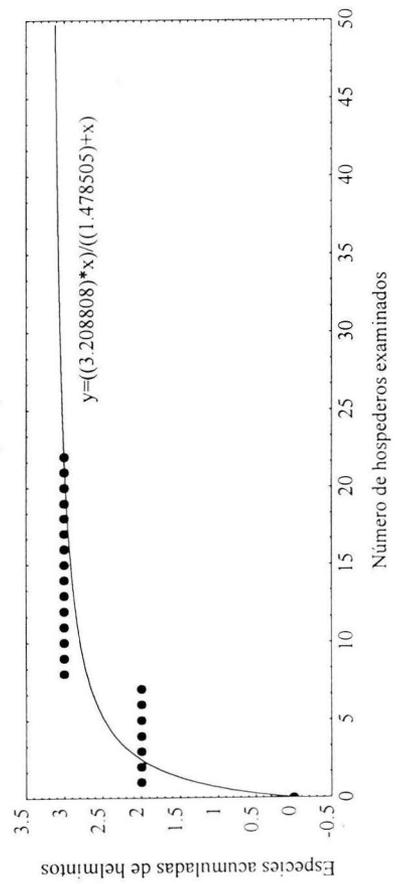


Fig. 19  
*Goodea atripinnis*  
(15/VI/97)  
(n=11)

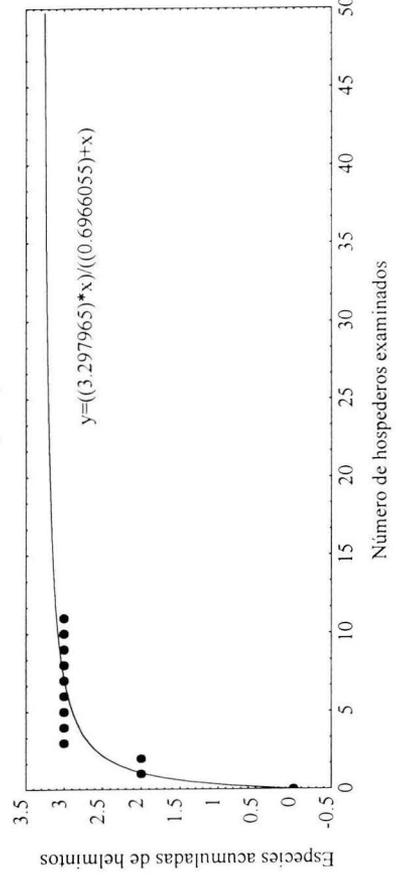


Fig. 20  
*Goodea atripinnis*  
(2/IX/97)  
(n=20)

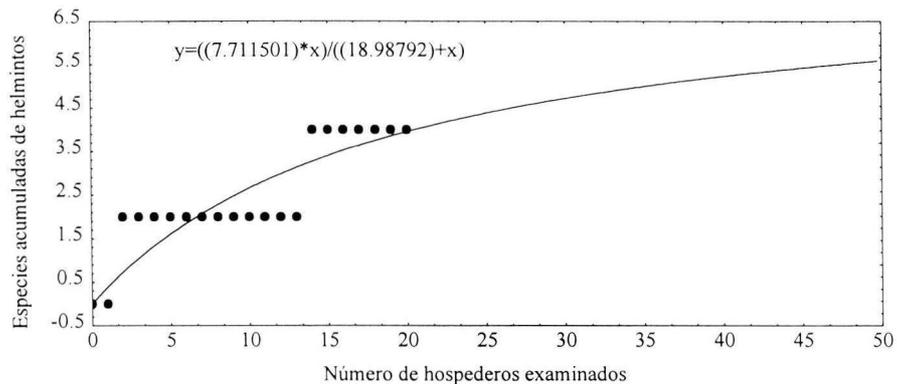


Fig. 21  
*Goodea atripinnis*  
(29/IX/97)  
(n=6)

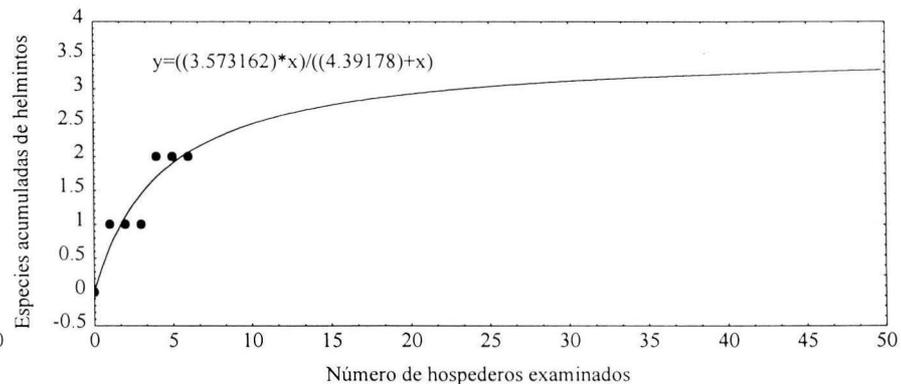


Fig. 22  
*Goodea atripinnis*  
(1/IX/00)  
(n=63)

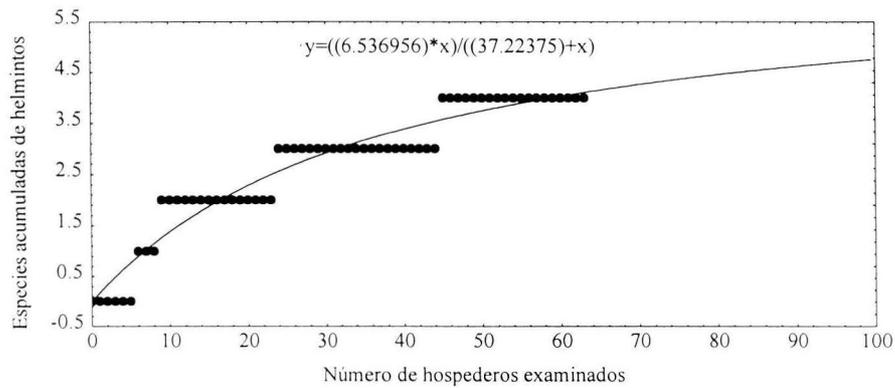


Fig. 23  
*Goodea atripinnis*  
(9/X/02)  
(n=27)

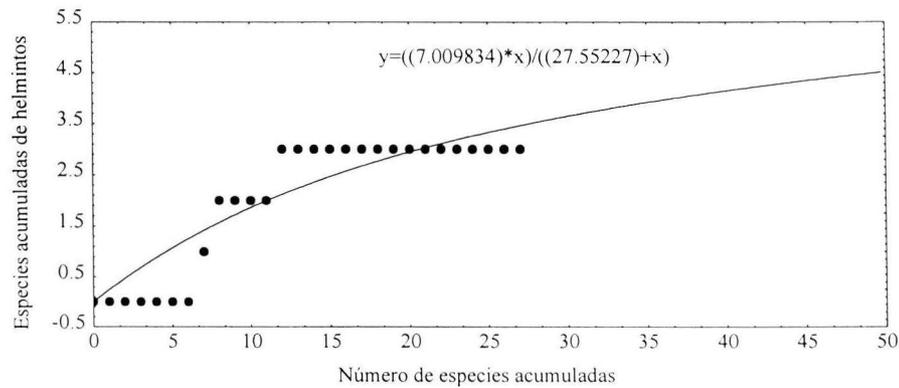


Fig. 24  
*Goodea atripimmis*  
(10/X/02)  
(n=11)

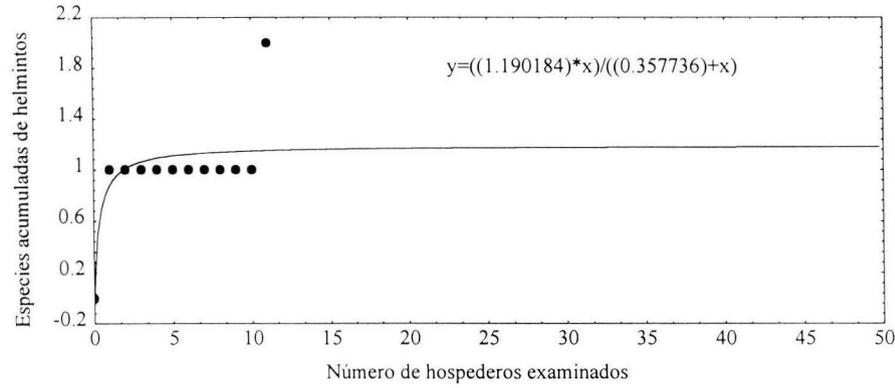


Fig. 25  
*Xenotoca variata*  
(23/II/97)  
(n=35)

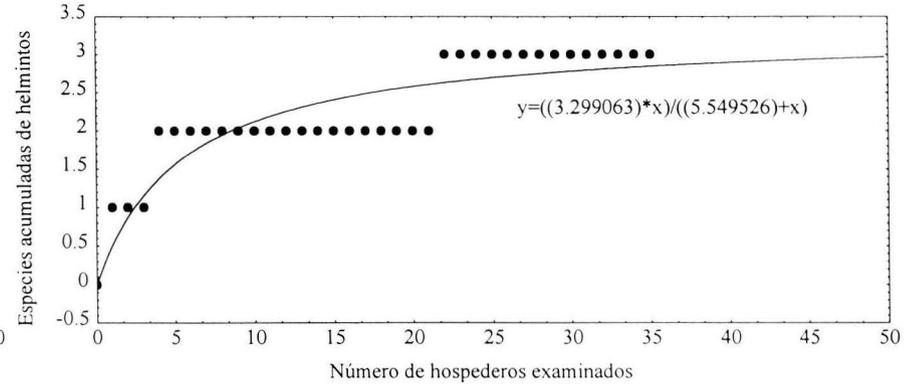


Fig. 26  
*Xenotoca variata*  
(25/III/97)  
(n=5)

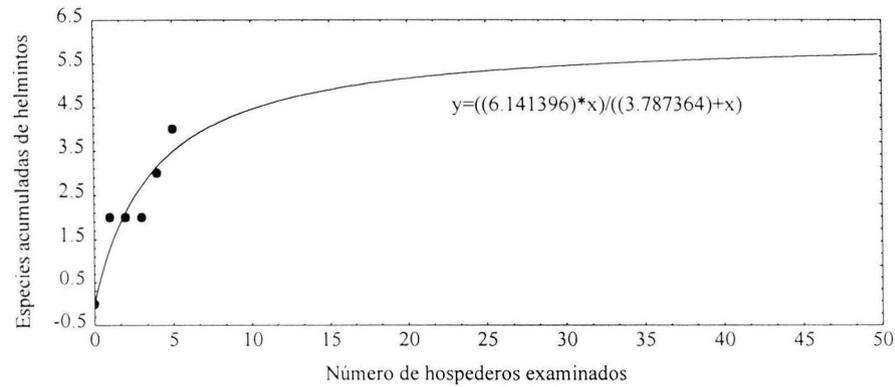


Fig. 27  
*Xenotoca variata*  
(25/IV/97)  
(n=11)

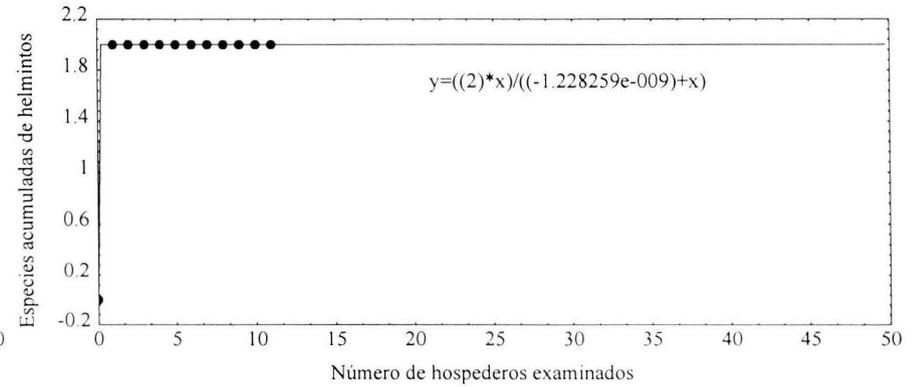


Fig. 28  
*Xenotoca variata*  
(10/VI/97)  
(n=21)

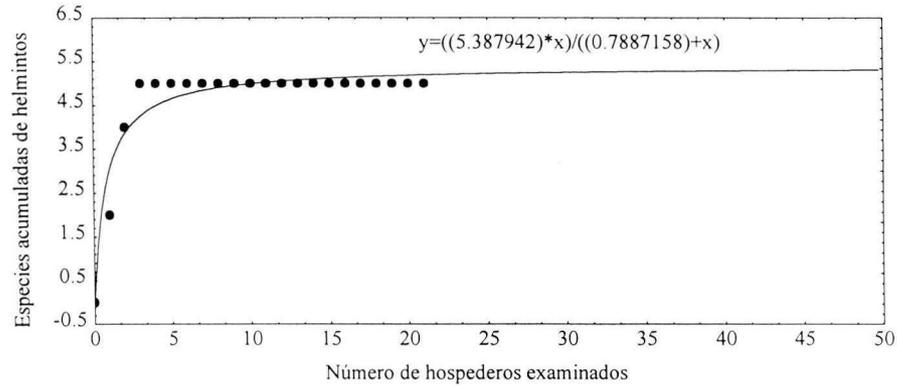


Fig. 29  
*Xenotoca variata*  
(28/IX/97)  
(n=4)

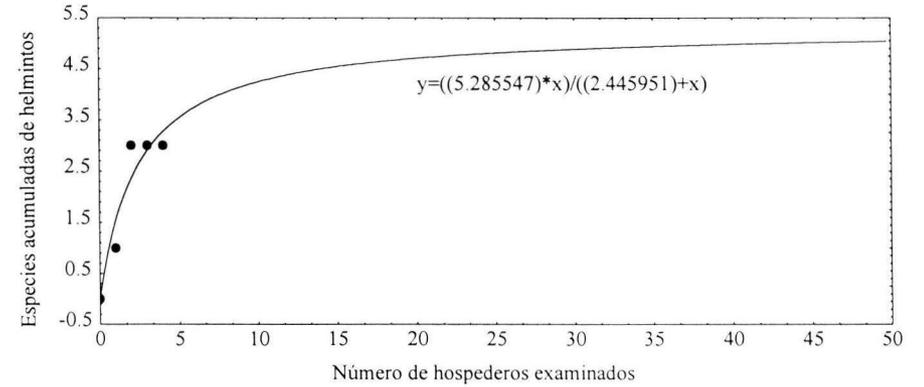


Fig. 30  
*Xenotoca variata*  
(1/IX/00)  
(n=29)

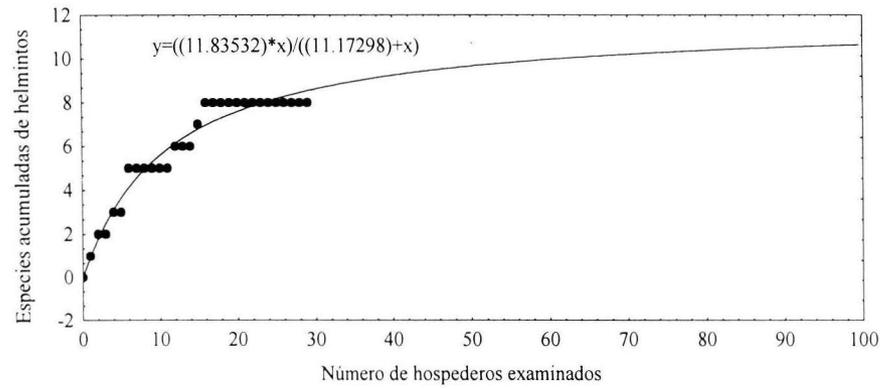


Fig. 31  
*Xenotoca variata*  
(9/X/02)  
(n=28)

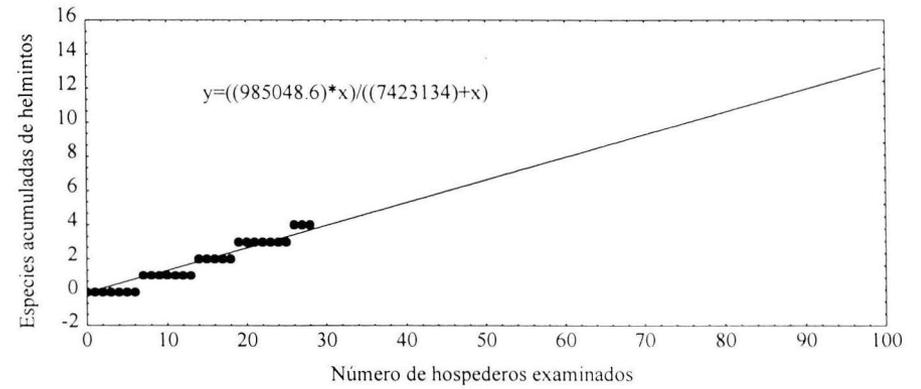


Fig. 32  
*Xenotoca variata*  
(10/X/02)  
(n=8)

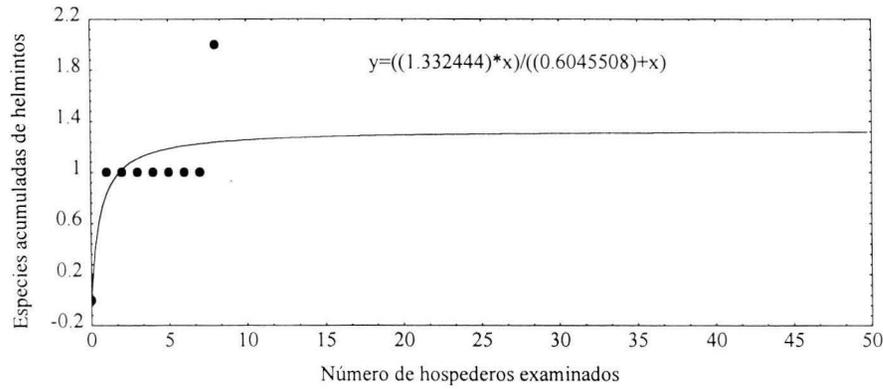


Fig. 33  
*Poeciliopsis infans*  
(14/VI/97)  
(n=5)

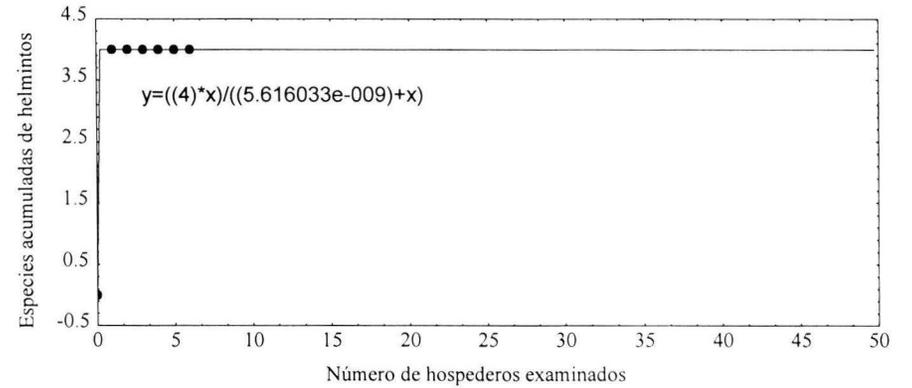


Fig. 34  
*Poeciliopsis infans*  
(30/IX/97)  
(n=9)

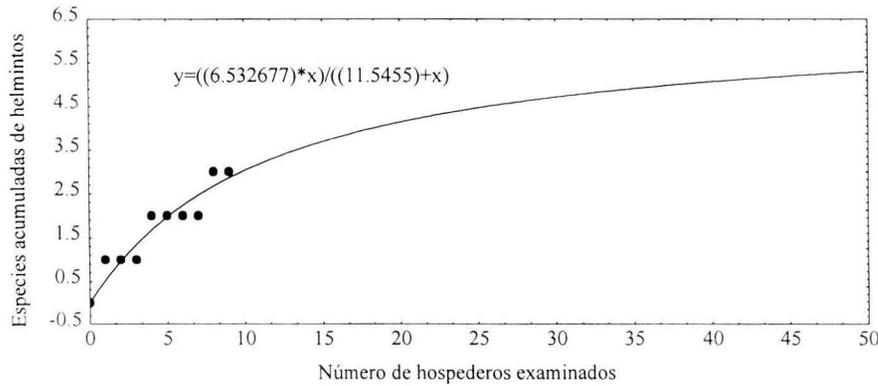


Fig. 35  
*Chirostoma jordani*  
(20/I/97)  
(n=23)

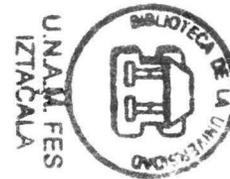
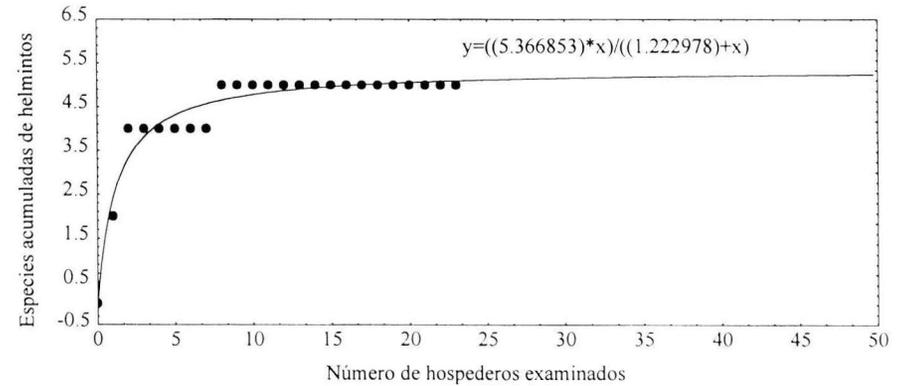


Fig. 36  
*Chirostoma jordani*  
(20/IX/97)  
(n=10)

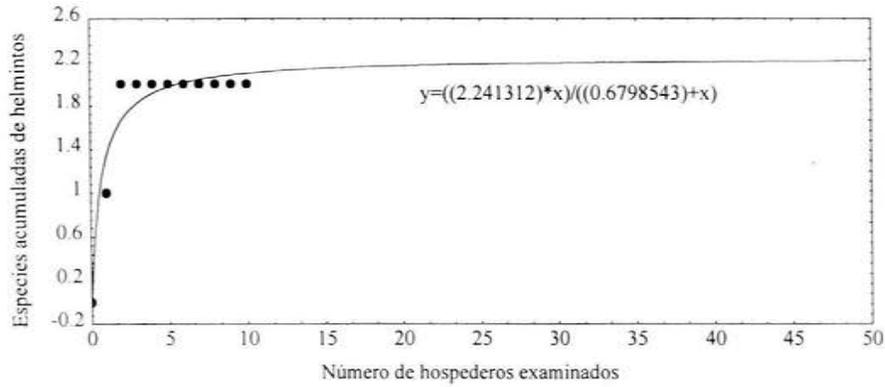


Fig. 37  
*Chirostoma* sp.  
(1/IX/00)  
(n=13)

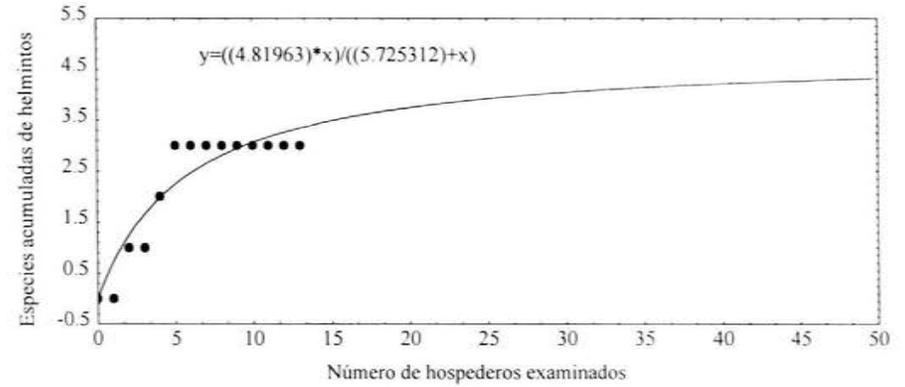


Fig. 38  
*Chirostoma* sp.  
(9/10/02)  
(n=16)

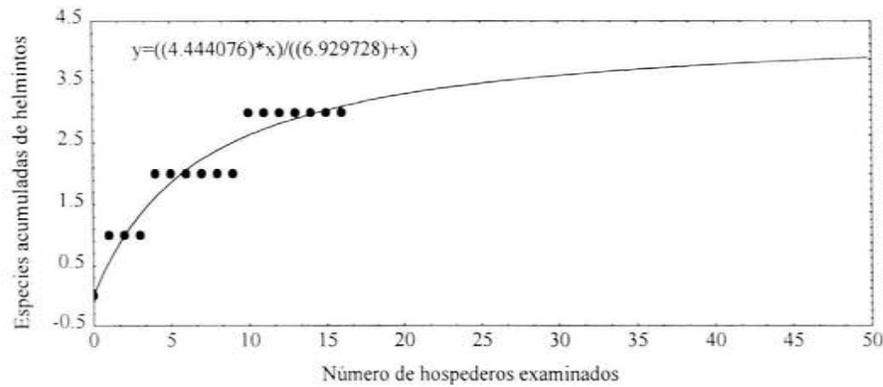


Fig. 39  
*Chirostoma* sp.  
(10/X/02)  
(n=47)

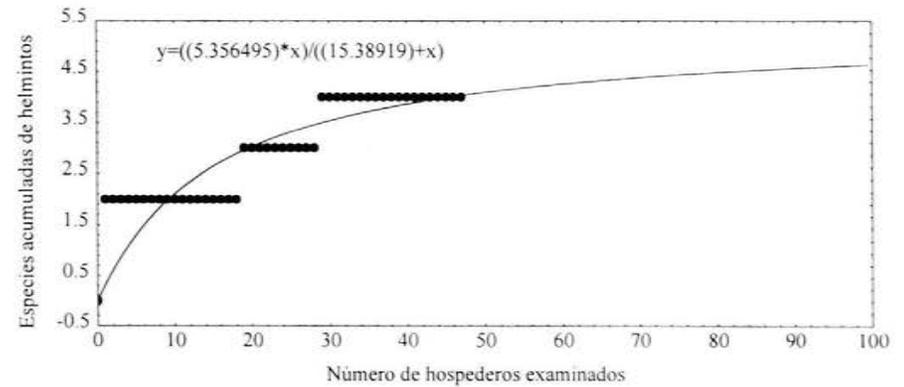


Fig. 40  
*Oreochromis mossambicus*  
 (1/IX/00)  
 (n=8)

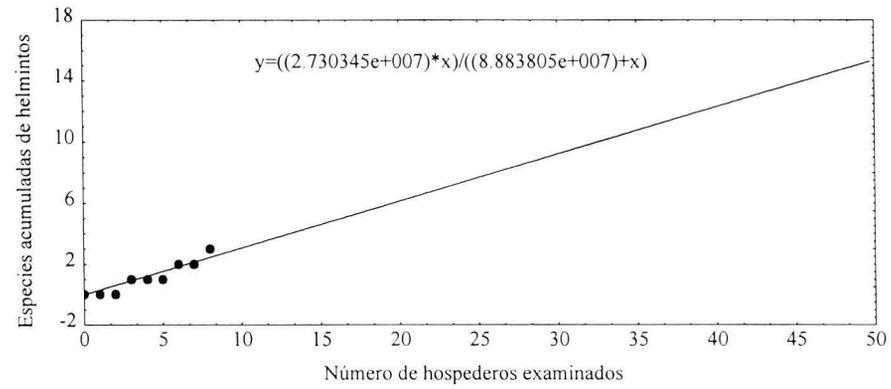
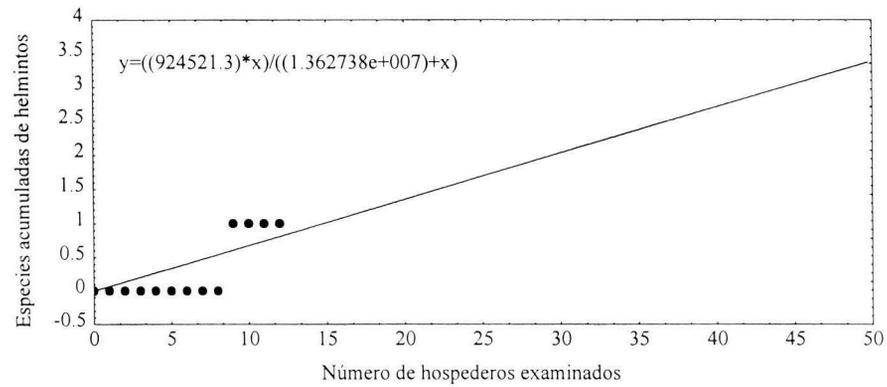


Fig. 41  
*Oreochromis mossambicus*  
 (10/X/02)  
 (n=12)



## Características de los componentes de comunidad

La riqueza taxonómica de especies de helmintos varió de 0 a 14 especies entre los distintos peces de la presa (Figs. 1 y 42).

Entre las especies de hospederos analizadas, *Y. alta* albergó el mayor número de helmintos, 2416 gusanos en total. El “charal” *C. humboldtianum* resultó libre de parásitos (Figs. 2 y 43).

Detectamos una correlación significativa entre el número de individuos examinados por especie de hospedero y la riqueza de helmintos observada (Fig. 44).

No se encontró correlación significativa entre la longitud patrón promedio y el peso promedio de todas las especies de peces con la riqueza observada de helmintos (Figs. 45 y 46).

El análisis de correlación entre la riqueza y la longitud patrón promedio y con el peso promedio de los peces dentro cada especie de hospedero estudiado muestra que no hubo correlación entre estos parámetros en ocho de las especies de la presa: *A. tincella* ( $r_s = 0.23$ ,  $P = 0.08$  y  $r_s = 0.12$ ,  $P = 0.135$ ), *Y. alta* ( $r_s = -0.05$ ,  $P = 0.91$  y  $r_s = 0.01$ ,  $P = 0.82$ ), *C. carpio* ( $r_s = 0.5$ ,  $P = 0.66$  y  $1.0$  con  $P = 0$ ) *G. atripinnis* ( $r_s = 0.07$ ,  $P = 0.84$  y  $r_s = 0.19$ ,  $P = 0.60$ ), *X. variata* ( $r_s = 0.41$ ,  $P = 0.28$  y  $r_s = 0.10$ ,  $P = 0.79$ ) *C. jordani* ( $r_s = 0.50$ ,  $P = 0.66$  y  $r_s = -0.5$ ,  $P = 0.66$ ), *Chirostoma* sp. ( $r_s = 0.04$ ,  $P = 0.73$  y  $r_s = 0.08$ ,  $P = 0.48$ ) y *O. mossambicus* ( $r_s = 0.12$ ,  $P = 0.28$  y  $r_s = 0.01$ ,  $P = 0.69$ ). Es decir que dentro de cada especie de hospedero no es posible señalar que los hospederos de mayor talla o peso difieren en riqueza de especies de helmintos de los hospederos menores.

En *P. infans* si se encontró una correlación en ambas variables ( $r_s = 0.85$   $P = 0.03$  en los dos casos). *A. robustus* no mostró correlación entre longitud patrón y riqueza ( $r_s = 0$ ,  $P = 1$ ), pero si entre peso y riqueza donde la correlación fue de  $r_s = 0.76$ ,  $P = 0.04$ .

No se encontraron diferencias significativas de riqueza observada de helmintos respecto del sexo del pez en ninguno de los casos (Tabla 4).

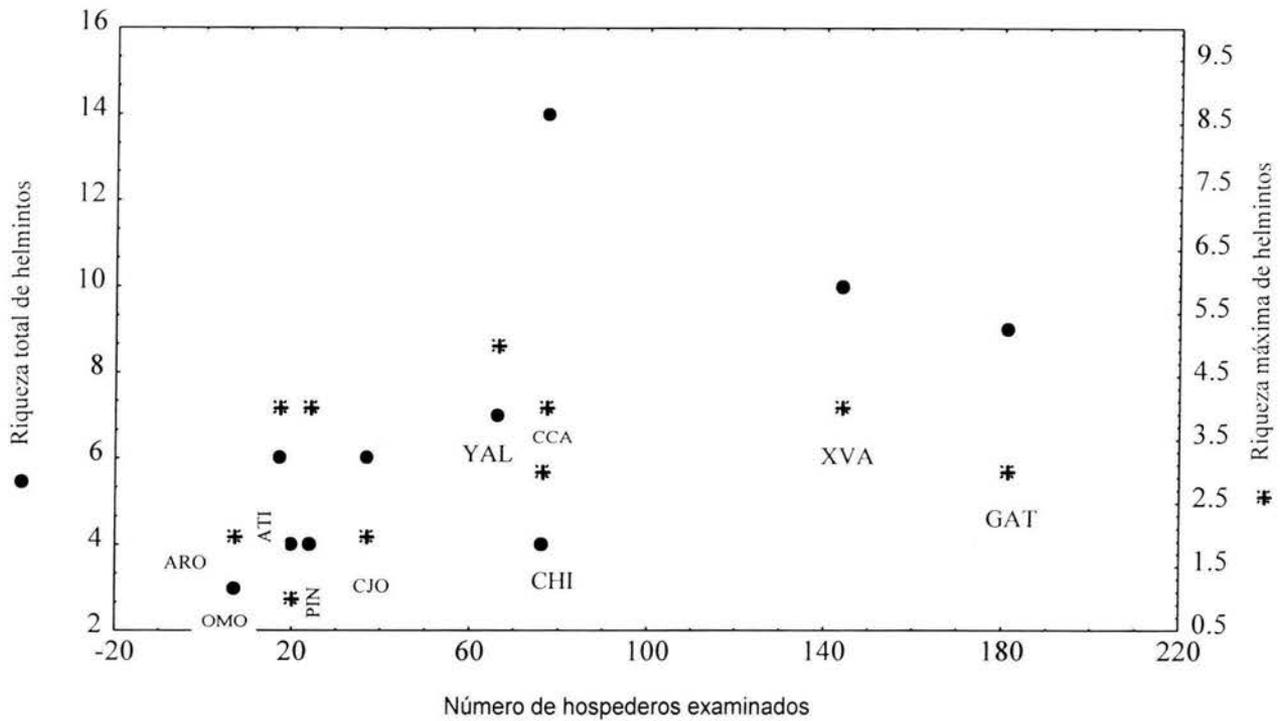


Fig. 42 Riqueza total de helmintos y riqueza máxima de helmintos de los componentes de comunidad de los peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato.

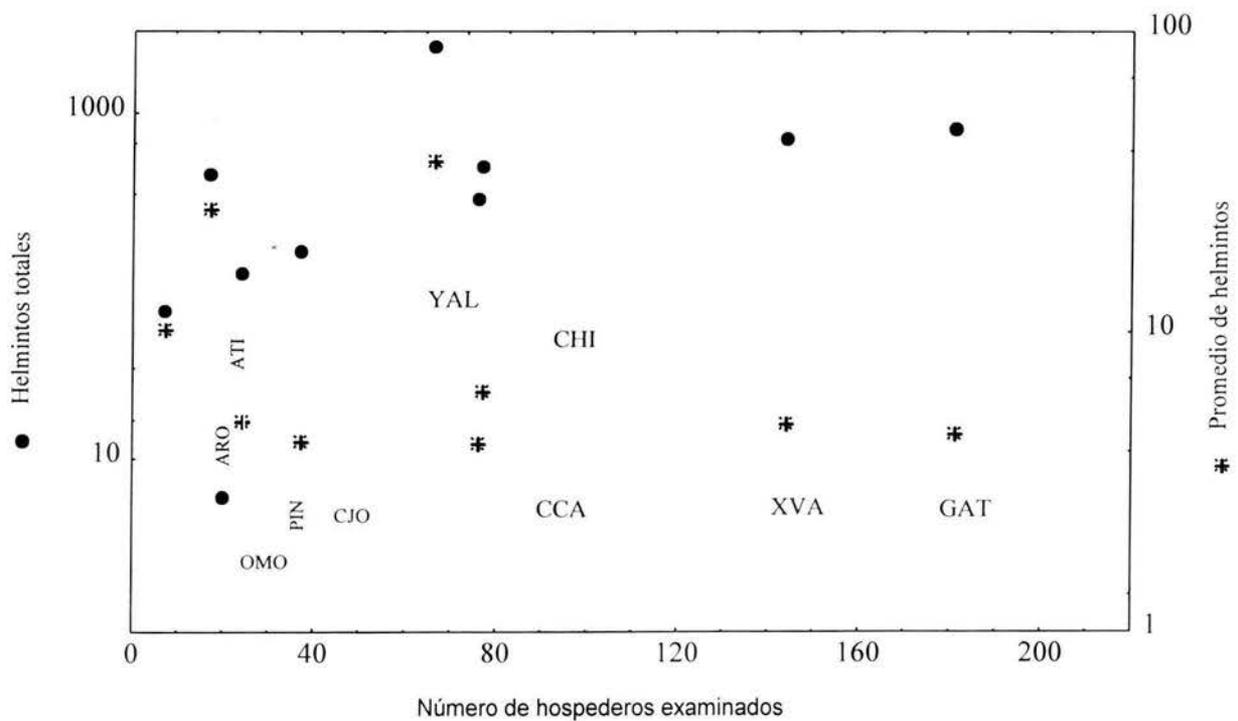


Fig. 43 No. total de helmintos y No. promedio de helmintos en las comunidades de helmintos parásitos de los peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato.

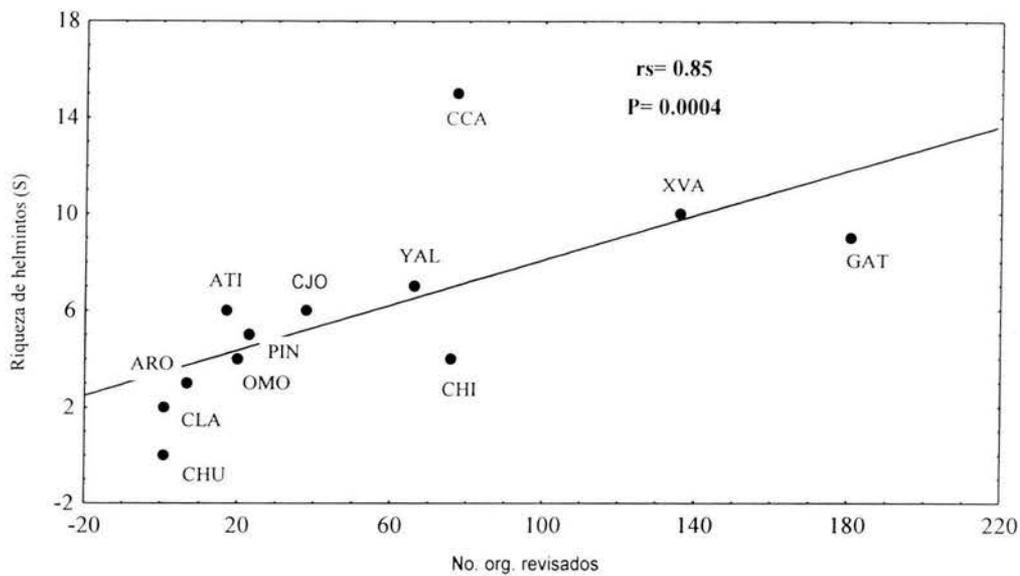


Fig. 44 Número de peces examinados por especie y riqueza de helmintos (marcador)  
La curva corresponde al mejor ajuste de los datos,  $r_s$ = Coeficiente de correlación de Spearman

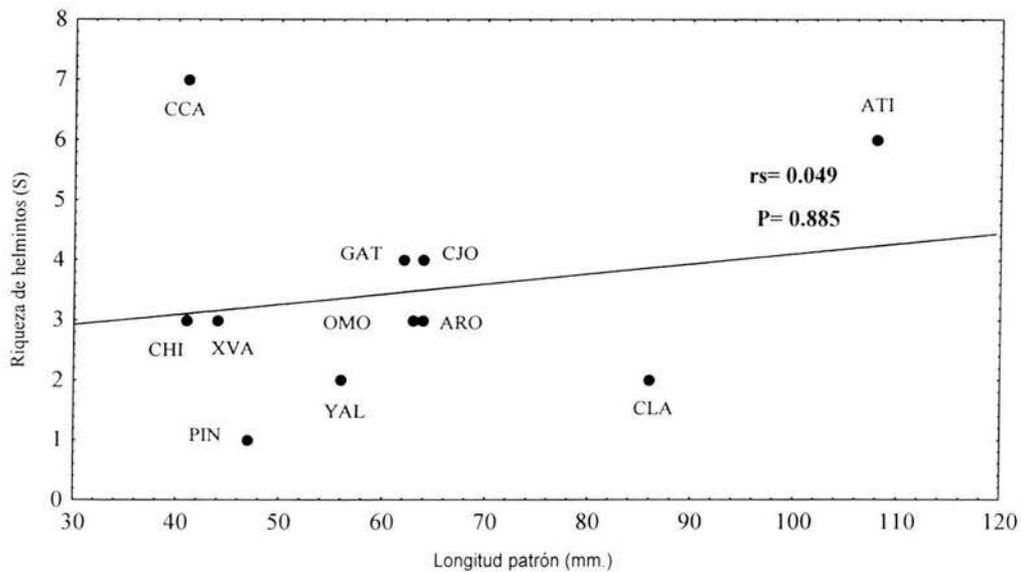


Fig. 45 Longitud patrón promedio de las especies de peces examinados y riqueza de helmintos observada (marcador).  
La curva corresponde al mejor ajuste de los datos,  $r_s$ =Coeficiente de correlación de Spearman

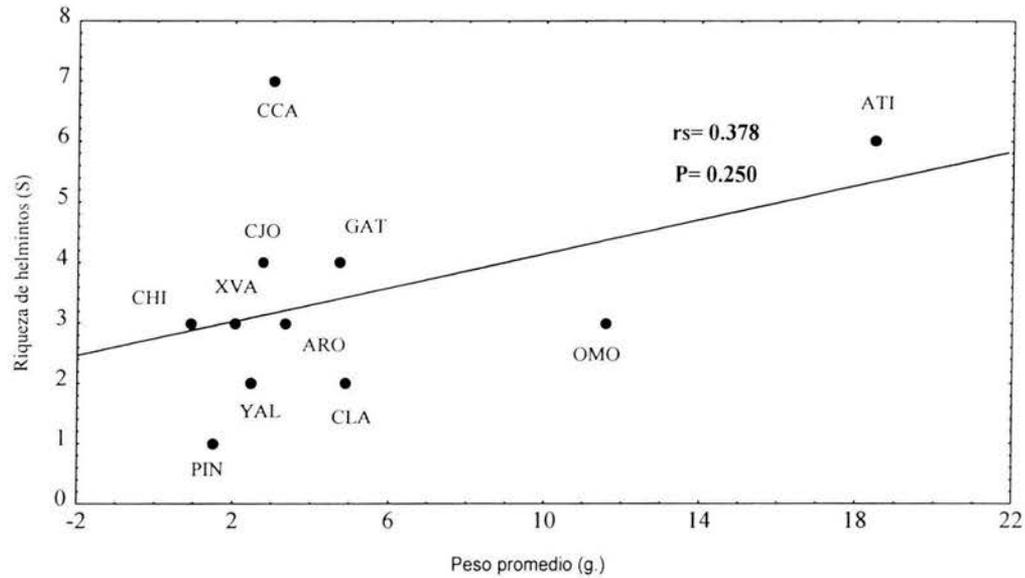


Fig. 46 Peso promedio de las especies de peces examinados y riqueza de helmintos observada (marcador). La curva corresponde al mejor ajuste de los datos,  $r_s=0.378$   $P=0.250$

Tabla 4. Número de los individuos totales sexados de algunas de las especies de hospederos, Riqueza de helmintos por sexo (S)  $U_{cal}$ = Prueba de U de Mann-Whitney valor de U,  $U_{tab}$ = Valor de U en tablas (Sokal y Rohlf, 1981 ,  $P$ = Nivel de significancia).

| Hospedero            | Hembras | S | Machos | S | $U_{cal}$ | $U_{tab}$ | $P$  |
|----------------------|---------|---|--------|---|-----------|-----------|------|
| <i>A. tincella</i>   | 11      | 6 | 3      | 1 | 18        | 15        | 0.82 |
| <i>Y. alta</i>       | 21      | 5 | 10     | 4 | 168.5     | 96.5      | 0.72 |
| <i>G. atripinnis</i> | 24      | 5 | 46     | 6 | 598       | 506       | 0.57 |
| <i>X. variata</i>    | 42      | 8 | 43     | 7 | 1068      | 738       | 0.15 |
| <i>P. infans</i>     | 4       | 2 | 9      | 5 | 18.5      | 17.5      | 0.94 |
| <i>C. jordani</i>    | 20      | 6 | 10     | 4 | 118       | 82        | 0.43 |

## **Distribución de abundancias de las especies de helmintos**

La comunidad de helmintos de la “carpa” *C. carpio* mostró una marcada dominancia numérica por una especie, en tanto que la mayoría de las especies que la componen tuvieron abundancias bajas. Esto aplica en general para todas las demás especies de hospederos analizadas, donde existe una marcada diferencia en la distribución de las abundancias (Figs. 47 a 63).

El análisis de Olmstead-Tukey demostró que las especies *P. minimum*, *C. formosanus* y *B. acheilognathi* son con frecuencia las especies dominantes numéricamente en varias comunidades (Tabla 5). Otras especies como *Spiroxys* sp., *Proterodiplostomum* sp., *Contracaecum* sp. y *P. caballeroi* también llegaron a dominar en algunos hospederos (Tabla 5).

Los resultados del análisis de Olmstead-Tukey confirmaron el análisis de la distribución de las abundancias de las especies de helmintos. En efecto, *P. minimum*, *C. formosanus* y *B. acheilognathi*, fueron las especies de mayor distribución de abundancia en casi todas las especies de hospederos (Figs. 47 a 63).

Otras especies, incluyendo a *C. complanatum*, *Diplostomum* sp. y *Contracaecum* sp. aparecieron esporádicamente o en algunas especies de hospederos como dominantes con abundancias superiores incluso a la de cualquiera de las tres especies que por lo general son dominantes (Figs. 57, 58, 59).

*P. minimum* se presentó como dominante en siete de las diez especies de los hospederos examinados. Esta dominancia numérica fue persistente en el tiempo. Por ejemplo, en seis de los siete muestreos para *Y. alta*, *P. minimum* fue dominante. En *G. atripinnis* la metacercaria de *P. minimum* dominó en todas las fechas de muestreo y solo en dos codominó con otras metacercarias, *Proterodiplostomum* sp. y *C. complanatum*. En *X. variata* en una fecha *P. minimum* no se presentó como dominante, pero en los restantes muestreos fue la única especie. En dos muestreos de *P. infans* fue siempre dominante. Mientras en los aterínidos su dominancia solo fue en algunos puntos en el tiempo (Tabla 5).

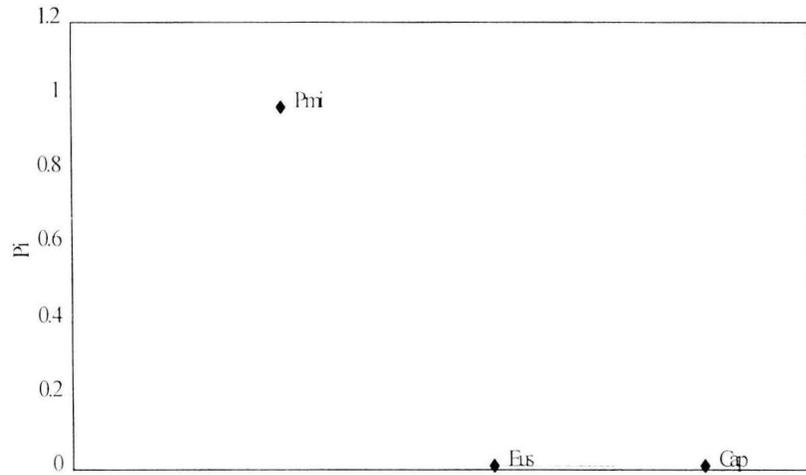
Las figuras 42 a 58 nos indican que también la abundancia de *P. minimum* se mantuvo alta y fue consistente en el tiempo en las diferentes especies de peces.

Las especies que aparecieron más veces como comunes en el análisis de Olmstead-Tukey fueron *Contracaecum* sp., *B. acheilognathi* y *P. minimum*. Sin embargo esta categoría presentó poca consistencia, varió a lo largo del tiempo; diferentes especies son comunes en una misma especie de hospedero.

De las 27 especies de helmintos registradas, 13 especies se presentaron siempre como raras. Fueron raras, de acuerdo con el análisis de Olmstead-Tukey *Margotrema* sp. Cryptogonimidae gen. sp. *C. complanatum*, Dactylogyridae gen. sp. *D. extensus*, *D. minutus*, Ancyrocephalinae gen. sp., Proteocephalidae gen. sp., Dilepididae gen. sp., *C. cf. ralli*, *V. minuta*, *Eustrongylides* sp. y *P. brevis* (Tabla 6).

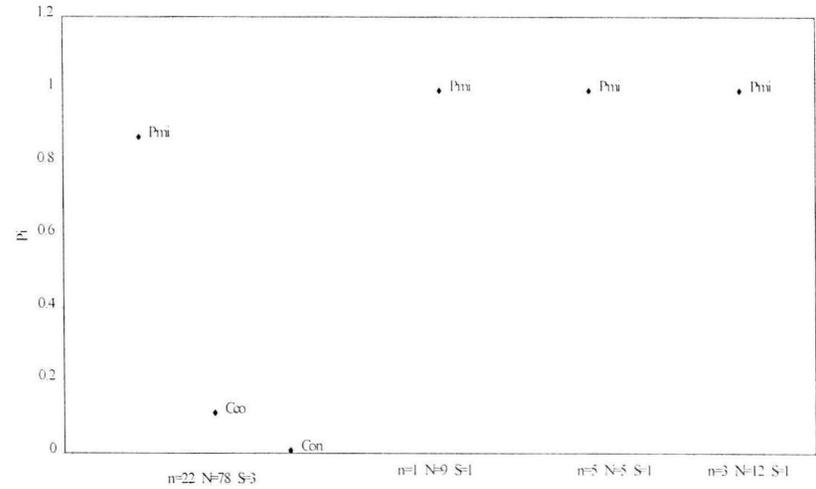


Fig 51 *A. robustus* (n=7 N=71 S=3)



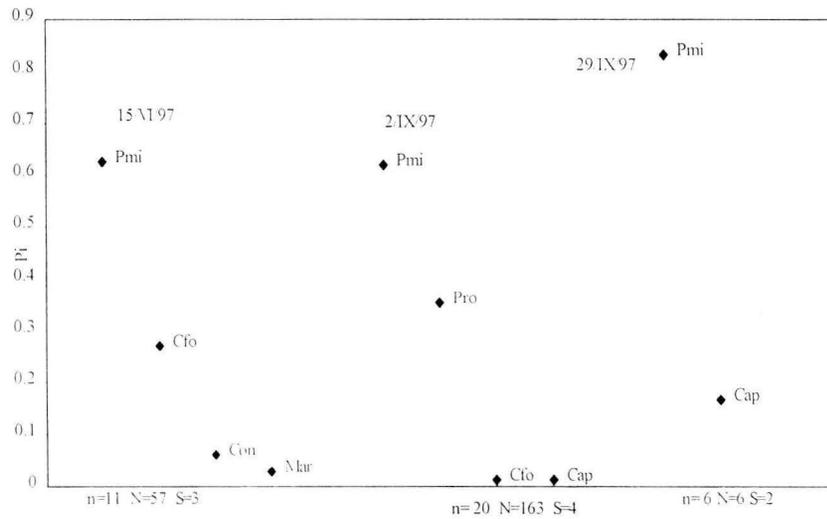
Secuencia de especies

Fig 52 *G. atripennis*



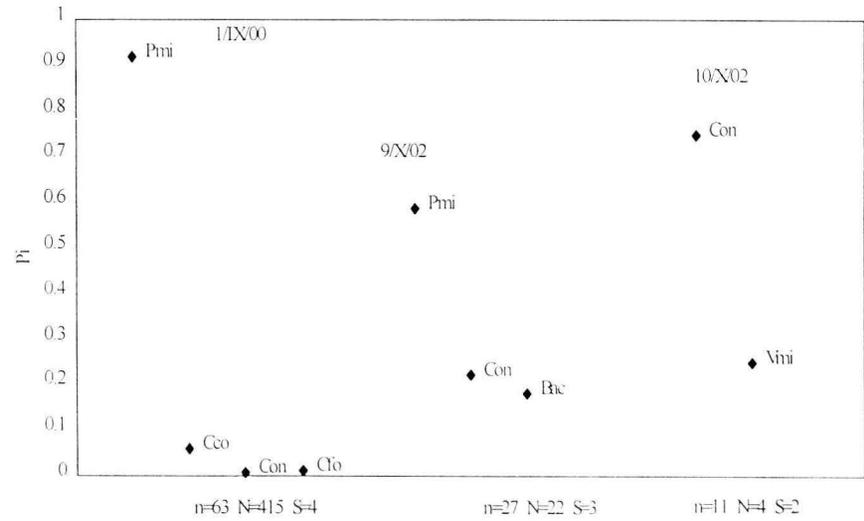
Secuencia de especies

Fig 53 *G. atripennis*



Secuencia de especies

Fig 54 *G. atripennis*



Secuencia de especies

Fig 55. *X. variata*

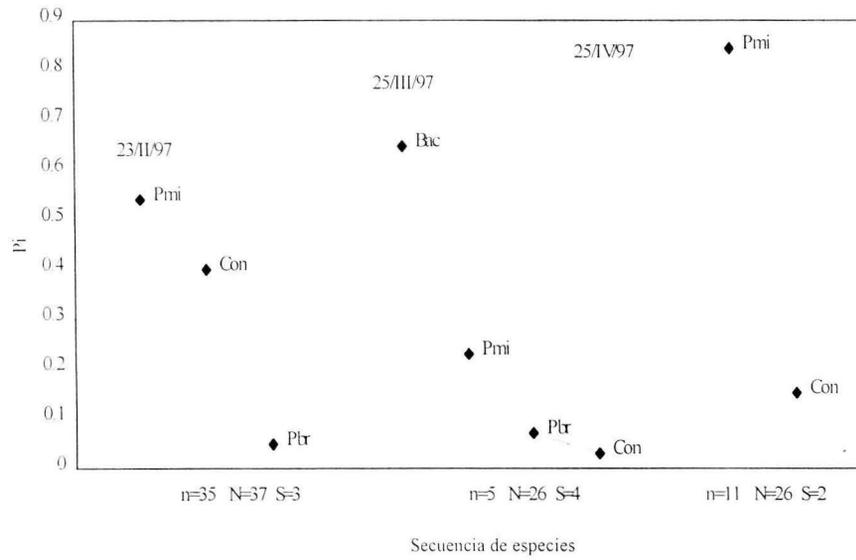


Fig 57. *X. variata*

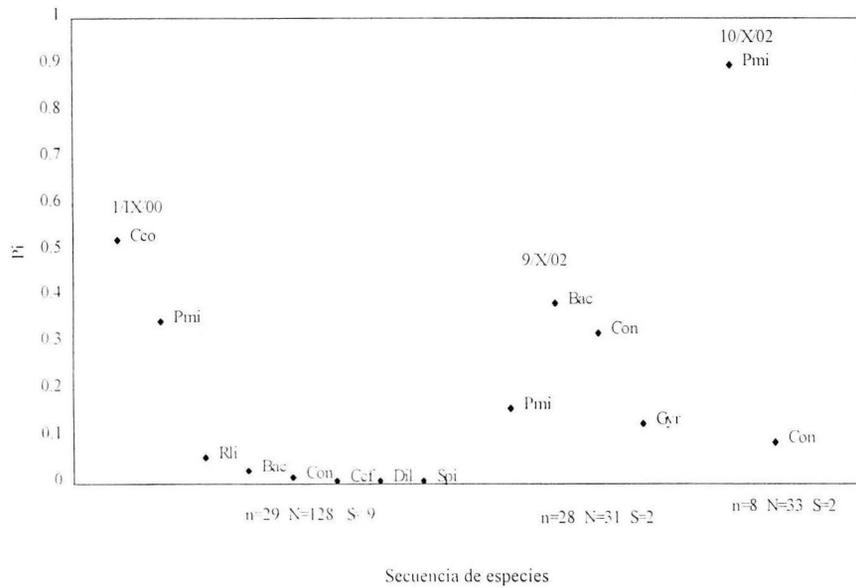


Fig 56. *X. variata*

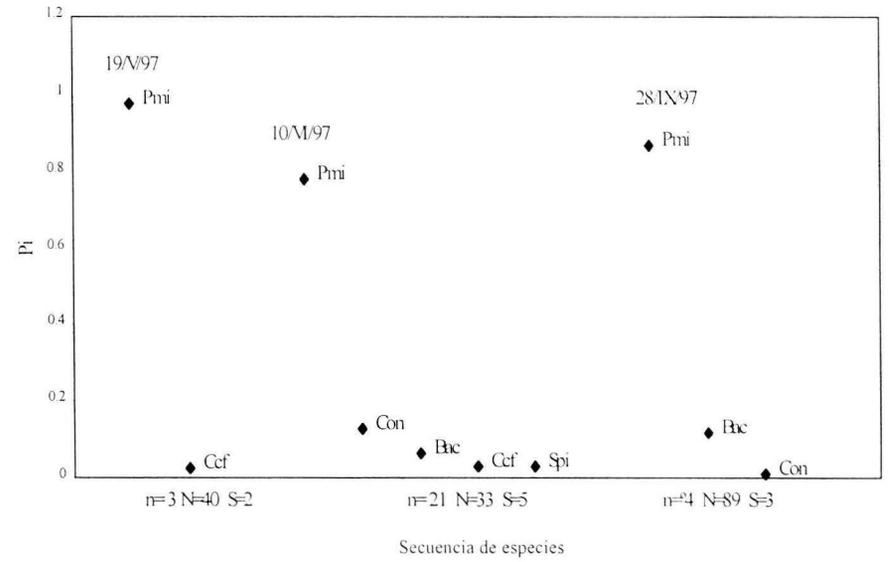


Fig 58. *P. infans*

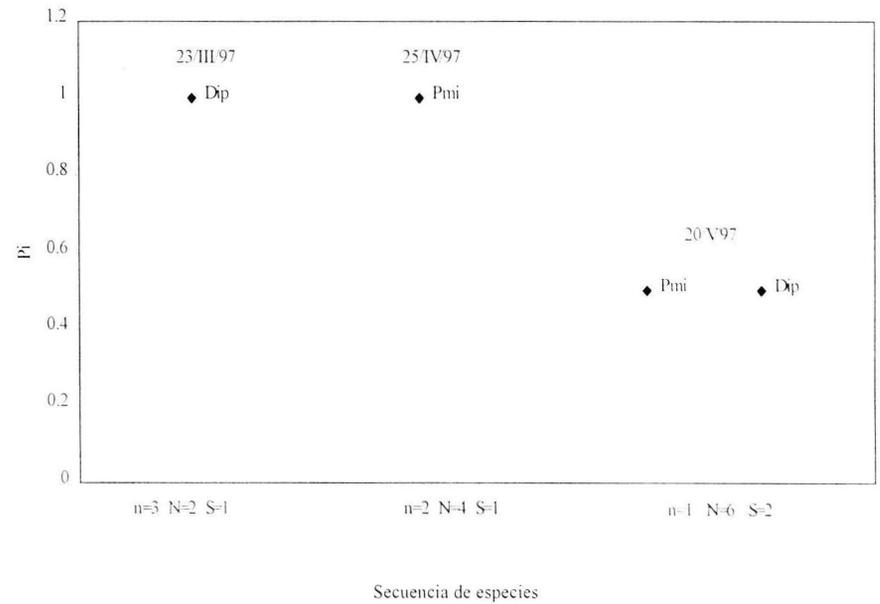


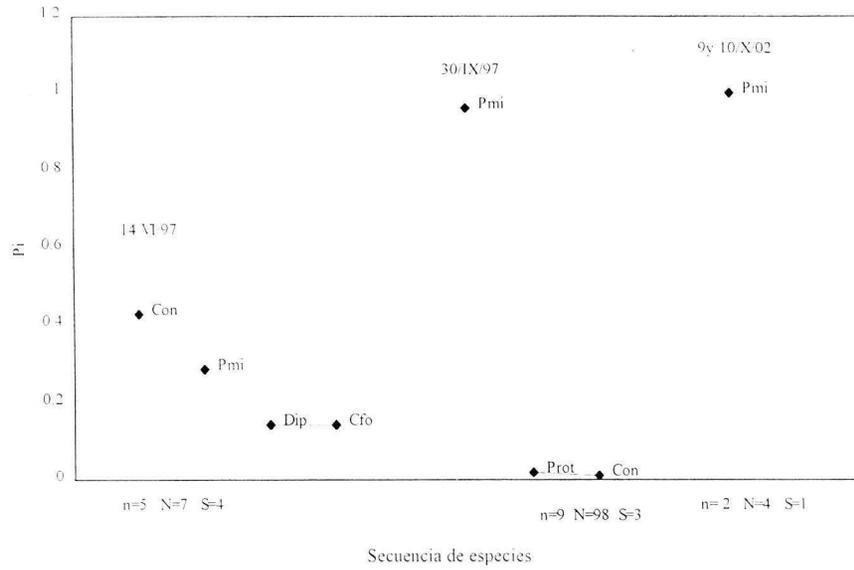
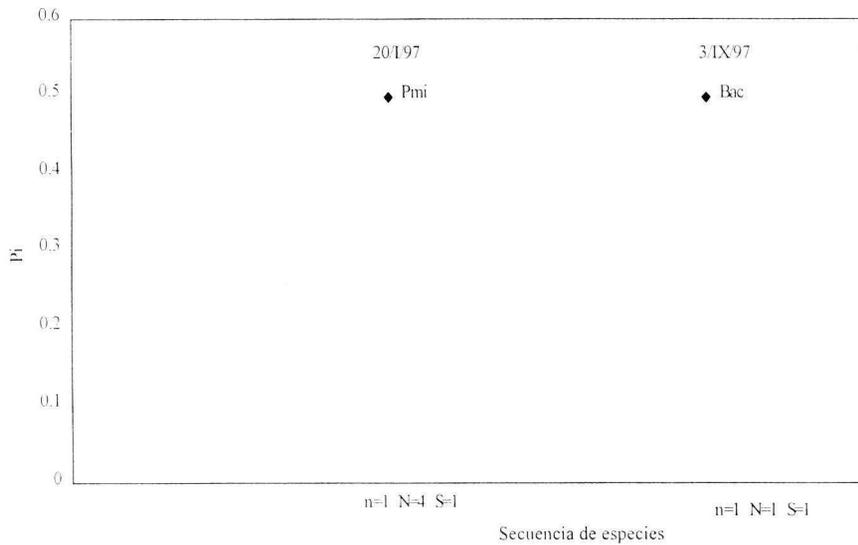
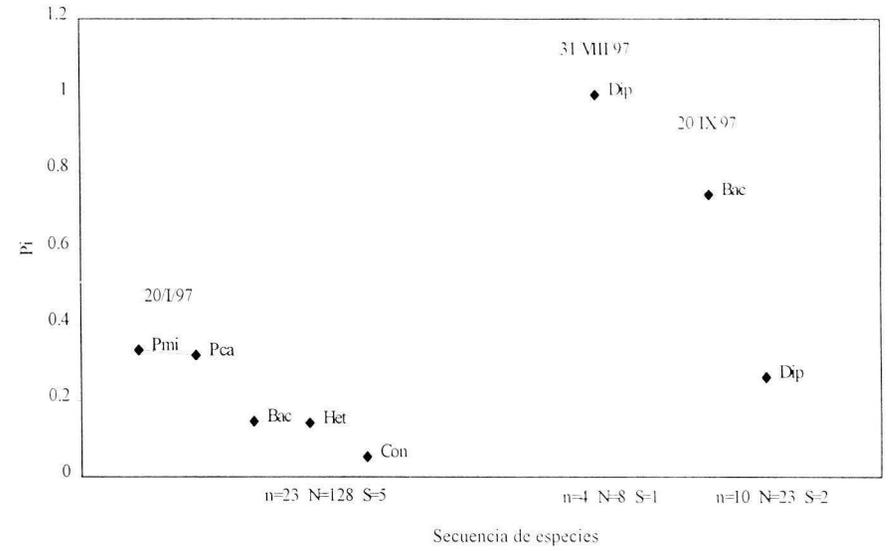
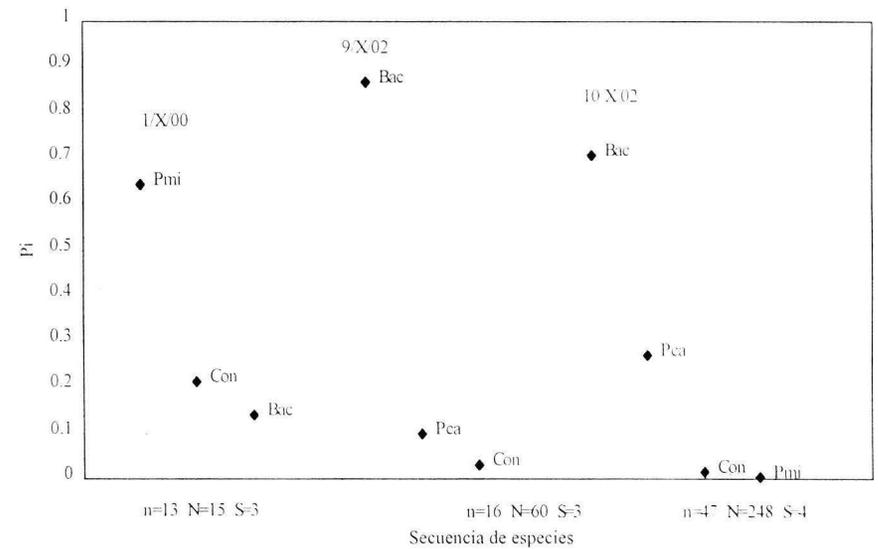
Fig. 59 *P. infans*Fig. 61 *C. labarcae*Fig. 60 *C. jordani*Fig. 62 *Chirostonix* sp.

Fig. 63 *O. mossambicus*

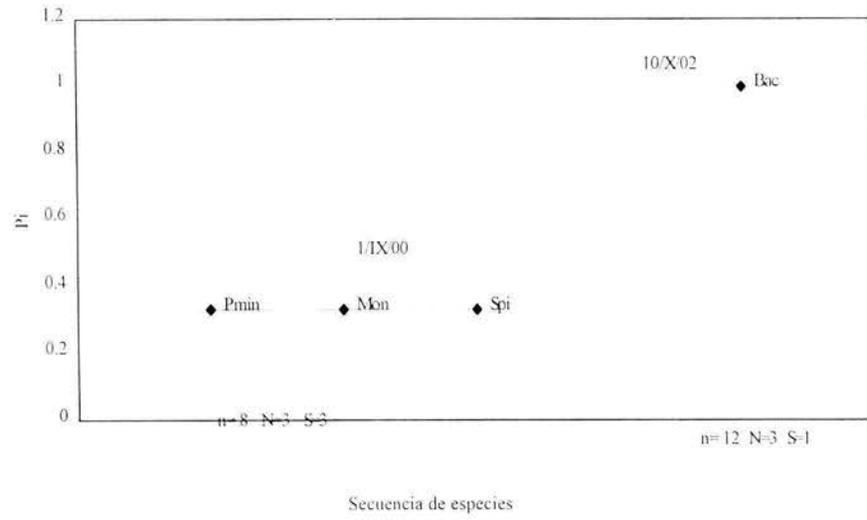


Tabla 5. Categorización de las especies de helmintos de acuerdo al análisis de Olmstead-Tukey en los peces de la presa Ignacio Allende, Guanajuato, México.

| Hospedero          | Fecha de colecta | Dominantes                                  | Comunes   | Raras  | Indicadoras             |
|--------------------|------------------|---|---|--|-------------------------|
| <i>A. tincella</i> | 22/IV/97         | <i>P. minimum</i><br><i>C. formosanus</i>   |   | <i>Proterodiplostomum</i> sp.<br><i>Contracaecum</i> sp.<br><i>B. acheilognathi</i><br>Cryptogonimidae gen. sp.        |                         |
| <i>C. carpio</i>   | 1/IX/00          | <i>C. formosanus</i><br><i>Spiroxys</i> sp. | <i>B. acheilognathi</i><br><i>P. tomentosa</i>                  | Capillariidae gen sp.<br><i>Eustrongylides</i> sp.<br><i>P. minimum</i><br>Monogenea                                   | <i>R. lichtenfelsi</i>  |
|                    | 9/X/02           | <i>B. acheilognathi</i>                     |   | <i>Spiroxys</i> sp.<br>Ancyrocephalinae gen. sp.<br><i>Contracaecum</i> sp.<br><i>D. minutus</i><br><i>D. extensus</i> | <i>Gyrodactylus</i> sp. |
|                    | 10/10/02         | <i>B. acheilognathi</i>                     |   | <i>P. caballeroi</i><br><i>D. minutus</i>  | <i>D. extensus</i>      |
| <i>Y. alta</i>     | 21/I/97          | <i>P. minimum</i><br><i>C. formosanus</i>   | <i>B. acheilognathi</i><br><i>Contracaecum</i> sp.<br>Monogenea |  |                         |
|                    | 24/III/97        | <i>P. minimum</i>                           | <i>Diplostomum</i> sp.  | <i>B. acheilognathi</i>  | <i>Contracaecum</i> sp. |
|                    | 20/V/97          | <i>P. minimum</i>                           |   | <i>B. acheilognathi</i>  |                         |
|                    | 15/VI/97         |   | <i>P. minimum</i>   |  | <i>C. formosanus</i>    |
|                    | 3/IX/97          | <i>P. minimum</i>                           |   | <i>B. acheilognathi</i>  |                         |
|                    | 20/IX/97         | <i>P. minimum</i>                           |   | <i>B. acheilognathi</i><br><i>C. formosanus</i>  |                         |

Continuación Tabla 5

| Hospedero            | Fecha de colecta | Dominantes   | Comunes  | Raras   | Indicadoras             |
|----------------------|------------------|--|--|---|-------------------------|
|                      | 1/IX/00          | <i>P. minimum</i>                                  |  | Dactylogyridae gen. sp.<br><i>Contracaecum</i> sp.<br><i>B. acheilognathi</i> | <i>C. formosanus</i>    |
| <i>A. robustus</i>   | 1/IX/00          | <i>P. minimum</i>                                  | Capillariidae gen sp.                              | <i>Eustrongylides</i> sp.   |                         |
| <i>G. atripinnis</i> | 21/I/97          | <i>P. minimum</i>                                  |  | <i>Contracaecum</i> sp.<br><i>C. complanatum</i>                              |                         |
|                      | 15/VI/97         | <i>C. formosanus</i><br><i>P. minimum</i>          |  | <i>Margotrema</i> sp.<br><i>Contracaecum</i> sp.                              |                         |
|                      | 2/IX/97          | <i>P. minimum</i><br><i>Proterodiplostomum</i> sp. |  | <i>C. formosanus</i><br>Capillariidae gen sp.                                 |                         |
|                      | 29/IX/97         | <i>P. minimum</i>                                  |  | Capillariidae gen sp.   |                         |
|                      | 1/IX/00          | <i>P. minimum</i><br><i>C. complanatum</i>         |  | <i>Contracaecum</i> sp.<br><i>C. formosanus</i>                               |                         |
|                      | 9/X/02           | <i>P. minimum</i>                                  | <i>Contracaecum</i> sp.<br><i>B. acheilognathi</i> |   |                         |
|                      | 10/X/02          | <i>Contracaecum</i> sp.                            |  | <i>V. minuta</i>  |                         |
| <i>X. variata</i>    | 23/II/97         | <i>P. minimum</i>                                  |  | <i>Contracaecum</i> sp.<br><i>P. brevis</i>                                   |                         |
|                      | 25/III/97        | <i>P. minimum</i>                                  |  | <i>Contracaecum</i> sp.<br><i>P. brevis</i>                                   | <i>B. acheilognathi</i> |
|                      | 25/IV/97         | <i>P. minimum</i>                                  |  | <i>Contracaecum</i> sp.   |                         |
|                      | 19/V/97          | <i>P. minimum</i>                                  |  | <i>Cyclustera cf. ralli</i>   |                         |

Continuación Tabla 5

| Hospedero             | Fecha de colecta | Dominantes  | Comunes   | Raras   | Indicadoras             |
|-----------------------|------------------|---|---|---|-------------------------|
|                       | 10/VI/97         | <i>P. minimum</i>   |   | <i>B. acheilognathi</i><br><i>Cyclustera cf. ralli</i><br><i>Spiroxys</i> sp. | <i>Contracaecum</i> sp. |
|                       | 28/IX/97         | <i>P. minimum</i><br><i>B. acheilognathi</i><br><i>C. complanatum</i>   |   | <i>Contracaecum</i> sp.   |                         |
|                       | 1/X/00           | <i>P. minimum</i><br><i>Contracaecum</i> sp.<br><i>B. acheilognathi</i> | <i>R. lichtenfelsi</i>                                | <i>Cyclustera cf. ralli</i><br>Dilipididae gen. sp.                           | <i>Spiroxys</i> sp.     |
|                       | 9/X/02           | <i>Contracaecum</i> sp.   | <i>P. minimum</i>                                     | <i>Gyrodactylus</i> sp.   | <i>B. acheilognathi</i> |
|                       | 10/X/02          | <i>P. minimum</i>   | <i>Contracaecum</i> sp.                               |   |                         |
| <i>P. infans</i>      | 14/VI/97         | <i>P. minimum</i>   |   | <i>C. formosanus</i>  | <i>Contracaecum</i> sp. |
|                       | 30/IX/97         | <i>P. minimum</i>   |   | Proteocephalidea gen. sp.<br><i>Contracaecum</i> sp.                          |                         |
| <i>C. jordani</i>     | 20/I/97          | <i>P. minimum</i><br><i>P. caballeroi</i>                               | <i>B. acheilognathi</i><br><i>Contracaecum</i> sp.    | <i>C. formosanus</i>  |                         |
|                       | 20/IX/97         | <i>B. acheilognathi</i>   |   | <i>Diplostomum</i> sp.  |                         |
| <i>Chirostoma</i> sp. | 1/IX/00          | <i>P. minimum</i>   | <i>Contracaecum</i> sp.                               | <i>B. acheilognathi</i>   |                         |
|                       | 9/X/02           | <i>B. acheilognathi</i>   | <i>P. caballeroi</i>                                  | <i>Contracaecum</i> sp.   |                         |
|                       | 10/X/02          | <i>B. acheilognathi</i><br><i>P. caballeroi</i>                         | <i>P. minimum</i><br><i>Contracaecum</i> sp.          |   |                         |
| <i>O. mossambicus</i> | 1/IX/00          |   | <i>P. minimum</i><br>Monogenea<br><i>Spiroxys</i> sp. |   |                         |

Tabla 6. Especies de helmintos y número de especies de hospederos en que por lo menos aparecieron una ocasión como dominante, común, rara o indicadora.

| Helminto                      | Dominante | Común | Rara | Indicadora |
|-------------------------------|-----------|-------|------|------------|
| <i>Margotrema</i> sp.         |           |       | 1    |            |
| Criptogonimidae gen. sp.      |           |       | 1    |            |
| <i>Proterodiplostomum</i> sp. | 1         |       | 1    |            |
| <i>C. complanatum</i>         |           |       | 1    |            |
| <i>Diplostomum</i> sp.        |           | 1     | 1    |            |
| <i>P. minimum</i>             | 8         | 4     | 1    |            |
| <i>C. formosanus</i>          | 2         |       | 3    | 2          |
| Monogenea                     |           | 2     | 1    |            |
| Dactylogyridae gen. sp.       |           |       | 1    |            |
| <i>D. extensus</i>            |           |       | 1    | 1          |
| <i>D. minutus</i>             |           |       | 1    |            |
| Ancyrocephalinae gen. sp.     |           |       | 1    |            |
| <i>Gyrodactylus</i> sp.       |           |       |      | 2          |
| <i>B. acheilognathi</i>       | 4         | 4     | 4    | 1          |
| Proteocephalidea gen. sp.     |           |       | 1    |            |
| Dilepididae gen. sp.          |           |       | 1    |            |
| <i>P. caballeroi</i>          | 2         | 1     | 1    |            |
| <i>C. cf. Ralli</i>           |           |       | 1    |            |
| <i>V. minuta</i>              |           |       | 1    |            |
| <i>P. tomentosa</i>           |           | 1     |      |            |
| Capillariidae gen. sp.        |           | 1     | 2    |            |
| <i>R. lichtenfelsi</i>        |           | 1     |      | 1          |
| <i>Eustrongylides</i> sp.     |           |       | 2    |            |
| <i>Contracaecum</i> sp.       | 2         | 4     | 7    | 3          |
| <i>Spiroxys</i> sp.           | 1         | 1     | 2    | 1          |
| <i>P. brevis</i>              |           |       | 1    |            |

## Infracomunidades

En general (Tabla 7) el número promedio de especies por hospedero individual varió entre 0.25 en *O. mossambicus* a 1.29 en *A. tincella* (Fig. 64). El número promedio de gusanos en las diferentes infracomunidades osciló de 0.35 en *O. mossambicus* a 36.78 en *Y. alta* (Tabla 7 y Fig. 65).

La diversidad medida por el promedio del índice de Brillouin mostró que las infracomunidades más ricas se presentaron en el “charal” *C. jordani* con un valor de 0.26 bits/org. El ciprínido *Y. alta* fue la siguiente especie con 0.15 bits/org. Les siguieron *Chirostoma* sp. (0.13 bits/org), *P. infans* (0.12 bits/org), *A. robustus* (0.11 bits/org) y *A. tincella* (0.1 bits/org). En tanto que las infracomunidades menos diversas se encontraron en *X. variata* (0.09 bits/org), *G. atripinnis* (0.07 bits/org), *C. carpio* (0.07 bits/org) y *O. mossambicus* (0) (Tabla 7 y Fig. 66).

El promedio de equitatividad de Brillouin indicó que las infracomunidades más equitativas se alojaron en las dos especies de aterínidos; *C. jordani* (0.31) y *Chirostoma* sp. (0.12), seguidas de *Y. alta* (0.18), *P. infans* (0.14) y *A. robustus* (0.14). Con valores menores se encontraron *X. variata* (0.13), *A. tincella* (0.1), *G. atripinnis* (0.09), *C. carpio* (0.08) y *O. mossambicus* (0) (Tabla 7).

El promedio del índice de Berger-Parker reveló que las infracomunidades más dominadas se encontraron en *A. tincella* (0.81), *A. robustus* (0.68) y *Chirostoma* sp. (0.54). Las especies subsecuentes fueron *Y. alta* (0.51), *P. infans* (0.48) y *G. atripinnis* (0.42). Mientras los valores mínimos se registraron en *C. carpio* (0.37), *X. variata* (0.34), *C. jordani* (0.22) y *O. mossambicus* (0) (Tabla 7).

La diversidad promedio del índice de Simpson mostró que las infracomunidades más diversas fueron las de *C. jordani* (0.2), *Chirostoma* sp. (0.12) y *Y. alta* (0.11), seguidas de *X. variata* (0.09), *P. infans* (0.09), *A. tincella* (0.08) y *A. robustus* (0.07). *C. carpio* (0.06), *G. atripinnis* (0.05) y *O. mossambicus* (0), fueron los hospederos con menor diversidad (Tabla 7 y Fig. 67).

Los resultados por muestreo nos revelaron que los “charales”, *C. jordani* y *Chirostoma* sp. presentaron a lo largo de las distintas fechas los promedios más altos en los índices de diversidad tanto de Brillouin y Simpson, así como en la equitatividad de Brillouin. En *C. jordani* el índice de Brillouin varió de 0.18 a 0.34 bits/org y la equidad

de Brillouin de 0.28 y 0.38. Mientras en *Chirostoma* sp. fluctuó entre 0.08 a 0.14 bits/org y la equidad de Brillouin de 0.14 a 0.21. Para *C. jordani* el promedio en el índice de Berger-Parker varió de 0.25 a 0.47 y en *Chirostoma* sp. de 0.29 a 0.71. Se registró un promedio en la diversidad de Simpson de 0.21 a 0.23 en *C. jordani* y de 0.12 a 0.13 en *Chirostoma* sp. Para *C. jordani* el número promedio de especies fue de 0.25 a 1.35 y 2.3 a 5.57 en el promedio de gusanos, en tanto que en *Chirostoma* sp. fue de 0.69 a 1.13 y de 1.07 a 5.28, respectivamente (Tabla 8).

El goodeido *X. variata* fue la siguiente especie con diversidades en promedio más ricas en sus infracomunidades en los distintos muestreos. La diversidad medida por el índice de Brillouin varió de 0 a 0.39 bits/org, la equidad de Brillouin de 0.07 a 0.53, el promedio de Berger-Parker de 0.13 a 0.65 y el promedio del índice de Simpson de 0.03 a 0.31. El promedio de especies varió de 0.25 a 2 y el promedio de gusanos fue de 0.38 a 22.75 (Tabla 9).

En la “carpa blanca” *Y. alta*, el índice de diversidad de Brillouin varió de 0.01 a 0.37 bits/org, la equidad de Brillouin de 0.04 a 0.45, el promedio del índice de Berger-Parker de 0.33 a 0.99 y el índice de Simpson de 0.03 a 0.27. Mientras el promedio de especies osciló entre 0.8 y 2.0, alojando en promedio de 2.24 a 96.5 gusanos (Tabla 10).

El “guatopote del Lerma”, *P. infans* presentó en sus infracomunidades una diversidad promedio de Brillouin que varió de 0.1 a 0.72 bits/org, el promedio de equidad de Brillouin fue de 0.14 a 1, el promedio del índice de Berger-Parker fue de 0.25 a 0.96 y el promedio de diversidad de Simpson de 0.07 a 0.18. El promedio de especies fue de 0.5 a 1.33 y de 0.67 a 11 individuos (Tabla 11).

Las infracomunidades de *G. atripinnis* a lo largo del tiempo fueron pobres. El promedio del índice de diversidad de Brillouin varió de 0 a 0.28 bits/org, la equidad de Brillouin varió de 0 a 0.4, el promedio de Berger-Parker de 0 a 0.65 y el promedio de la diversidad de Simpson de 0 a 0.22. Los valores en el promedio de especies fueron de 0.2 y 1.1, mientras el promedio de gusanos varió de 0.2 a 9.0 (Tabla 12).

Las especies exóticas mostraron los valores más bajos en sus infracomunidades en las distintas fechas. Los índices de Brillouin, equidad de Brillouin y de Simpson fueron siempre de 0 en la “tilapia”, *O. mossambicus*. El índice de Berger-Parker varió entre 0.08 y 0.13. En la “carpa”, *C. carpio* el promedio del índice Brillouin varió entre 0.03 y 0.17 y

el promedio de la equidad de Brillouin de 0.06 a 0.13, el índice de Berger-Parker de 0.19 a 0.46 y el índice de Simpson entre 0.01 y 0.1. El número promedio de especies en ninguna fecha, tanto en *C. carpio* como en *O. mossambicus* alcanzó el valor de 1. El promedio de individuos en *O. mossambicus* fue de 0.25 y 0.5, en tanto que en *C. carpio* estuvo comprendido entre 0.75 y 24.75 (Tabla 13).

Tabla 7. Características de los componentes de comunidad y las infracomunidades de helmintos parásitos en los peces de la presa Ignacio Allende, Gto. (Datos sumados de los muestreos de cada especie) \*Especie con un solo muestreo

| Características                           | Hospedero            |                  |                   |                      |                      |                   |                  |                   |                       |                       |
|---|----------------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | * <i>A. tincella</i> | <i>C. carpio</i> | <i>Y. alta</i>    | * <i>A. robustus</i> | <i>G. atripinnis</i> | <i>X. variata</i> | <i>P. infans</i> | <i>C. jordani</i> | <i>Chirostoma</i> sp. | <i>O. mossambicus</i> |
| No. hospederos examinados                 | 17                   | 77               | 66                | 7                    | 181                  | 144               | 24               | 37                | 76                    | 20                    |
| No. total de hospederos parasitados       | 15                   | 41               | 44                | 5                    | 101                  | 79                | 17               | 23                | 55                    | 4                     |
| No. total de especies                     | 6                    | 14               | 7                 | 3                    | 9                    | 10                | 4                | 6                 | 4                     | 4                     |
| No. total de individuos                   | 437                  | 491              | 2416              | 71                   | 781                  | 702               | 120              | 159               | 322                   | 6                     |
| No. prom. de especies ( $\pm$ DE)         | 1.29 $\pm$ 0.98      | 0.66 $\pm$ 0.73  | 0.98 $\pm$ 0.96   | 1 $\pm$ 0.81         | 0.72 $\pm$ 0.76      | 0.8 $\pm$ 0.82    | 1 $\pm$ 0.93     | 1.1 $\pm$ 1.05    | 1.01 $\pm$ 0.82       | 0.25 $\pm$ 0.45       |
| Min-Máx                                   | 0-4                  | 0-3              | 0-5               | 0-2                  | 0-3                  | 0-4               | 0-4              | 0-2               | 0-3                   | 0-1                   |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 25.59 $\pm$ 44.3     | 6.34 $\pm$ 26.71 | 36.78 $\pm$ 161.8 | 10.14 $\pm$ 11.7     | 4.35 $\pm$ 8.43      | 4.75 $\pm$ 9.41   | 5.22 $\pm$ 7.96  | 4.3 $\pm$ 5.48    | 4.24 $\pm$ 5.23       | 0.35 $\pm$ 0.75       |
| Min-Máx                                   | 0-188                | 0-189            | 0-1283            | 0-28                 | 0-74                 | 0-69              | 0-35             | 0-19              | 0-25                  | 0-3                   |
| Prom del índice de Simpson ( $\pm$ DE)    | 0.08 $\pm$ 0.17      | 0.06 $\pm$ 0.2   | 0.11 $\pm$ 0.22   | 0.07 $\pm$ 0.13      | 0.05 $\pm$ 0.17      | 0.09 $\pm$ 0.23   | 0.09 $\pm$ 0.23  | 0.20 $\pm$ 0.29   | 0.123 $\pm$ 0.26      | 0                     |
| Min-Máx                                   | 0-0.57               | 0-0.83           | 0-0.83            | 0-0.29               | 0-0.73               | 0-0.8             | 0-0.9            | 0-0.67            | 0-0.67                |                       |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.1 $\pm$ 0.22       | 0.07 $\pm$ 0.24  | 0.15 $\pm$ 0.27   | 0.11 $\pm$ 0.18      | 0.07 $\pm$ 0.21      | 0.09 $\pm$ 0.22   | 0.12 $\pm$ 0.29  | 0.26 $\pm$ 0.36   | 0.13 $\pm$ 0.25       | 0                     |
| Min-Máx                                   | 0-0.76               | 0-0.9            | 0-0.9             | 0-0.4                | 0-1.03               | 0-1.31            | 0-1.18           | 0-1.19            | 0-0.86                |                       |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.1 $\pm$ 0.23       | 0.08 $\pm$ 0.25  | 0.18 $\pm$ 0.34   | 0.14 $\pm$ 0.25      | 0.09 $\pm$ 0.25      | 0.13 $\pm$ 0.3    | 0.14 $\pm$ 0.31  | 0.31 $\pm$ 0.43   | 0.19 $\pm$ 0.36       | 0                     |
| Min-Máx                                   | 0-0.87               | 0-1              | 0-1               | 0-0.55               | 0-1                  | 0-1               | 0-1              | 0-1               | 0-1.03                |                       |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.81 $\pm$ 0.38      | 0.37 $\pm$ 0.48  | 0.51 $\pm$ 0.46   | 0.68 $\pm$ 0.47      | 0.42 $\pm$ 0.47      | 0.34 $\pm$ 0.45   | 0.48 $\pm$ 0.47  | 0.22 $\pm$ 0.35   | 0.54 $\pm$ 0.45       | 0.05 $\pm$ 0.22       |
| Min-Máx                                   | 0-1                  | 0-1              | 0-1               | 0-1                  | 0-1                  | 0-1               | 0-1              | 0-1               | 0-1                   | 0-1                   |
| Especie dominante                         | Pmi                  | Bac              | Pmi               | Pmi                  | Pmi                  | Pmi               | Pmi              | Bac               | Bac                   |                       |
| Porcentaje de muestreos en que dominante  | 100                  | 66.6             | 75                | 55                   | 100                  | 66.6              | 33.3             | 33.3              | 66.6                  | 66.6                  |

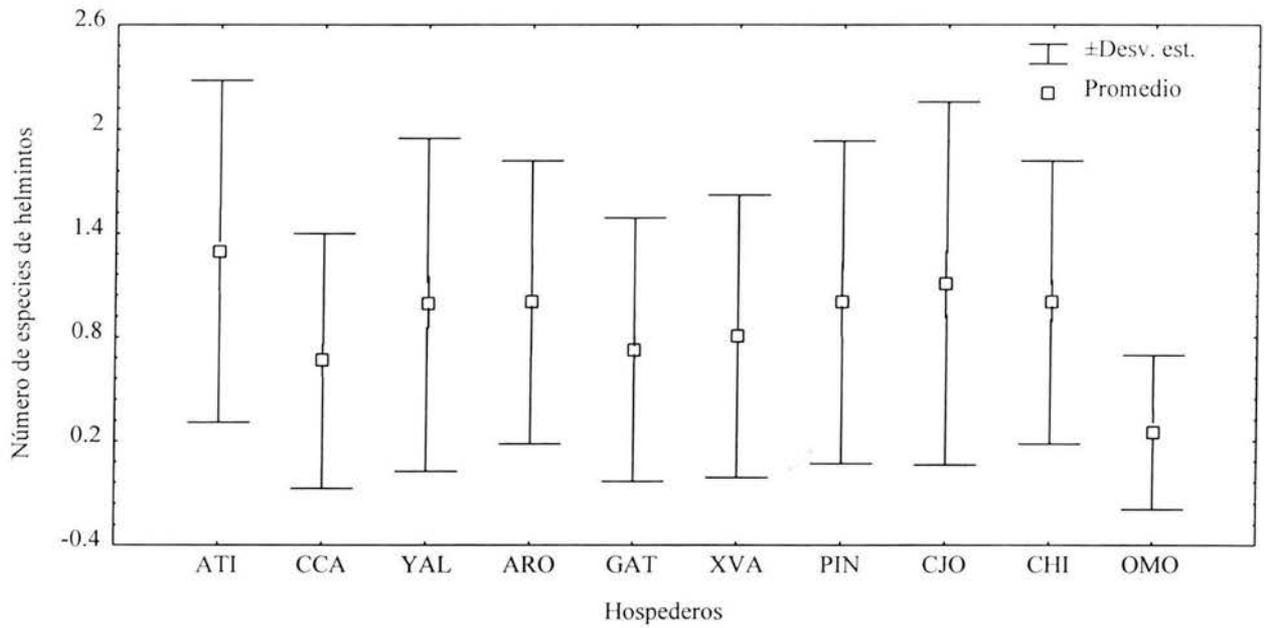


Fig. 64 Número de especies de helmintos, desviación estándar de las infracomunidades de los peces de la presa Ignacio Alleden, Guanajuato.

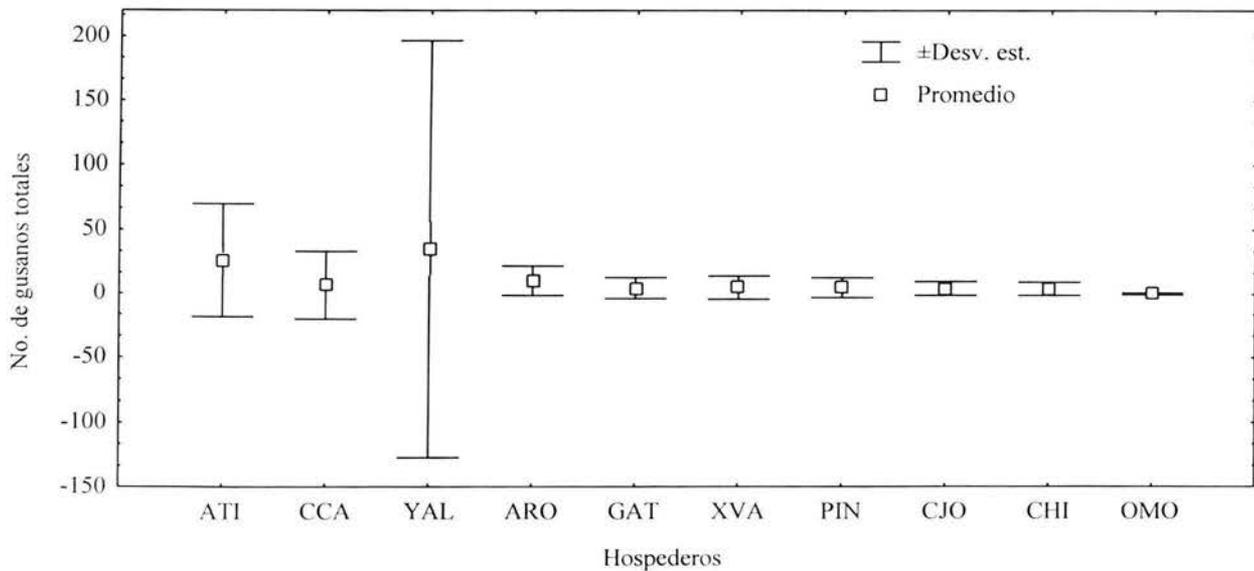


Fig. 65 Promedio y desviación estándar del número de gusanos totales de las infracomunidades de los peces de la presa Ignacio Alleden.

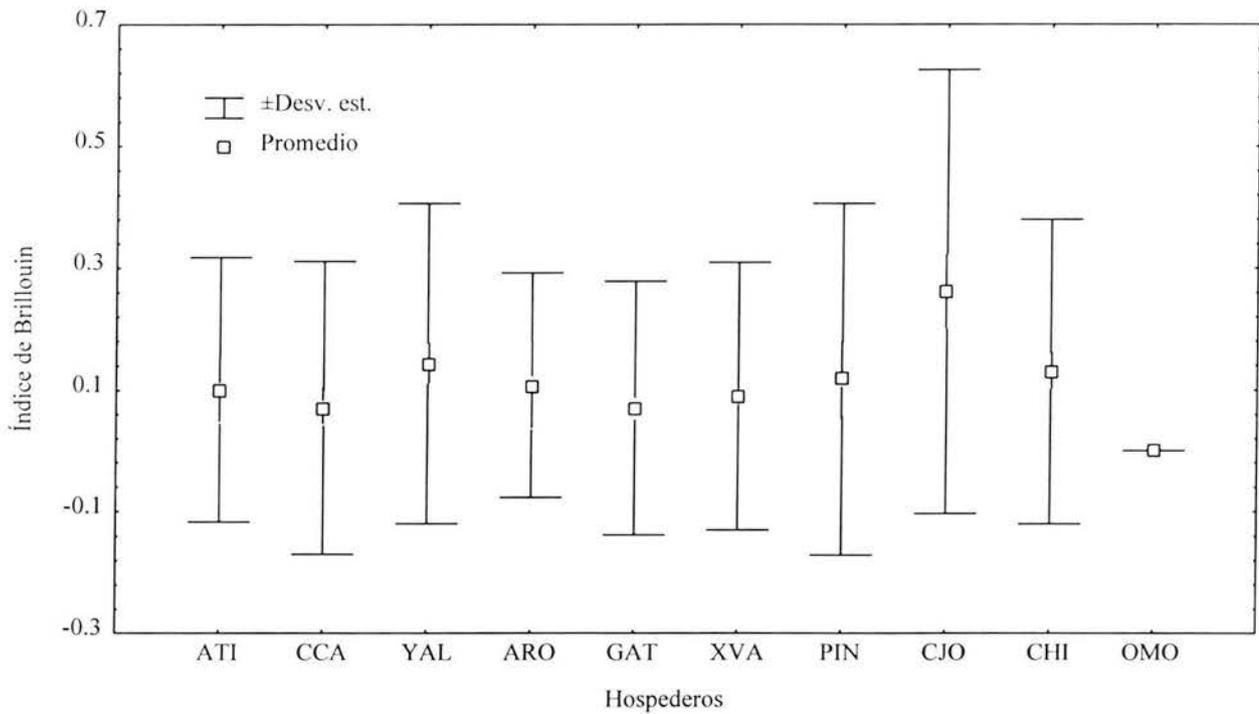


Fig. 66 Índice de Brillouin total por infracomunidad de hospederos.

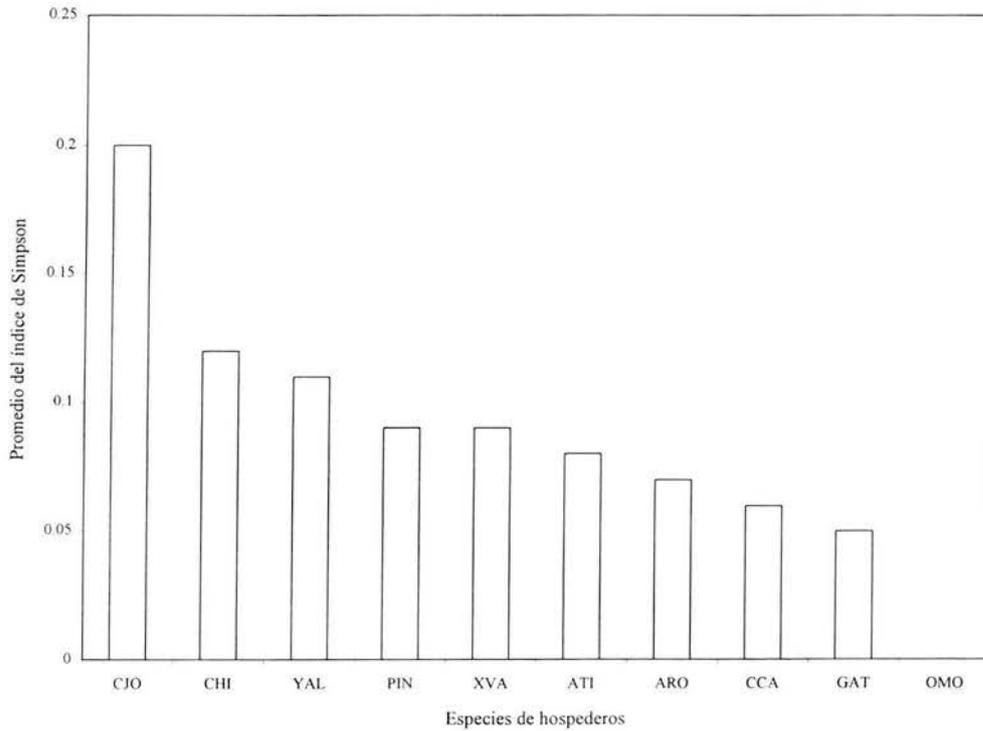


Fig. 67 Especies de peces y promedio del índice de Simpson de las infracomunidades de la presa Ignacio Allende, Guanajuato

Tabla 8. Características de los componentes de comunidad y las infracomunidades de helmintos en *C. jordani* y *Chirostoma* sp., se presentan los datos de cada fecha de muestreo por éste pez.

| Características                           | Fechas de colecta |                |                 |                       |                 |                 |
|---|-------------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|   | <i>C. jordani</i> |                |                 | <i>Chirostoma</i> sp. |                 |                 |
|   | 20/I/97           | 31/VIII/97     | 20/IX/97        | 1/IX/00               | 9/X/02          | 10/X/02         |
| No. hospederos examinados                 | 23                | 4              | 10              | 13                    | 16              | 47              |
| No. total de hospederos parasitados       | 16                | 1              | 6               | 7                     | 13              | 35              |
| No. total de especies                     | 5                 | 1              | 2               | 3                     | 3               | 4               |
| No. total de individuos                   | 128               | 8              | 23              | 14                    | 60              | 248             |
| No. prom de especies ( $\pm$ DE)          | 1.35 $\pm$ 1.11   | 0.25 $\pm$ 0.5 | 0.9 $\pm$ 0.88  | 0.69 $\pm$ 0.75       | 1.13 $\pm$ 0.81 | 1.06 $\pm$ 0.84 |
| Mín-Máx                                   | 0 - 3             | 0 - 1          | 0 - 2           | 0 - 2                 | 0 - 3           | 0 - 3           |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 5.57 $\pm$ 6.15   | 2 $\pm$ 4      | 2.3 $\pm$ 3.43  | 1.07 $\pm$ 1.44       | 3.8 $\pm$ 3.59  | 5.28 $\pm$ 5.98 |
| Mín-Máx                                   | 0 - 19            | 0 - 8          | 0 - 11          | 0 - 4                 | 0 - 14          | 0 - 25          |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0.23 $\pm$ 0.27   | 0              | 0.21 $\pm$ 0.36 | 0.12 $\pm$ 0.3        | 0.13 $\pm$ 0.23 | 0.13 $\pm$ 0.26 |
| Mín-Máx                                   | 0 - 0.7           |                | 0 - 1           | 0 - 1                 | 0 - 0.6         | 0 - 0.538       |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.34 $\pm$ 0.4    | 0              | 0.18 $\pm$ 0.30 | 0.08 $\pm$ 0.19       | 0.14 $\pm$ 0.27 | 0.14 $\pm$ 0.26 |
| Mín-Máx                                   | 0 - 1.19          |                | 0 - 0.67        | 0 - 0.5               | 0 - 0.82        | 0 - 0.86        |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.38 - 0.43       | 0              | 0.28 - 0.46     | 0.14 $\pm$ 0.34       | 0.19 - 0.34     | 0.21 $\pm$ 0.38 |
| Mín-Máx                                   | 0 - 1.15          |                | 0 - 1.0         | 0 - 1                 | 0 - 0.77        | 0 - 1           |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.3 $\pm$ 0.37    | 0.25 $\pm$ 0.5 | 0.47 $\pm$ 0.45 | 0.29 $\pm$ 0.45       | 0.71 $\pm$ 0.41 | 0.6 $\pm$ 0.44  |
| Mín-Máx                                   | 0 - 1             | 1              | 0 - 1           | 0 - 1                 | 0 - 1           | 0 - 1           |
| Especie dominante                         | Pmi               |                | Bac             | Pmi                   | Bac             | Bac             |

Tabla 9. Características de los componentes de comunidad y las infracomunidades de helmintos en *X. variata*, se presentan los datos de cada fecha de muestreo por éste pez.

| Características                           | Fechas de colecta |                 |                 |                   |                 |                  |                 |                 |                 |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|   | 23/II/97          | 25/III/97       | 25/IV/97        | 19/V/97           | 10/VI/97        | 28/IX/97         | 1/IX/00         | 9/X/02          | 10/X/02         |
| No. hospederos examinados                 | 35                | 5               | 11              | 3                 | 21              | 4                | 29              | 28              | 8               |
| No. total de hospederos parasitados       | 25                | 1               | 7               | 1                 | 11              | 4                | 21              | 7               | 2               |
| No. total de especies                     | 3                 | 4               | 2               | 2                 | 5               | 3                | 8               | 4               | 2               |
| No. total de individuos                   | 287               | 26              | 26              | 40                | 33              | 91               | 135             | 31              | 33              |
| No. prom de especies ( $\pm$ DE)          | 0.91 $\pm$ 0.70   | 1.2 $\pm$ 0.45  | 0.82 $\pm$ 0.75 | 1 $\pm$ 1         | 0.71 $\pm$ 0.78 | 2 $\pm$ 0.82     | 1.07 $\pm$ 0.96 | 0.32 $\pm$ 0.61 | 0.25 $\pm$ 0.46 |
| Min-Máx                                   | 0 - 2             | 1-2             | 0 - 2           | 0 - 2             | 0 - 2           | 1 - 3            | 0 - 4           | 0 - 2           | 0 - 1           |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 8.34 $\pm$ 10.09  | 5.2 $\pm$ 6.69  | 2.36 $\pm$ 2.34 | 13.33 $\pm$ 11.93 | 1.57 $\pm$ 2.27 | 22.75 $\pm$ 31.4 | 4.66 $\pm$ 9.64 | 1.11 $\pm$ 2.67 | 0.38 $\pm$ 1.06 |
| Min-Máx                                   | 0 - 39            | 1-17            | 0 - 7           | 0 - 23            | 0 - 7           | 3-69             | 0 - 48          | 0 - 12          | 0 - 30          |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0.03 $\pm$ 0.08   | 0.13 $\pm$ 0.3  | 0.11 $\pm$ 0.24 | 0.04 $\pm$ 0.07   | 0.12 $\pm$ 0.27 | 0.31 $\pm$ 0.33  | 0.15 $\pm$ 0.33 | 0.05 $\pm$ 0.21 | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.33          | 0 - 0.67        | 0 - 0.67        | 0 - 0.12          | 0 - 0.67        | 0 - 0.67         | 0 - 1           | 0 - 1           |                 |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.06 $\pm$ 0.13   | 0.13 $\pm$ 0.29 | 0.09 $\pm$ 0.21 | 0.08 $\pm$ 0.14   | 0.1 $\pm$ 0.21  | 0.39 $\pm$ 0.37  | 0.15 $\pm$ 0.33 | 0.04 $\pm$ 0.15 | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.43          | 0 - 0.65        | 0 - 0.53        | 0 - 0.24          | 0 - 0.65        | 0 - 0.84         | 0 - 1.31        | 0 - 0.65        |                 |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.07 $\pm$ 0.16   | 0.2 $\pm$ 0.45  | 0.16 $\pm$ 0.36 | 0.09 $\pm$ 0.16   | 0.16 $\pm$ 0.34 | 0.53 $\pm$ 0.54  | 0.18 $\pm$ 0.38 | 0.07 $\pm$ 0.25 | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.6           | 0 - 1           | 0 - 1           | 0 - 0.28          | 0 - 1           | 0 - 1.0          | 0 - 1           | 0 - 1           |                 |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.55 $\pm$ 0.49   | 0.5 $\pm$ 0.5   | 0.54 $\pm$ 0.48 | 0.65 $\pm$ 0.56   | 0.34 $\pm$ 0.45 | 0.77 $\pm$ 0.27  | 0.24 $\pm$ 0.41 | 0.14 $\pm$ 0.32 | 0.13 $\pm$ 0.35 |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1           | 0 - 1           | 0 - 1             | 0 - 1           | 0.44 - 1.0       | 0 - 1           | 0 - 1           | 0 - 1           |
| Especie dominante                         | Pmi               | Pmi             | Pmi             | Pmi               | Pmi             | Pmi              | Cco             | Con             |                 |

Tabla 10. Características de los componentes de comunidad y las infracomunidades de helmintos en *Y. alta*, se presentan los datos de cada fecha de muestreo por este pez.

| Características                           | Fechas de colecta |                 |                  |                 |                   |                   |                 |                 |
|---|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|   | 21/I/97           | 24/III/97       | 24/IV/97         | 20/V/97         | 15/VI/97          | 3/IX/97           | 20/IX/97        | 1/IX/00         |
| No. hospederos examinados                 | 6                 | 9               | 10               | 17              | 14                | 4                 | 3               | 3               |
| No. total de hospederos parasitados       | 1                 | 6               | 8                | 10              | 9                 | 4                 | 3               | 3               |
| No. total de especies                     | 5                 | 4               | 1                | 2               | 2                 | 2                 | 3               | 4               |
| No. total de individuos                   | 241               | 41              | 438              | 38              | 1351              | 141               | 39              | 127             |
| No. prom. de especies ( $\pm$ DE)         | 0.83 $\pm$ 2.04   | 0.89 $\pm$ 0.93 | 0.8 $\pm$ 0.42   | 0.71 $\pm$ 0.77 | 1.14 $\pm$ 0.95   | 1.25 $\pm$ 0.5    | 1.67 $\pm$ 0.58 | 2 $\pm$ 1       |
| Min-Máx                                   | 0 - 5             | 0 - 3           | 0 - 1            | 0 - 2           | 0 - 2             | 1 - 2             | 1 - 2           | 1 - 3           |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 42 $\pm$ 102.88   | 4.56 $\pm$ 4.9  | 43.8 $\pm$ 70.36 | 2.24 $\pm$ 2.1  | 96.5 $\pm$ 341.69 | 35.25 $\pm$ 23.69 | 13 $\pm$ 12     | 42 $\pm$ 56.66  |
| Min-Máx                                   | 0 - 252           | 0 - 13          | 0 - 1            | 0 - 10          | 0 - 1283          | 3 - 36            | 1 - 25          | 3 - 107         |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0.03 $\pm$ 0.07   | 0.09 $\pm$ 0.28 | 0                | 0.08 $\pm$ 0.17 | 0.27 $\pm$ 0.31   | 0.03 $\pm$ 0.06   | 0.21 $\pm$ 0.18 | 0.14 $\pm$ 0.18 |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.16          | 0 - 0.83        |                  | 0 - 0.56        | 0 - 0.67          | 0 - 0.11          | 0 - 0.33        | 0 - 0.34        |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.08 $\pm$ 0.21   | 0.01 $\pm$ 0.3  | 0                | 0.01 $\pm$ 0.23 | 0.30 $\pm$ 0.32   | 0.07 $\pm$ 0.13   | 0.37 $\pm$ 0.33 | 0.31 $\pm$ 0.34 |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.51          | 0 - 0.9         |                  | 0 - 0.8         | 0 - 0.83          | 0 - 0.26          | 0 - 0.63        | 0 - 0.67        |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.04 $\pm$ 0.09   | 0.11 $\pm$ 0.33 | 0                | 0.14 $\pm$ 0.31 | 0.45 $\pm$ 0.48   | 0.07 $\pm$ 0.14   | 0.43 $\pm$ 0.38 | 0.23 $\pm$ 0.26 |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.23          | 0 - 1           |                  | 0 - 1           | 0 - 1             | 0 - 0.29          | 0 - 0.7         | 0 - 0.51        |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.16 $\pm$ 0.38   | 0.47 $\pm$ 0.51 | 0.8 $\pm$ 0.42   | 0.5 $\pm$ 0.48  | 0.33 $\pm$ 0.35   | 0.99 $\pm$ 0.03   | 0.88 $\pm$ 0.1  | 0.62 $\pm$ 0.51 |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.94          | 0 - 1           | 0 - 1            | 0 - 1           | 0 - 1             | 0.94 - 1          | 0.8 - 1         | 0.04 - 1        |
| Especie dominante                         | Cfo               | Pmi             |                  | Pmi             | Pmi               | Pmi               | Pmi             | Pmi             |

Tabla 11. Características de los componentes de comunidad y las infracomunidades de helmintos en *P. infans*, se presentan los datos de cada fecha de muestreo por éste pez.

| Características                           | Fechas de colecta |                |              |                 |                 |                |
|---|-------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|
|   | 23/III/97         | 25/IV/97       | 20/V/97      | 14/VI/97        | 30/IX/97        | 9-10/X/02      |
| No. hospederos examinados                 | 3                 | 2              | 1            | 5               | 9               | 4              |
| No. total de hospederos parasitados       | 2                 | 1              | 1            | 3               | 9               | 1              |
| No. total de especies                     | 1                 | 1              | 2            | 4               | 3               | 1              |
| No. total de individuos                   | 2                 | 4              | 6            | 7               | 99              | 2              |
| No. prom de especies ( $\pm$ DE)          | 0.67 $\pm$ 0.58   | 0.5 $\pm$ 0.71 | 2 $\pm$ 0    | 1.2 $\pm$ 1.64  | 1.33 $\pm$ 0.5  | 0.25 $\pm$ 0.5 |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1          | 3            | 0 - 4           | 1 - 2           | 0 - 1          |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 0.67 $\pm$ 0.58   | 2 $\pm$ 2.83   | 6 $\pm$ 0    | 1.4 $\pm$ 2.07  | 11 $\pm$ 10.51  | 0.5 $\pm$ 1    |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 4          | 6            | 0 - 5           | 1 - 35          | 0 - 2          |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0                 | 0              | 0.6 $\pm$ 0  | 0.18 $\pm$ 0.4  | 0.07 $\pm$ 0.14 | 0              |
| Min-Máx                                   |                   |                | 0.6          | 0 - 0.9         | 0 - 0.18        |                |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0                 | 0              | 0.72 $\pm$ 0 | 0.24 $\pm$ 0.53 | 0.10 $\pm$ 0.17 | 0              |
| Min-Máx                                   |                   |                | 0.72         | 0 - 1.18        | 0 - 0.46        |                |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0                 | 0              | 1 $\pm$ 0    | 0.2 $\pm$ 0.45  | 0.14 $\pm$ 0.25 | 0              |
| Min-Máx                                   |                   |                | 1            | 0 - 1           | 0 - 0.7         |                |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.67 $\pm$ 0.58   | 0.5 $\pm$ 0.71 | 0.5 $\pm$ 0  | 0.44 $\pm$ 0.52 | 0.96 $\pm$ 0.07 | 0.25 $\pm$ 0.5 |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1          | 0.5          | 0 - 1           | 0.8 - 1         | 0 - 1          |
| Especie dominante                         |                   |                |              | Con             | Pmi             | Pmi            |

Tabla 12. Características de los componentes de comunidad y la infracomunidades de helmintos en *G. atripinnis*, se presentan los datos de cada fecha de muestreo por éste pez.

| Características                           | Fechas de Colecta |          |           |                |             |                 |                 |                 |                  |                 |                 |
|---|-------------------|----------|-----------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
|   | 21/I/97           | 23/II/97 | 25/III/97 | 23/IV/97       | 20/V/97     | 15/VI/97        | 2/IX/97         | 29/IX/97        | 1/IX/00          | 9/X/02          | 10/X/02         |
| No. hospederos examinados                 | 22                | 12       | 1         | 5              | 3           | 11              | 20              | 6               | 63               | 27              | 11              |
| No. total de hospederos parasitados       | 13                | 0        | 1         | 1              | 3           | 7               | 15              | 2               | 47               | 8               | 4               |
| No. total de especies                     | 3                 | 0        | 1         | 1              | 1           | 3               | 4               | 2               | 4                | 3               | 2               |
| No. total de individuos                   | 78                | 0        | 9         | 1              | 12          | 57              | 163             | 6               | 455              | 22              | 4               |
| No. prom. de especies ( $\pm$ DE)         | 0.64 $\pm$ 0.58   | 0        | 1 $\pm$ 0 | 0.2 $\pm$ 0.45 | 1 $\pm$ 0   | 1.09 $\pm$ 1.04 | 1.1 $\pm$ 0.85  | 0.5 $\pm$ 0.84  | 0.84 $\pm$ 0.79  | 0.37 $\pm$ 0.63 | 0.36 $\pm$ 0.50 |
| Min-Máx                                   | 0 - 2             |          | 1         | 0 - 1          | 1           | 0 - 3           | 0 - 3           | 0 - 2           | 0 - 3            | 0 - 2           | 0 - 1           |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 3.55 $\pm$ 4.88   | 0        | 9 $\pm$ 0 | 0.2 $\pm$ 0.45 | 4 $\pm$ 5.2 | 5.18 $\pm$ 7.22 | 8.1 $\pm$ 3.0   | 1 $\pm$ 1.67    | 6.73 $\pm$ 10.83 | 0.81 $\pm$ 1.64 | 0.36 $\pm$ 0.50 |
| Min-Máx                                   | 0 - 15            |          | 9         | 0 - 1          | 1-10        | 0 - 21          | 0 - 48          | 0 - 4           | 0 - 74           | 0 - 6           | 0 - 1           |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0.02 $\pm$ 0.09   | 0        | 0         | 0              | 0           | 0.22 $\pm$ 0.30 | 0.03 $\pm$ 0.11 | 0.08 $\pm$ 0.20 | 0.05 $\pm$ 0.15  | 0.06 $\pm$ 0.24 | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.41          |          |           |                |             | 0 - 0.73        | 0 - 0.5         | 0 - 0.5         | 0 - 0.67         | 0 - 1           |                 |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.03 $\pm$ 0.14   | 0        | 0         | 0              | 0           | 0.28 $\pm$ 0.4  | 0.06 $\pm$ 0.21 | 0.08 $\pm$ 0.20 | 0.08 $\pm$ 0.22  | 0.04 $\pm$ 0.22 | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.65          |          |           |                |             | 0 - 0.98        | 0 - 0.84        | 0 - 0.5         | 0 - 1.03         | 0 - 0.65        |                 |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.4 $\pm$ 0.17    | 0        | 0         | 0              | 0           | 0.33 $\pm$ 0.47 | 0.06 $\pm$ 0.22 | 0.13 $\pm$ 0.32 | 0.09 $\pm$ 0.24  | 0.7 $\pm$ 0.27  | 0               |
| Min-Máx                                   | 0 - 0.79          |          |           |                |             | 0 - 1.          | 0 - 0.96        | 0 - 0.77        | 0 - 1            | 0 - 1           |                 |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.51 $\pm$ 0.5    | 0        | 0         | 0              | 0           | 0.42 $\pm$ 0.42 | 0.57 $\pm$ 0.45 | 0.29 $\pm$ 0.46 | 0.65 $\pm$ 0.46  | 0.13 $\pm$ 0.33 | 0.27 $\pm$ 0.47 |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             |          |           |                |             | 0 - 0.48        | 0 - 1           | 0 - 1           | 0 - 1            | 0 - 1           | 0 - 1           |
| Especie dominante                         | Pmi               |          |           |                |             | Pmi             | Pmi             | Pmi             | Pmi              | Con             | Con             |

Tabla 13. Características de las infracomunidades de helmintos en *C. carpio* y *O. mossambicus*, se presentan los datos de cada fecha de muestreo por éste pez.

| Características                           | Fechas de colecta |                 |                 |                       |                 |  |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--|
|   | <i>C. carpio</i>  |                 |                 | <i>O. mossambicus</i> |                 |  |
|   | 1/IX/00           | 9/X/02          | 10/X/02         | 1/IX/00               | 10/X/02         |  |
| No. hospederos examinados                 | 16                | 53              | 8               | 8                     | 12              |  |
| No. total de hospederos parasitados       | 9                 | 30              | 2               | 3                     | 1               |  |
| No. total de especies                     | 9                 | 7               | 4               | 3                     | 1               |  |
| No. total de individuos                   | 399               | 86              | 6               | 3                     | 3               |  |
| No. prom. de especies ( $\pm$ DE)         | 0.82 $\pm$ 0.91   | 0.64 $\pm$ 0.62 | 0.5 $\pm$ 1.07  | 0.5 $\pm$ 0.53        | 0.08 $\pm$ 0.29 |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 3             | 0 - 2           | 0 - 3           | 0 - 1                 | 0 - 1           |  |
| Prom. de individuos ( $\pm$ DE)           | 24.75 $\pm$ 56.06 | 1.62 $\pm$ 2.11 | 0.75 $\pm$ 1.4  | 0.5 $\pm$ 0.53        | 0.25 $\pm$ 0.87 |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 189           | 0 - 8           | 0 - 2           | 0 - 1                 | 0 - 3           |  |
| Prom. del índice de Simpson ( $\pm$ DE)   | 0.01 $\pm$ 0.28   | 0.04 $\pm$ 0.16 | 0.1 $\pm$ 0.29  | 0                     | 0               |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1           | 0.83            |                       | 0               |  |
| Prom. del índice de Brillouin ( $\pm$ DE) | 0.17 $\pm$ 0.42   | 0.03 $\pm$ 0.12 | 0.11 $\pm$ 0.32 | 0                     | 0               |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 1.54          | 0 - 0.5         | 0.9             |                       | 0               |  |
| Prom. de equidad (Brillouin) ( $\pm$ DE)  | 0.13 - 0.33       | 0.06 $\pm$ 0.21 | 0.13 $\pm$ 0.35 | 0                     | 0               |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1           | 1               |                       | 0               |  |
| Prom. índice de Berger-Parker             | 0.19 $\pm$ 0.40   | 0.46 $\pm$ 0.49 | 0.25 $\pm$ 0.46 | 0.13 $\pm$ 0.35       | 0.08 $\pm$ 0.29 |  |
| Min-Máx                                   | 0 - 1             | 0 - 1           | 1               | 0 - 1                 | 1               |  |
| Especie dominante                         | Cfo               | Bac             | Bac             |                       |                 |  |

## DISCUSIÓN

### Inventario helmintológico y descripción general de las infecciones

Los muestreos realizados han permitido obtener datos de casi todas las especies de peces registradas en la presa Ignacio Allende; faltan aún por examinar *Chirostoma arge* (Atherinidae) y la especie introducida *Carassius auratus* (Cyprinidae). Examinamos algunos *Chirostoma* sp. (aún no determinados) que podrían ser *C. arge* (Joel Paulo-Maya, Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N., com. pers.). El número de peces examinados por especie fue variable. Se examinaron más ejemplares de *G. atripinnis*, *X. variata* y *C. jordani* que de acuerdo con López-López (1997) son las especies más abundantes en el embalse. Considerando lo anterior, los datos que presentamos en éste trabajo representan bien a todas las familias, y a la mayoría de los géneros y especies de peces que habitan en ésta presa.

Poulin (1998a) propone que el mejor estimador de riqueza en comunidades de helmintos es el de Bootstrap, ya que es menos variable y probable a sobrestimar la riqueza. A pesar de ello se calcularon tres estimadores lo que nos permitió situarnos en la mejor de las posiciones, pero también en la peor. Asimismo calculamos curvas acumulativas de especies, que nos permitió tener otro modelo en la predicción de las especies de helmintos que podrían estar faltando en los peces de la presa.

Las curvas acumulativas de especies para cada muestreo, así como los datos de los estimadores de riqueza, revelaron que los muestreos desarrollados aportaron la información suficiente para considerar que tenemos el mayor número de especies de helmintos si no es que todas las que integran cada comunidad. Es decir que en este trabajo presentamos un inventario completo de las especies de helmintos que existen en la presa Ignacio Allende.

Los estimadores de riqueza calculados a partir de estos datos sugieren que el número de especies de helmintos que aún faltan por detectar en cada especie de pez es mínimo. Excepto para *A. robustus*, *P. infans* y *O. mossambicus*, para las siete especies restantes de peces analizadas contamos con al menos un muestreo con más de 10 y hasta 63 hospederos examinados.

Los resultados muestran que el grupo taxonómico de helmintos dominante en la presa por el número de especies y su abundancia son los tremátodos, seguido por los

nemátodos y céstodos. La abundancia de los monogéneos fue reducida, sin embargo recolectamos seis especies de éste grupo. De los acantocéfalos solo se registró una especie. Este patrón de composición por grupos taxonómicos concuerda con lo descrito para el Lerma-Santiago, y en general para otras cuencas hidrológicas del país (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 a, b, 2003 a, b; Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003).

Los tremátodos son el grupo taxonómico más numeroso de helmintos en la presa específicamente las metacercarias, de amplia distribución geográfica o especies Neárticas. *Margotrema* sp. fue la única especie de tremátodo adulto registrada en éste trabajo.

En las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas del Neotrópico los nemátodos son un componente importante por su riqueza (Moravec, 1998). Jiménez-García (1996) indica que los nemátodos se caracterizan más por su riqueza que por su abundancia. Nuestros datos documentan que en efecto los nemátodos constituyen un grupo taxonómico rico, y con abundancia relativamente baja.

Los metacéstodos son importantes en peces del Altiplano Central de México (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001a). En particular los metacéstodos de la familia Dilepididae son parásitos relativamente frecuentes en peces dulceacuícolas del centro y sureste de México (Scholz y Salgado-Maldonado, 2001; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b). Estas especies son también alogénicas.

La relativa pobreza de monogéneos entre los peces dulceacuícolas de México, ha sido señalada en varios trabajos (Jiménez-García, 1996; Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 a, b). Sin embargo, al parecer, más que una característica biológica de las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas de México, ésta parece ser una deficiencia en el muestreo. La ausencia de monogéneos se relaciona con el pequeño tamaño de estos parásitos y a la fragilidad de las especies, y con deficiencias en las metodologías de recolección y fijación de estos helmintos han interferido con la documentación real de su presencia (Mendoza-Palmero, C / Cabañas-Carranza, G., Laboratorio de Helminología, Instituto de Biología, UNAM com. pers.). Al respecto Mendoza-Franco *et al.* (2003) mencionan que los monogéneos podrían ser más comunes en México de lo que se pensaba previamente.

En la presa Ignacio Allende registramos la presencia de seis especies de monogéneos. Uno de estos registros es nuevo para México: *Dactylogyrus minutus* Kulwiec, 1927 parasitando a *C. carpio*. Estas especies de monogéneos registradas en la presa son parásitos de carpas, que también han sido introducidas antropogénicamente. *D. extensus* ha sido registrado en *C. carpio* y *Micropterus dolomieu* en Europa, Asia y los Estados Unidos de Norteamérica. *D. minutus* ha sido reconocido en Europa y Asia parasitando a *C. carpio* (Hoffman, 1999).

Asimismo se han registrado 10 especies de *Gyrodactylus* sp. en *C. carpio* en Europa por lo que es probable que la especie encontrada en la presa Ignacio Allende, aún no determinada sea también una especie introducida. El registro de las especies de *Dactylogyrus* es la primera documentación de la introducción de estas especies de monogéneos en México. Al respecto, Bauer (1991) menciona que las especies de parásitos que tienen más probabilidades de sobrevivencia a los procesos de introducción junto con las especies exóticas de peces, son las que tienen ciclos de vida directos. Dentro de los helmintos, los monogéneos se ven favorecidos, como resultado de su ciclo de vida.

En el Lago de Pátzcuaro se registraron monogéneos anicrocefálicos parasitando a *Micropterus salmoides* (Centrarchidae) (Pérez *et al.*, 2000). En la presa Ignacio Allende encontramos también monogéneos anicrocefálicos en *Cyprinus carpio* (Cyprinidae). Dada la especificidad hospedatoria de los monogéneos consideramos que se tratan de especies distintas.

La ausencia de acantocéfalos adultos en los peces de la presa no es sorprendente ya que solo se han registrado tres especies de acantocéfalos como adultos en peces dulceacuícolas de México. En general el número de especies de acantocéfalos en peces dulceacuícolas de México es bajo (Salgado-Maldonado *et al.*, 1992; Scholz *et al.*, 1996a).

Nuestros resultados muestran que en la presa Ignacio Allende las especies alogénicas (41%) son un componente importante en la estructura de las comunidades de los peces. En contraste en el Lerma-Santiago se registró una proporción del 32% de especies alogénicas y 68% de especies autogénicas de helmintos (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b).

Las aves migratorias ictiófagas son el principal dispersor de las especies alogénicas. Las especies alogénicas registradas en la presa Ignacio Allende son generalistas, Neárticas y con una amplia distribución geográfica. El que conformen el componente mayoritario

entre los helmintos parásitos de los peces de la presa demuestra la invasibilidad de estas comunidades, ligada a su pobreza original y a la existencia de “nichos vacíos” (Salgado-Maldonado *et al.*, 2003b)

Otros factores que han favorecido la colonización de las comunidades de helmintos de peces por especies alogénicas en el Altiplano Central, son el tamaño pequeño de los peces en los distintos cuerpos de agua, sus hábitos gregarios, su lugar en las cadenas tróficas, el que su hábitat sean cuerpos de aguas someros, y la posición geográfica de éstos cuerpos de agua a lo largo de las rutas de aves migratorias del Neártico (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b). Todo esto se aplica a las características de la presa Ignacio Allende y explica la presencia de un importante componente de especies alogénicas.

Comparativamente a lo registrado en otras cuencas hidrológicas de México, las comunidades de helmintos de peces del Lerma-Santiago presentan un alto grado de endemismo (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b). Se distinguen seis especies de helmintos que pueden ser endémicos de esta cuenca: tres nemátodos *Rhabdochona lichtenfelsi*, *Beaninema nayaritense* Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2000 y *Spinitectus osorioi*, Choudhury y Pérez, 2001; dos tremátodos *Margotrema bravoae* Lamothe-Argumedo, 1970 y *Allocreadium mexicanum* Osorio-Sarabia, Pérez y Salgado-Maldonado, 1986 y el monogéneo *Octomacrum mexicanum* Lamothe-Argumedo, 1981. De éstas especies típicas del Lerma-Santiago en este trabajo solo se registraron a dos, *R. lichtenfelsi* en *X. variata* y *C. carpio* y *Margotrema* sp. en *Goodea atripinnis*. El nemátodo *R. lichtenfelsi* originalmente fue descrito en peces de la familia Goodeidae (Sánchez-Álvarez *et al.*, 1998) y su afinidad con peces esta familia ha sido documentada (Pérez *et al.*, 2000, Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 b, 2003b). Nuestro hallazgo indica que se pueden presentar infecciones accidentales, en éste caso en *C. carpio*, dado que la prevalencia y abundancia son mínimas (Tabla 2). Actualmente han sido propuestas dos especies en el género *Margotrema*: *M. bravoae* descrita en *Girardinichthys multiradiatus* (= *Lermichthys multiradiatus*), de la Lagunilla, Estado de México (Lamothe-Argumedo, 1970). Esta especie también se ha registrado en Villa Victoria, Estado de México, en el mismo hospedero (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b). y en el lago de Pátzcuaro en *Allophorus robustus* y en *Allootoca diazi* (Goodeidae) (Pérez, 2001); en el río Ayuquila, parasitando al godéido *Allodontichthys zonistius* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2003c). Una segunda especie

del género *Margotrema*, *M. guillerminae* fue descrita como parásito de *Hybopsis calientis* (Cyprinidae) y *Allophorus robustus* (Goodeidae), en el lago de Zacapu, Michoacán (Pérez, 2001). El presente trabajo constituye el primer registro de una especie del género *Margotrema* en *G. atripinnis*.

La especificidad hospedatoria de las especies de helmintos para con sus hospederos es un factor importante en la composición de los componentes de comunidades de helmintos de los peces dulceacuícolas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2003b).

Con excepción de *B. nayaritense*, que se ha registrado únicamente en Nayarit (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b), las restantes especies típicas del Lerma-Santiago se han reconocido en el Lago de Pátzcuaro. El carácter aislacionista de los lagos ha dado como resultado endemismos en su biota (Kalff, 2002). Lo anterior al parecer también se refleja en un alto porcentaje de endemismos en su helmintofauna, como lo indican Brooks y Bandoni (1988).

Varias especies de helmintos registradas en el Lerma-Santiago (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 b) y que no se hallaron en el embalse son especies que parasitan peces que no se encuentran en la presa. Ejemplo de ello es el goodeido *G. multiradiatus*, que se distribuye en el Alto Lerma, hacia el nacimiento del río Lerma (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993 b). Este pez está parasitado por *Gyrodactylus elegans*, *Ligula intestinalis* y *Valipora campylancristrota*. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001b) El cíclido *Cichlasoma beanii* tiene una distribución en los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Zacatecas y Jalisco (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993 b). Este pez se ha examinado en la presa Aguamilpa, Nayarit y resultó parasitado por *Sciadicleithrum* sp., *Valipora mutabilis*, *Dichelyne mexicanus*, *Beaninema nayaritense* y *Neochinorhynchus golvani* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 b). De acuerdo con lo anterior, la ausencia de algunas especies de peces en la presa Ignacio Allende es la causa de la ausencia de otras varias especies de helmintos registradas en la región, pero asociadas a las especies de hospederos.

Las tres especies introducidas antropogénicamente, ya registradas en el Lerma-Santiago, también fueron encontradas en la presa Ignacio Allende. *B. acheilognathi*, es un céstodo introducido a México en 1965 con la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus* procedente de Asia. Actualmente esta especie parasita 44 especies de siete familias y es la especie de helminto parásito de peces dulceacuícolas más extendida en México

(Salgado-Maldonado y Pineda-López, en prensa). Su éxito como parásito invasor se relaciona directamente con características intrínsecas de la especie, como su baja especificidad hospedatoria en hospederos intermediarios y definitivos, aunado a un crecimiento indeterminado, el cual es proporcional a la talla del hospedero (Bush *et al.*, 2000).

*C. formosanus* (Heterophyidae), es una especie originalmente descrita de Taiwán (antes Formosa) y probablemente introducida al país con el caracol pulmonado *Melanoides tuberculata* Müller, 1774 . Actualmente ésta especie también presenta una amplia distribución en los peces dulceacuícolas de México parasitando 39 especies en 10 familias de peces en todo el país (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000).

El nemátodo *P. tomentosa* originalmente registrado como *Capillaria patzcuarensis* en el Lago de Pátzcuaro (Osorio-Sarabia *et al.*, 1986). Investigaciones posteriores (Moravec *et al.*, 2001) demostraron que era en realidad *P. tomentosa*. Esta especie fue introducida al país con ciprinidos de Europa. En México ha sido registrado en las familias Goodeidae (dos especies), Atherinidae (dos especies) y Cyprinidae (dos especies) (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 b).

Las tres especies anteriores, causan graves patologías en las poblaciones de peces. *B. acheilognathi*, afecta al intestino causando abrasión y desintegración intestinal, pérdida y separación de los microvellos intestinales y enterocitos, anemia en infecciones crónicas, decremento en las enzimas intestinales, hepáticas y pancreáticas, reducción en el crecimiento y capacidad reproductiva, fatiga muscular, decremento en el contenido de hemoglobulina, debilitamiento en el nado e infecciones secundarias bacterianas (Salgado-Maldonado y Pineda-López en prensa). Las metacercarias de *C. formosanus*, al alojarse en branquias podrían causar graves problemas en la capacidad respiratoria del pez (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000). En tanto que *P. tomentosa* ha sido encontrada como causa de enteritis en el ciego e intestino y en altas infecciones debilitamiento en el pez (Moravec, 1994). Las diferentes especies de *Dactylogyrus* tienen una gran significancia económica como patógenos de peces de criaderos en todo el mundo. Los dactilogíridos, al alimentarse del moco, epitelio y en ocasiones de sangre, el órgano de alimentación (faringe) en algunas ocasiones emite una sustancia proteolítica que desgasta la epidermis (Hoffman, 1999). Los monogéneos girodactílidos son conocidos por causar

altos índices de mortandad en criaderos de Europa y la Unión Soviética. Causan daños al epitelio de la branquia al alimentarse y por la acción mecánica de las barras y ganchos (Bush *et al.*, 2001)

Con lo mencionado anteriormente se puede apuntar la influencia de los parásitos introducidos en las poblaciones de peces; su consideración se vuelve primordial en las políticas de conservación y reintroducción de especies autóctonas, en la introducción de peces exóticos y en peces de importancia comercial.

De acuerdo con los datos del presente trabajo el inventario de helmintos parásitos de peces de la presa Ignacio Allende está constituido por 27 especies. Estas representan el 62% de las especies de helmintos registrados por Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 b para todo el Lerma-Santiago. Esto es destacable dado que el inventario de Salgado-Maldonado *et al.* (2001 b) incluye datos de 33 especies de peces, en tanto que en éste trabajo analizamos únicamente 11 especies de hospederos.

Consideramos que el patrón anterior se debe a que los peces del Lerma-Santiago presenta una homogeneidad en cuanto a su contenido parasitológico. Como hemos señalado, el 56% de las especies son generalistas. Entre éstas, las más comunes son especies generalistas. Tanto el inventario de Salgado-Maldonado *et al.* (2001 b) como el presente trabajo, denotan que la mayoría de las especies de peces tienen más o menos las mismas especies de helmintos. Al parecer la composición taxonómica de las comunidades será la misma, aún cuando se examinen especies de hospederos endémicas o poco estudiadas. Quizá habrá endemismos asociados a hábitats y tal vez no directamente con las especies de peces, como es el caso de los peces de Pátzcuaro. Creemos que por esto la presa Ignacio Allende no presentó una helmintofauna característica. En la mayoría de los casos, las especies ya han sido registradas en otras cuencas de la República y la distribución de las especies de helmintos es continental o incluso cosmopolita.

Los datos presentados en este trabajo permiten la comparación de la fauna helmintológica de peces dulceacuícolas del Altiplano Mexicano que habitan en un lago natural, Pátzcuaro, con los de un embalse artificial, la presa Ignacio Allende. En efecto, ésta comparación es importante para explorar las vías posibles mediante las que se estructuran las comunidades de helmintos de peces del Altiplano.

La constitución ictiológica de ambos cuerpos de agua es similar. En el lago de Pátzcuaro habitan 12 especies de peces de ocho géneros en cinco familias (Orbe y Acevedo, 2002). En la presa Ignacio Allende encontramos 12 especies en nueve géneros y cinco familias. Si bien la composición específica es distinta, los géneros y las familias de peces que habitan en uno y otro cuerpo de agua son los mismos. En el lago de Pátzcuaro encontramos únicamente *Algansea lacustris* (Cyprinidae), *Allootoca diazi* (Goodeidae) y *Micropterus salmoides* (Centrarchidae), en Ignacio Allende solo se hallaron *Algansea tincella*, *Yuriria alta* (Cyprinidae), *Xenotoca variata* (Goodeidae) y *Poeciliopsis infans* (Poeciliidae); sin embargo *Alloophorus robustus*, *Goodea atripinnis* (Goodeidae) y *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) son especies que se encuentran en los dos cuerpos de agua. El género *Chirostoma* (Atherinidae) se encuentra también en la presa Ignacio Allende y el lago de Pátzcuaro. El género *Oreochromis*, introducido permite también la comparación, ya que *O. niloticus* (Cichlidae) es una tilapia que se ha estudiado en el lago de Pátzcuaro, en tanto que en la presa Ignacio Allende se encuentra *O. mossambicus*. En términos generales ambos cuerpos de agua guardan similitudes en cuanto a sus estructuras tróficas. Tanto en el embalse artificial, como en el lago natural se encuentran especies con diferentes hábitos alimenticios; en muchas ocasiones el papel de una especie en la cadena alimenticia es sustituido por otra.

Las comunidades de helmintos de los peces en el lago de Pátzcuaro incluyen un total de 22 especies, en 22 géneros y 21 familias (Pérez *et al.*, 2000). En la presa Ignacio Allende registramos la presencia de 27 especies en 19 géneros y 18 familias de helmintos.

En los peces de Pátzcuaro el grupo taxonómico de helmintos dominante fueron los nemátodos, seguidos de los tremátodos y céstodos. Los menos numerosos fueron los monogéneos y acantocéfalos (Pérez *et al.*, 2000). En la presa Ignacio Allende vemos que tremátodos es el grupo dominante, mientras que nemátodos, monogéneos y céstodos son los grupos que les siguen. Acantocéfalos fue el grupo menos representativo.

Pérez *et al.* (2000) menciona que el número de especies de nemátodos es superior al número de especies de tremátodos, contrastando con nuestros resultados. Sin embargo los registros totales para el lago de Pátzcuaro incluyen un mayor número de especies de tremátodos (Pérez *et al.*, 1996).

El número reducido de especies de monogéneos en Pátzcuaro, probablemente sea el resultado de que las técnicas de muestreo y fijación de este grupo no fueron las adecuadas.

La especie más abundante de helmintos en Pátzcuaro fue *P. minimum*, que se encontró en ocho especies de peces, siendo dominante en seis (Pérez *et al.*, 2000). En la presa Ignacio Allende esta especie es también la más abundante encontrándose, en 11 especies de hospederos y dominante numéricamente en cinco de ellas.

La siguiente especie en orden de abundancia en Pátzcuaro es *Proteocephalidea* gen. sp. y *P. brevis*. En el embalse la segunda especie más abundante fue *C. formosanus*, seguida de *B. acheilognathi*. Se puede observar que las especies introducidas en Ignacio Allende juegan un papel preponderante en las comunidades de helmintos de peces. Mientras que en el lago de Pátzcuaro son otras las especies que juegan el papel de dominantes, siendo generalistas y en el caso de *P. brevis* con una amplia distribución geográfica. En el lago de Pátzcuaro los proteocefálicos dominaron esto se deba probablemente a que hay una mayor disponibilidad de peces adecuados, reptiles o incluso anfibios (los cuales pueden también llegar ser hospederos definitivos) asociados directamente con el reservorio natural. En tanto que la dominancia observada de *P. brevis* en Pátzcuaro se deba en gran medida a mayores concentraciones en las poblaciones de aves ictiófagas en comparación con la presa.

En Pátzcuaro las especies introducidas que se han registrado son los *Ancyrocephalinae* gen. sp., *B. acheilognathi* y *P. tomentosa*. Comparativamente en la Ignacio Allende se encontraron un mayor número de especies introducidas antropogénicamente. Este grupo de especies introducida mayoritariamente estuvo compuesto por monogéneos, lo cual permite suponer que un muestreo cuidadoso para este grupo de helmintos en el lago de Pátzcuaro pueden registrarse más especies de monogéneos, ya que también se han introducido carpas y tilapias. En Pátzcuaro, la ausencia de *C. formosanus* puede deberse a la ausencia de hospederos intermediarios adecuados (Scholz y Salgado-Maldonado, 2001).

Aunque es relativamente poca la diferencia entre especies autogénicas y alogénicas; el porcentaje de especies autogénicas fue mayor en Pátzcuaro con 57%. Mientras que en Ignacio Allende fue de 48%. Este porcentaje en el presente trabajo

estuvo determinado en gran medida por las especies introducidas de monogéneos. En tanto que las especies de helmintos autógenas en Pátzcuaro, tuvieron representadas por especies de tremátodos y nemátodos adultos que no se registraron en nuestra investigación.

### **Componente de comunidad**

El análisis de los datos en nivel de componente de comunidad (es decir, considerando como unidad a todos los peces de una especie, sumando los datos de sus parásitos) plantea dificultades conceptuales hasta ahora no solventadas. En efecto, la pregunta puede ser ¿cuál es el componente de comunidad?-todos los peces de una especie en un muestreo dado, o ¿todos los peces de esa especie en la localidad? o bien, ¿todos los peces de la especie en la amplitud de su distribución geográfica? (ver Aho y Bush, 1993; Sánchez-Ramírez y Vidal-Martínez, 2002). Sin embargo se ha caracterizado brevemente las muestras estudiadas de cada especie de pez como un componente de comunidad, para usar esta descripción como marco de referencia.

En nuestros resultados observamos que la “carpa” *C. carpio* alojó el mayor número de especies en el componente de comunidad, lo cual podría ser engañoso (ver análisis de infracomunidades). Los peces examinados de *C. carpio* correspondieron a estadios juveniles que se caracterizan por tener hábitos alimenticios más generalistas, aumentando la probabilidad de eventos infecciosos y explicando su riqueza de parásitos observada (Lotina y Hormaechea, 1975; Lammens y Hoogenboezem, 1991).

Está establecido que las especies exóticas de hospederos presentan poca diversidad y riqueza de especies de helmintos, como resultado de condiciones fisicoquímicas inapropiadas, ausencia en el nuevo sistema de otro hospedero obligado en el ciclo de vida o incluso por competencia con parásitos nativos (Dove, 2000). Recientemente Torchin *et al.* (2003) corroboraron lo anterior, usando en su estudio 26 especies de hospederos de diferentes taxa; encontrando además que las poblaciones de hospederos introducidas están menos parasitadas en términos de prevalencias, en comparación con las poblaciones de especies autóctonas.

*Y. alta* alojó el mayor número de helmintos individuales, los cuales casi en su totalidad fueron metacercarias de *P. minimum* y *C. formosanus*, presentando abundancias e intensidades promedio altas.

La correlación número de hospederos examinados y riqueza de helmintos observada fue positiva en nuestro estudio. Al respecto Guégan y Kennedy (1996) enfatizan que el tamaño de muestra del hospedero puede ser el mayor determinante de la riqueza observada de parásitos.

En ocho de las especies de hospederos examinados, los datos sugieren que la riqueza de especies de helmintos no se correlaciona con la talla y el peso de la especie de pez. Podemos interpretar esto en el sentido de que los hospederos de una especie dada de pez en la presa Ignacio Allende son igualmente susceptibles a los helmintos (o bien todas las especies de helmintos tienen el mismo acceso a las distintas tallas y edades de individuos de una especie de hospedero).

IZT.

Sin embargo existen investigaciones en los que se documenta una relación directa entre el tamaño de hospederos y riqueza de especies de helmintos (Bell y Burt, 1991; Guégan *et al.*, 1992; Aho y Bush, 1993). Bell y Burt (1991) al estudiar 87 especies de peces de Canadá encontraron que la diversidad de helmintos está correlacionada positivamente con el tamaño del hospedero, longevidad, dieta y rango geográfico

Guégan *et al.* (1992) al estudiar 19 especies de ciprínidos en el Oeste de África encontraron una relación positiva entre la riqueza de especies de monogéneos y el tamaño de las especies de hospederos. En este trabajo el grupo del helmintos fue un grupo ectoparásito. Al respecto Poulin (1995) indica que las comunidades de ectoparásitos en peces difieren de muchas formas a la de parásitos gastrointestinales.

Aho y Bush (1993) indican una relación positiva entre tamaño de hospederos y riqueza de helmintos cuando se trataba de especies autógenas. Esto podría estar relacionada una mayor exposición a eventos infecciosos en peces más grandes, como consecuencia de ingerir mayores cantidades de alimentos y por lo tanto mayores hospederos intermediarios.

En nuestra investigación la única especie de pez examinada que presentó diferencias en la riqueza de helmintos, respecto de las tallas fue *P. infans*. El género *Poeciliopsis* spp. está clasificado como omnívoro, detritívoro (Meffe y Snelson, 1989). Los



hábitos de sus especies pueden ir de estrechos y selectivos a muy amplios y oportunistas e incluso se menciona que existen especies en la que hay un cambio de dieta cuando se da un declive de las presas existentes en el medio (Meffe y Nelson, 1989). Por ello podríamos pensar que tal vez que existe un cambio en la dieta en esta especie de pecílido conforme va creciendo.

Los resultados anteriores pueden explicarse haciendo caso de la Teoría de Biogeografía de Islas (McArthur y Wilson 1967), una hipótesis argumentada por algunos helmintólogos para explicar el porque algunas especies de hospederos alojan una alta o baja riqueza de especies de helmintos (Morand, 2000).

En la riqueza de helmintos respecto del sexo del hospedero, en el presente estudio no se encontraron diferencias. Sin embargo, existen ejemplos como en el goodeido *G. multiradiatus*, estudiado en la laguna de Almoloya del Río, Estado de México donde se observaron diferencias en la riqueza, siendo mayor en machos que en hembras resultado de diferencias en hábitos alimenticios (Sánchez-Nava, 1999) Al respecto Williams y Jones, 1994 indican que existen diferencias en las prevalencias de infecciones de helmintos en machos y hembras en peces. Mencionan que son diferentes los factores responsables de una distribución desigual y el problema requiere futuras investigaciones.

A pesar de que entre los objetivos del presente trabajo no figuró un análisis profundo respecto al papel de la historia parásito-hospedero, pensamos que también es un factor importante dentro de la estructuración de las comunidades de helmintos. Al respecto Brooks (1980) enfatiza que el estudio de las comunidades de parásitos sin considerar los contextos históricos o filogenéticos puede ser engañoso. En contraste existen otros que opinan que la fuerza más importante es la ecológica (Holmes y Price, 1980; Price, 1987; Bush *et al.*, 1990). Poulin (1998b) indica que no hay duda que el componente filogenético de las parasitofaunas es importante, aunque necesita de métodos adecuados para su estudio.

## **Distribución de abundancias de las especies de helmintos**

Las comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas de México estudiadas hasta la fecha característicamente se muestran dominadas por una sola especie de helminto. En particular, las comunidades de helmintos de los cíclidos tienen esta característica muy marcada (Pineda-López, 1994; Vidal-Martínez, 1995; Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997)

Las comunidades de helmintos parásitos de peces de la presa Ignacio Allende, muestran además una característica muy interesante: todos están dominadas numéricamente por las mismas especies, *P. minimum*, *C. formosanus* y *B. acheilognathi*. Estas tres especies de helmintos son muy abundantes en la presa.

Salgado-Maldonado *et al.* (2001b) señalaron la dominancia de *P. minimum* en muchas especies de peces dulceacuícolas a lo largo del sistema Lerma-Santiago. Este trematodo también ha sido registrado en cenotes de Yucatán, en los ríos Balsas, Pánuco, Ayuquila y en Tabasco (Scholz *et al.*, 1996b; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001 a 2003a,b,c). El éxito de este helminto se relaciona al parecer con su carácter alogénico y generalista. No obstante éstas características no siempre indican la dominancia de una especie de parásito. Hartvigsen y Halvorsen (1993) al examinar truchas, *Salmo trutta* y *Salmo salar* en el Norte de Noruega encontraron que dos especies de helmintos autogénicas fueron las especies dominantes, a pesar de también existir especies alogénicas en las comunidades.

*B. acheilognathi* y *C. formosanus*, son generalistas, la primera especie es autogénica y la segunda alogénica. Bauer (1991) argumenta que el establecimiento y éxito de especies de parásitos con ciclos de vida complejos, tendrá que ser acompañado con baja especificidad hospedatoria, lo cual es característico de estas dos especies. Scholz y Salgado-Maldonado (2001) y Salgado-Maldonado y Pineda-López (2003) han documentado la dispersión de estas dos especies de helmintos en peces dulceacuícolas de México.

En la mayoría de los hospederos que se examinaron en varias fechas de muestreo en la presa se observa la persistencia de *P. minimum* en el tiempo; sugiriéndonos que no existe estacionalidad. Esto también podría ser resultado de longevidad alta de la

metacercaria en los tejidos del pez y al reducido tiempo de generación en el intestino de las aves (Espinosa-Huerta *et al.*, 1996).

El concepto de dominancia numérica en estudios ecológicos de helmintos, también ha sido sujeto de controversias (Bush *et al.*, 2001). Consideramos como dominantes a aquellas especies con número altos de individuos, que en el presente estudio fueron metacercarias. Sin embargo otros grupos como céstodos y nemátodos, que se encuentran con menores números de individuos, pueden presentar mayor biomasa. Por lo que tal vez una medición de la biomasa reflejaría de otra forma lo que está sucediendo respecto de la dominancia en las comunidades de helmintos (Bush *et al.*, 2001; Poulin, 1998b).

Bush *et al.* (2001) discuten la confusión entre especies raras y accidentales. En nuestro caso clasificamos como raras a aquellas especies con baja prevalencia y abundancia. Es una característica de ambientes tropicales el que existan muchas especies raras. Esto es lo que aporta la riqueza. En este sentido, las comunidades de helmintos de la presa Ignacio Allende se comportan como comunidades tropicales. Esto podría estar determinado por la disponibilidad de hospederos definitivos en estas especies (ya que la mayoría son larvas), los cuales podrían ser reducidos o pocos disponibles en la presa y que por lo tanto se refleje también en sus poblaciones de parásitos.

### **Infracomunidades**

Nuestros datos señalan que los factores ecológicos de los hospederos son determinantes para la conformación de las comunidades de helmintos. Las comunidades más diversas se encontraron en las dos especies de *Chirostoma* spp. De acuerdo con López-López (1997) estos aterínidos son peces con hábitos alimenticios muy variados, incluso algunas especies llegan a ser ictiófagas. Esta variabilidad en hábitos alimenticios es lo que a nuestro parecer propicia la riqueza de especies de helmintos. Los contenidos gástricos de *C. jordani* muestran que ésta especie ingiere hasta 11 tipos de alimentos en la presa (López-López, 1997). Tanto en *C. jordani* como en *Chirostoma* sp. las especies de helmintos por las que fueron parasitadas ingresaron al pez junto con los alimentos. La alta diversidad en las infracomunidades de los aterínidos, también obedece ya que en

dichos hospederos no se presentaron altas abundancias de metacercarias de *P. minimum*, en comparación con otros hospederos, siendo *B. acheilognathi* el helminto dominante.

Las especies de peces que siguieron en diversidad de helmintos fueron *X. variata* y *Y. alta*. Ambas especies de hospederos son clasificadas como especies omnívoras con tendencia a la entomofagia (Díaz-Pardo *et al.*, 1989 ; López-López, 1997). Es importante resaltar que *Y. alta* fue la única especie en la que López-López (1997) encontró un cambio en la dieta durante su ontogenia, aunque esto no se reflejó en su helmintofauna.

En *G. atripinnis* se puede observar que en los diferentes muestreos, las comunidades de helmintos son pobres, en relación con las especies anteriores. En efecto, a pesar de contar con un espectro de siete tipos de alimentos, el alimento de origen vegetal comprendió el 52 % de su dieta, el de origen animal el 22.8 % y el restante porcentaje correspondió a materia orgánica no identificable (Barragán y Magallón, 1994; López-López, 1997).

Las dos especies introducidas, *C. carpio* y *O. mossambicus*, muestran las infracomunidades de helmintos más pobres en el embalse a través del tiempo. *C. carpio* fue clasificada como especie detritívora que ramonea sobre el fondo, en tanto que *O. mossambicus* se encontró que las algas fitoplanctónicas y las plantas vasculares son las categorías más consumidas (López-López, 1997). Así, vemos en términos generales que conforme la dieta se va inclinando por alimento de origen vegetal, sus infracomunidades de helmintos se van empobreciendo.

Leong y Holmes (1981) en su estudio de diez especies de peces en el Lago Cold en Canadá, encontraron que los parásitos de peces numéricamente dominantes, a su vez dominaron las comunidades de hospederos del sistema. Así lo demostró nuestro estudio donde el 65 % de las especies de helmintos se encontraron en las tres especies de peces numéricamente (*G. atripinnis*, *X. variata* y *C. jordani*) dominantes en el embalse.

Nuestros resultados difirieron de los encontrados en el lago de Pátzcuaro, donde el godeido *A. robustus* alojó las infracomunidades más ricas, lo cual también se explicó por sus hábitos carnívoros (Pérez *et al.*, 2000). En el lago de Pátzcuaro, al igual que en el presente estudio, las especies exóticas de hospederos mostraron las infracomunidades menos diversas.

## CONCLUSIONES

- Se registraron 27 especies de helmintos en 12 especies de peces de la Presa Ignacio Allende.
- Se encontró el mismo patrón por grupos taxonómicos de helmintos encontrado en otras cuencas hidrológicas de México.
- Los tremátodos fue el taxón más numeroso con siete especies y los que presentaron mayor abundancia.
- Los acantocéfalos fueron el grupo con menor número de especies y con menor abundancia.
- *P. minimum* (Trematoda) fue la especie de helminto que se distribuyó más ampliamente entre los peces de la presa, parasitando 11 especies de hospederos.
- El grupo de helmintos más ampliamente distribuido en las diferentes especies de hospederos de la presa fueron especies alogénicas-generalistas.
- Se registraron ocho especies de helmintos de introducción antropogénica.
- Se registraron dos especies de endémicas del Lerma-Santiago *R. lichtenfelsi* (Nematoda) y *Margotrema* sp. (Trematoda).
- Los componentes de comunidad más ricos fueron los de *C. carpio* y *X. variata*.
- La talla, peso o sexo del hospedero no fueron buenos predictores de la riqueza de helmintos.
- En las diferentes especies de peces y a lo largo del tiempo las comunidades se encontraron dominadas por *P. minimum*, *C. formosanus* y *B. acheilognathi*
- Las especies *C. jordani* y *Chirostoma* sp. mostraron las infracomunidades más diversas.
- Las infracomunidades más pobres se encontraron en las carpas *C. carpio* y las tilapias *O. mossambicus*.
- Los hábitos alimenticios, omnívoros y la alta densidad poblacional dentro del embalse, en nuestro concepto son las características ecológicas del hospedero que permiten explicar la diversidad alta de especies de helmintos.
- Las especies de helmintos compartidas entre la presa Ignacio Allende y el lago de Pátzcuaro, correspondieron a especies generalistas y con una amplia distribución geográfica.

- El mayor tiempo geológico que presenta el lago de Pátzcuaro ha dado como resultado un mayor número de especies endémicas, en comparación con la helmintofauna de la presa Ignacio Allende.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Aguilar, R., G. Salgado-Maldonado, R. G. Moreno-Navarrete y G. Cabañas-Carranza. 2003. Helminths parasites of freshwater fishes of the Sierra Madre Oriental, México. *In: La Sierra Madre Oriental: un estudio multidisciplinario* (eds. Luna-Vega, I., J. J. Morrone-Lupi, y D. Espinosa-Organista). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. (En prensa).
- Aho, M. J. and A. O. Bush. 1993. Community richness in parasite of some freshwater fishes from North America. *In: Species diversity in ecological communities historical and geographical perspectives*. (eds. Ricklefs, R. E. and D. Schluter). The University of Chicago Press. U.S. A. pp. 185-193.
- Banarescu, P. 1992. Zoogeography of freshwaters. Vol. 2. Distribution and dispersal of freshwaters animals in North America and Eurasia. Aula-Verlag GMBH, Wiesbaden,. Germany. 588 p.
- Bauer, O. N. 1991. Spread of parasites and diseases of aquatic organisms by acclimatization: a short review. *Journal of Fish Biology* 39:679-686.
- Barragán, J y S. B. Magallón 1994. Peces dulceacuícolas maxicanos X. *Goodea atripinnis* (Cyprinodontiformes: Goodeidae). *Zoología informa* :27-36
- Bell, G., A. Burt. 1991. The comparative biology of parasite species diversity: intestinal helminths of freshwater fishes. *Journal of Animal Ecology* 60:1046-1063.
- Brooks, D. R. 1980. Allopatric speciation and non-interactive parasite community structure. *Systematic Zoology* 29:192-203.
- Brooks D.R. and S.M. Bandoni. 1988. Coevolution and relicts. *Systematic Zoology* 37:19-33.
- Bush, O. A., D. K. Laferty, M. J. Lotz and W. A. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Magolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology* 83(4):575-583.
- Bush, O. A., J. C. Fernández, G. W. Esch and J. R. Seed. 2001. *Parasitism. The diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 566 p.

- Cabañas-Carranza, G. 2001. *Comunidades de helmintos de seis especies de peces de la laguna "El Jabalí", México*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 82 p.
- Choudhury, A. and G. Pérez. 2001. *Spinitectus osorioi* n. sp. (Nematoda:Cystidicolidae) from *Chirostoma* spp. (Osteichthyes: Atherinidae) in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Parasitology* 87(3):648-655.
- Clench, H. 1979. How to make regional lists of butterflies: Some thoughts. *Journal of Lepidopterists' Society* 33(4):216-231.
- De la Lanza, E. G. y J. L. C. García. 2002. *Lagos y Presas de México*. AGT Editor. D.F., México. 680 p.
- Díaz-Pardo, E., M. A. Godínez-Rodríguez y C. Guerra-Magaña. 1989. Los peces de agua dulce en México. *Zoología informa* 14:33-44.
- Dogiel, V.A., Petrushevski, G. K and Polyansky, Y. I. 1961. *Parasitology of fishes*. London, United Kingdom. 384 p.
- Dogiel, V. A. 1966. *General Parasitology*. Academic Press. New York, U.S.A. 516 p.
- Dove, M. A. D. 2000. Richness patterns in the parasite communities of exotic poeciliid fishes. *Parasitology* 120 609-623.
- Ergens, R. 1969. The suitability of ammonium picrate-glyrecin in preparing slides of lower monogenoidea. *Folia Parasitologica* 16:320.
- Esch G. W., C.R. Kennedy, A. O. Bush and J.M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: Alternative strategies for colonization. *Parasitology* 96:519-532.
- Esch. G. W. , A. W. Shostak, D. J. Marcoglies and T. M. Goater. 1990. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview *In: Parasite communities: patterns and processes*. (eds. Esch, G. W., A. O. Bush and J. M. Aho). Chapman Hall. London, United Kingdom. pp. 1-19.
- Esch, W. G. and J.C. Fernández. 1993. *A functional biology of parasitism: Ecological and evolutionary implications*. Chapman and Hall, London, United Kingdom. 337p.
- Espinosa-Huerta, E. , L. García-Prieto and G. Pérez. 1996. Helminth community structure of *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Atherinidae) in two Mexican lakes. *Southwestern Naturalist* 41:288-292.

- Espinosa-Pérez, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces pp. *In: Biología y problemática de los vertebrados en México.* (Comps. Flores, O. Y. y A. Navarro). *Ciencia.* Número especial 7. pp.77-84
- Espinosa-Pérez, H. P., M. T. Gaspar-Dillanés, and P. Fuentes-Mata. 1993a. *Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos.* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México México. 99 pp.
- Espinosa-Pérez, H. P., Fuentes-Mata, M.T. Gaspar-Dillanes y Arenas-Fuentes V. 1993b. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. *In: Diversidad Biológica de Mexico. Origenes y distribución* (Eds. Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. ). Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 227-250.
- Guégan , J. F., A. Lambert, C. Léveque, C. Combes and L. Euzet. 1992. Can host body size explain the parasite species richness in tropical freshwater fishes?. *Oecología* 10:197-204.
- Guégan, J.F.and C.R., Kennedy. 1996. Parasite richness/sampling effort/host range: the fancy three-piece jigsaw puzzle. *Parasitology Today* 12:367-369.
- Gusev, A. J. 1985. Parasitic Metazoa (Coelenterata and Monogenea). *In: Key to parasites of freshwater fishes of USSR.* Vol. 2. (Ed. Bauer, O. N.). 424 p.
- Hartvigsen R. and O. Halvorsen. 1993. Common and rare trout parasites in small landscape system. *Parasitology* 106: 101-105.
- Hoffman, G. L. 1999. *Parasites of North American freshwater fishes.* 2 ed. Cornell University Press, Ithaca and London. 539 p.
- Holmes, J. C. and P.W. Price. 1980. Parasite communities: The roles of phylogeny and ecology. *Systematic Zoology* 29:203-213.
- Holmes, J. C. and P.W. Price. 1986 Communities of parasite. *In: Parasite communities: patterns and processes.* (eds. Anderson, D. J. and Kikkawa). Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 187-213.
- Holmes, J.C. 1990. Helminth communities in marine fishes. *In:Parasite Communities:Patterns and Processes.* (eds. Esch, G. W., A. O. Bush, and J. M. Aho). Chapman and Hall. London, United Kingdom. pp. 101-130.

- Jiménez-García, M. I. 1996. *Comunidades de helmintos parásitos de los peces del Lago de Catemaco, Veracruz, México*. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 109 p.
- Kalff, J. 2002. *Limnology inland water ecosystems*. Prentice-Hall, New Jersey, U. S. A. 592 p.
- Kennedy, C. R., A. O. Bush and J. M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different?. *Parasitology* 98: 439-445.
- Kennedy, C. R. 1990. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?. *In: Parasite Communities: Patterns and Processes*. (eds. Esch, G. W., A. O. Bush, and J. M. Aho). Chapman and Hall. London, United Kingdom. pp. 131-156.
- Khalil, L. F., Jones, J. and R. A. Bray. 1994. *Keys to the cestodes parasites of vertebrates*. Cab International. Cambridge, United Kingdom. 751p.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row. New York, U.S.A. 654 p.
- Lammens E. H. R. R. and W. Hoogenboom. 1991. Diets and feeding behavior. *In* Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation. (Eds. Winfield, J. I. and J. S. Nelson). Chapman and Hall London, Great Britain. pp. 353-376.
- Lamothe-Argumedo, R. 1970. Tremátodos de peces VI. *Margotrema bravoae* gen nov. sp. nov. (Trematoda: Allocreadiidae), parasito de *Lermichthys multiradiatus* Meek. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoología* 41: 87-92.
- Lamothe-Argumedo, R. 1981. Monogéneos parásitos de peces VIII. Descripción de una nueva especie del género *Octomacrum* Müller, 1934 (Monogenea: Discocotylidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 51: 56-60.
- Leong T. S. and J. C. Holmes. 1981. Communities of metazoan parasites in open water fishes of Cold Lake, Alberta. *Journal of Fish Biology*. 18:693-713.
- López-López, E. y E. Soto-Galera. 1993. Diagnóstico de eutrofización del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 20 (1): 33-42.

- López-López, E. 1997. *Análisis limnobiológico del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México*. Tesis Doctorado. Instituto Politécnico Nacional. México. 163 p.
- Lotina, B. y Hormaechea C. M. 1975. Peces de mar y de río . Vol.II. Peces de las aguas continentales europeas: salmón, trucha, carpas, barbo, ánguila, etc. Urmo de ediciones, Bilbao, España. 299p.
- Lyons, J. y N. Mercado-Silva. 2000. Peces dulceacuícolas mexicanos XVIII. *Allodontichthys* (Cyprinodontiformes: Goodeidae). *Zoología Informa*. 43: 3-16.
- MacArthur R. H. Wilson E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. CROOM HELM. London, United Kingdom. 179 p.
- Margolis, L., G.W. Esch, J.C. Holmes, A.M. Kuris and G. A. Shad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an *ad hoc* comitee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131-133.
- Meffe, G. K. and F. F. Jr. Snelson. 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. In: *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. (Eds. Meffe, G. K. and F. F. Jr. Nelson). Prentice-Hall, New Jersey, U.S.A pp.13-31.
- Mejia, M., H. 1987. Helmintofauna del “tiro” *Goodea atripinnis* Jordan, 1890 en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en sus hospederos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 122 p.
- Mendoza-Franco, E. T. Scholz and G. Cabañas-Carranza. 2003. *Guavinella tropica* n.g., n.sp.(Monogenea:Dactylogyridae) from the gills of the bigmouth sleeper, *Gobiomorus dormitor* (Perciformes: Eleotridae), from México. *Comparative Parasitology* 70 (1):26-31.
- Mendoza-Garfías, B., L. García-Prieto and G. Pérez. 1996 Helmintos de la “acumara” *Algansea lacustris* en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 67: 77-88.

- Miller, R. R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 30:121-153.
- Miller R. R. and M. L. Smith. 1986. Origin and Geography of the fishes of Central México. *In: Zoogeography of the North American freshwater fishes.* (Eds. Hocutt, H.C. and Wyley, E. O.). Interscience Publication. New York, U.S.A. pp.487-517.
- Morand, S. 2000. Wormy world: comparative tests of theoretical hypotheses on parasite species richness. *In: Evolutionary biology of host-parasite relationships: Theory meets reality.* (Eds. Poulin, R. ,S. Morand and Skorping) Elsevier Science. 63-79 pp.
- Moravec, F. 1994. *Parasitic nematodes of freshwater of Europe.* Academia and Kluwer Academic Publishers. Praha and Dordrecht, Boston, London. 473 p.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region.* Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic. 464 p.
- Moravec, F., R. Aguilar-Aguilar and G. Salgado-Maldonado. 2001. Systematic status of *Capillaria patzcuarensis* Osorio-Sarabia Pérez-Ponce de León et Salgado-Maldonado, 1986 (Nematoda, Capillariidae) from freshwater fishes in México. *Acta Parasitologica* 46(1), 8-11.
- Orbe, M. A. y G. J. Acevedo. 2002. El lago de Pátzcuaro. *In: Lagos y Presas de México.*(Eds. De la Lanza, E. G. y J. L. C. García). AGT Editor. D. F., México. pp.128-148.
- Osorio-Sarabia, D., G. Pérez y G. Salgado-Maldonado. 1986. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán I. Helmintos de *Chirostoma estor* el “pescado blanco”. Taxonomía. Anales del Instituto de Biología. *Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 57, 61-92.
- Paracer, S. and Ahmadjian, V. 2000. *Symbiosis. An introduction to biological associations.* 2 ed. Oxford University Press. New York, U.S.A. 291 p.
- Paulo-Maya, J., G. Figueroa L.,M. Soria B. 2000. Peces dulceacuícolas mexicanos XIX *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinopsidae). *Zoología Informa* 43: 59-74.
- Peresbarbosa-Rojas, R. E., G. Pérez y L. García. 1994. Helmintos parásitos de tres especies de peces (Goodeidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Anales del*

- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*  
65 201-204.
- Pérez, G., B. Mendoza G., and G. Pulido F. 1994. Helminths of the “charal prieto” *Chirostoma attenuatum* (Pisces: Atherinidae) from lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Helminthological Society of Washington*. 61: 139-141.
- Pérez, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Régagnon. 1996. *Listados faunísticos de México. VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. 100 p.
- Pérez, G., L. García-Prieto, V. León-Régagnon and A. Choudhury. 2000. Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Fish Biology* 57 303-325.
- Pérez, G. 2001. *Margotrema guillerminae* n. sp. (Trematoda: Macroderoidae) from two species of freshwater fishes in lake Zacapu, Michoacan state, Mexico, and new records of *Margotrema bravoae* Lamothe, 1970. *Journal of Parasitology* 87 (5): 112-114.
- Perlman, J. S. and Jaenike, J. 2003. Infection success in novel hosts: an experimental and phylogenetic study of *Drosophila*-Parasitic nematodes. *Evolution* 57 (3): 544-557.
- Petrochenko, V. I. 1958. *Acanthocephala of domestic and wild animals* Vols. I and II (ed. Skrjabin, K. I.) Akademiya Nauk SSSR. (Trasl. From Russian. Israel Program for Scientific Traslations Jesuralen, 1971).
- Pineda-López R. 1994. *Ecology of the helminth communities of cichlid fish in the food plains of Southeastern México*. Ph.D. thesis, University of Exeter, United Kingdom.
- Poulin, R. 1995. Phylogeny, ecology and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs* 55(3):283-302.
- Poulin, R. 1998a. Comparison of the three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology* 84 (3): 485-490.
- Poulin, R. 1998b. *Ecology evolutionary of parasites*. Chapman and Hall. London, United Kingdom. 212 p.
- Poulin, R. 1999. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?. *International Journal for Parasitology* 29: 903-914.

- Poulin, R. 1999. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?. *International Journal for Parasitology* 29: 903-914.
- Poulin, R. and S. Morand. 2000. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*. 75 (3): 277-293.
- Poulin, R. and E. T. Valtonen. 2001. Interspecific associations among larval helminths in fish. *International Journal for Parasitology* 31: 1589-1596.
- Price, P.W. 1987. Evolution in parasite communities. *International Journal for Parasitology* 17:203-208.
- Rohde, K. 1993. *Ecology of marine parasites*. 2 ed. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 298 p.
- Salgado-Maldonado, G. 1979. *Procedimientos y técnicas generales empleados en los estudios helmintológicos*. Departamento de Pesca. D.F., México. 53 p.
- Salgado-Maldonado, G. y D. Osorio-Sarabia. 1987. Helmintos de algunos peces del lago de Pátzcuaro. *Ciencia y Desarrollo* 74 (113): 41-57.
- Salgado-Maldonado, G., M. I. Jiménez-García, and V. León-Régagnon. 1992. Presence of *Octospiniferoides chandleri* Bullock, 1957 in *Heterandria bimaculata* from Catemaco, Veracruz and considerations about the acanthocephalans of freshwater fishes of Mexico. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 87:239-240
- Salgado-Maldonado, G. and C. R Kennedy. 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology*. 114, 581-590.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza , J.M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovsky, and R. Baéz-Valé. 2001a. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas River Drainage basin os southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68(2) 196-203.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, J.M. Caspeta-Mandujano, R. G. Moreno-Navarrete, P. Sánchez-Nava and R. Aguilar-Aguilar. 2001b. A checklist parasites of freshwater fishes from the Lerma-Santiago River Basin, Mexico *Comparative Parasitology* 68(2) 204-218.

- Salgado-Maldonado, G., and R. Pineda-López. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 in Mexican freshwater fishes. *Biological Invasions* (En prensa).
- Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López, L. García-Magaña, S. López-Jiménez, V. M. Vidal-Martínez, and M. L. Aguirre-Macedo. 2003 a. Helminths parasites of fishes dulceacuícolas. In: *Biodiversidad del estado de Tabasco, México*. (eds. BuenoSoria, J., S. Santiago-Fragoso y F. Álvarez). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México (En prensa).
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J.M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos and N. Mercado-Silva. 2003 b. Helminth Parasites of Freshwater Fishes of the Pánuco River Basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology* (En prensa).
- Salgado-Maldonado, G., N. Mercado-Silva, G. Cabañas-Carranza, J.M. Caspeta-Mandujano, R. Aguilar-Aguilar and L. I. Iñiguez-Dávalos. 2003 c. Helminth Parasites of Freshwater Fishes of the Ayuquila River, Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, West Central México. *Comparative Parasitology* (En prensa).
- Sánchez-Álvarez, A., L. García-Prieto and G. Pérez-Ponce de León. 1998. A new species of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda:Rhabdochonidae) from endemic goodeids (Cyprinodontiformes) from two Mexican lakes. *Journal of Parasitology* 84 (4): 840-845.
- Sánchez-Ramírez, C. and V. M. Vidal-Martínez. 2002. Metazoan parasite infracommunities of Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) from the coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Parasitology* 88(6):1087-1094.
- Sánchez-Nava P. 1999. Helminths of *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces:Goodeidae) in the lagoon of Almoloya del Río, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 49 p.
- Schell, S. C. 1985. *Trematodes of North America, North of Mexico*. University Press of Idaho. 263 p.
- Scholz, T., J. Vargas-Vázquez, F. Moravec, C. Vivas-Rodríguez, and E. Mendoza-Franco. 1996a. Cestoda and acanthocephala of fishes from cenotes (= sinkholes) of Yucatan, Mexico. *Folia Parasitologica* 43:141-152.

- Scholz, T., J. Vargas-Vázquez, F. Moravec, C. Vivas-Rodríguez, and E. Mendoza-Franco. 1996b. Metacercariae of trematodes of fishes from cenotes (sinkholes) of the Yucatan, Peninsula, Mexico. *Folia Parasitologica* 43: 173-192.
- Scholz, T., and G. Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *American Midland Naturalist* 143:185-200.
- Scholz, T. and G. Salgado-Maldonado. 2001. Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda:Cyclophyllidea) parasiting fishes in Mexico. *Systematic Parasitology* 49: 23-40.
- Soberon M. J. and Llorente B. J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 481-488 p.
- Sokal, R. R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Co. San Francisco, U.S.A. 859 p.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological methods with particular reference to study of insect populations*. Chapman and Hall. London, United Kingdom. 524 p.
- Thomas, F. R. Poulin, J-F. Guégan, Y. Michalakis, F. Renaud. 2000. Are there pros as well as cons to being parasited?. *Parasitology Today* 16(12): 533-536.
- Tompkins, D., M. and Begon, M. 1999. Parasites can regulate wildlife populations. *Parasitology Today* 15(8):311-313.
- Torchin, E. M., D. K. Lafferty, A.P. Dobson, V.J. McKenzie and A.M. Kuris. 2003. Introduced species and their missing parasites. *Nature* 421 628-630.
- Vidal-Martínez, V.M. 1995. *Processes structuring the helminth communities of native cichlid fishes from southern Mexico*. PhD Thesis, University of Exeter, Exeter, United Kingdom.
- Webb, A. S. 1998. *A phylogenetic analysis of the Goodeidae (Teleostei: Cyprinodontiformes)*. Thesis of Doctor of Philosophy (Biology). University of Michigan. Michigan, U.S.A.280 p.
- Williams H. and A. Jones. 1994. *Parasitic worms of fish*. Taylor and Francis. Pennsylvania, U.S.A. 593 p.
- Yamaguti, S. 1968. *Systema helminthum. Vol. IV. Monogenea and Aspidocotylea*. Interscience Publ. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. 699 p.

Yamaguti, S. 1971. *Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku. Publ. Co. Tokyo, Japan. 1074 p.

Yamaguti, S. 1975. *A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku Publ. Co. Tokio, Japan. 590p.

[www.gto.inegi.com](http://www.gto.inegi.com). 2001. Aspectos económicos del estado de Guanajuato, Pesca.

## **Apéndice (Técnicas de tinción y procedimientos de ejemplares en helmintología)**

### **Tricrómica de Gomori (Para platelmintos)**

Fijar en formol 4 %

Conservar en alcohol al 70%

Hidratar en alcoholes graduales

Alcohol 50% 10 min

Alcohol 30% 10 min

Agua destilada 10 min

Teñir con Tricrómica de Gomori (1-5 min.)

Diferenciar en agua acidulada (HCl al 2% en agua destilada)

Lavar en agua destilada

Deshidratar en alcoholes graduales

Alcohol 30% 15 min

Alcohol 50% 15 min

Alcohol 70% 15 min

Alcohol 80% 15 min

Alcohol 90% 15 min

Alcohol 96% 15 min

Alcohol absoluto 15 min

Alcohol absoluto 10 min

Aclarar en salicilato de metilo, aceite de clavo o en algún aclarante como xilol

Montar en bálsamo de Canadá

### **Hematoxilina de Delafield o de Ehrlich. (Para platelmintos y acantocéfalos)**

Fijar en formol 4 %

Conservar en alcohol al 70%

Hidratar en alcoholes graduales

Alcohol 50% 10 min

Alcohol 30% 10 min

Agua destilada 10 min

Teñir con hematoxilina (2- 3 min.)

Diferenciar en agua acidulada

Lavar en agua destilada

Virar a color violeta en agua de la llave o en agua saturada con carbonato de litio

Lavar en agua destilada.

Alcohol 30% 15 min.

Alcohol 50% 15 min.

Alcohol 70% 15 min.

Alcohol 80% 15 min.

Alcohol 90% 15 min.

Alcohol 96% 15 min.

Alcohol absoluto 15 a 20 min.

Aclarar en salicilato de metilo, aceite de clavo o en algún aclarante como xilol

Montar en bálsamo de Canadá

### **Paracarmin de Meyer (Para platelmintos y acantocéfalos)**

Fijar en formol 4%

Conservar en alcohol al 70%

Teñir con paracarmin (30 seg.- 1min)

Lavar en alcohol 70%.

Diferenciar en alcohol acidulado (Alcohol al 2% de HCl)

Lavar en alcohol al 70% 10 min

Lavar en alcohol al 80% 10 min

Lavar en alcohol al 90% 10 min

Lavar en alcohol al 96% 10 min

Alcohol absoluto 20 min

Aclarar en salicilato de metilo, aceite de clavo o en algún aclarante como xilol

Montar en Bálsamo de Canadá