



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Estructura de la comunidad de helmintos de *Poecilia
mexicana* (Peces: Poeciliidae) en la Laguna de Mandinga,
Veracruz, México

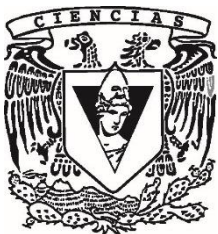
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGA

P R E S E N T A:

Nancy Ysel Bárcenas De Los Santos.



DIRECTOR DE TESIS:

M en C. Luis García Prieto

2016

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX.



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.

I. INDICE.	
II. AGRADECIMIENTOS.....	3
III. INTRODUCCION.....	4
3.1. Conceptos de la ecología de Helmintos.....	4
A. Parámetros de Población.....	4
B. Parámetros de Comunidades.....	5
3.2. El estudio de comunidades de helmintos en peces.....	7
3.3. Riqueza de helmintos en México.....	14
3.4. Estudio de las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas de México.....	15
3.5. Estudios helmintológicos de <i>P. mexicana</i>.....	26
IV.	
OBJETIVOS.....	32
4.1. Objetivo General.....	32
4.2. Objetivos Particulares.....	32
V. AREA DE ESTUDIO.....	32
5.1. Clima.....	34
5.2. Flora y Fauna.....	34
VI. BIOLOGIA DEL HOSPEDERO.....	34
VII. MATERIALES Y METODO.....	37
7.1. Colecta y revisión de los peces.....	37
7.2. Procesamiento del Material Helmintológico.....	38
7.3. Identificación de las especies.....	39
7.4. Estudio Ecológico.....	39

7.5. Clasificación de las especies	44
VIII. RESULTADOS.....	45
8.1. Registro Helmintológico.....	45
8.2. Diagnósis diferencial de los helmintos recolectados.....	47
A. TREMATODA.....	47
1. <i>Clinostomum marginatum</i>	47
2. <i>Culuwiya cf. cichlidorum</i>	50
3. <i>Ascocotyle mcintoshi</i>	57
4. <i>Ascocotyle diminuta</i>	60
5. <i>Ascocotyle sp.</i>	62
B. CESTODA.....	65
1. <i>Glossocercus sp.</i>	65
C. NEMATODA.....	70
2. <i>Contracecum sp.</i>	70
8.3. Caracterización de las infecciones	72
8.4. Análisis de la estructura de la comunidad.....	73
IX.	
DISCUSION.....	78
9.1. Registro helmintológico.....	78
9.2. Caracterización de las infecciones.....	79
9.3. Infracomunidades.....	81
9.4. Comunidad Componente.....	85
X. CONCLUSIONES.....	89
XI. LITERATURA CITADA.....	90

II. AGRADECIMIENTOS

III. INTRODUCCION.

3.1. Conceptos de Ecología de helmintos.

El parasitismo es una relación biológica que se establece entre dos especies, en la cual el parásito vive a expensas de otro, al que se le denomina hospedero y de los cuales obtienen recursos. (Bush et al. 2001). Los helmintos en particular son organismos parásitos que no constituyen un grupo monofilético ya que bajo este término se incluyen representantes de cuatro phyla que no están relacionados filogenéticamente: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda y Annelida (Hirudinea); se caracterizan por ser metazoarios, macroparásitos y por su aspecto vermiforme (Pérez-Ponce de León & García-Prieto 2001); debido a que a menudo tienen ciclos de vida complejos, a que las comunidades que forman están delimitadas de manera natural y representan réplicas, diversos términos descriptivos de la ecología con la que se estudia organismos de vida libre pueden no aplicarse con precisión para la ecología de parásitos (Bush et al. 2001). De esta manera una población comprende todos los individuos de una sola especie de parásito en un lugar determinado en un momento determinado; y por su parte, una comunidad se refiere simplemente a poblaciones de diferentes especies de helmintos reunidos en alguna unidad espacio-temporal. Hay rasgos que definen la estructura de poblaciones y comunidades en los parásitos, cada uno de los cuales es definido a continuación, de acuerdo con Bush et al. (1997):

A. Parámetros de población.

Prevalencia. Es el número de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie de parásito en particular (o grupo taxonómico),

dividido por el número de hospederos examinados para esa especie de parásito. Se expresa generalmente como un porcentaje cuando se usa descriptivamente y en proporción cuando se incorpora en los modelos matemáticos.

Intensidad promedio. Es el número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos infectados por el parásito. La intensidad media a menudo no es un reflejo de una infección típica, debido a que los parásitos generalmente se agregan entre sus hospederos.

Abundancia promedio. Es el número total de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos, dividido entre el total de hospederos incluyendo tanto infectados como no infectados.

Población densodependiente (independencia). Es la tendencia de las características intraespecíficas (tasas particularmente vitales tales como nacimiento y muerte) para cambiar (o no) como una función de la densidad de esa población.

Colonización. Colonización es el fenómeno de establecimiento de un parásito en una población de hospederos donde no estaba presente.

Los estudios ecológicos se trabajan a diferentes niveles dependiendo el espacio que se parasita, en:

1. Infrapoblación. Incluye a todos los individuos de una especie en un hospedero individual en un momento particular.
2. Metapoblación. Se refiere a todos los parásitos de una sola especie en una fase de su ciclo de vida que se encuentra en una muestra de una población de hospederos que comparten un lugar y un momento determinados.

3. Suprapoblación. Una suprapoblación de parásitos incluye todas las fases de desarrollo de una especie de parásito en un determinado lugar y tiempo.

B. Parámetros de Comunidades.

Riqueza. Representada por el número de especies presentes en la comunidad.

Diversidad. Es el concepto que describe la composición de una comunidad en términos de la cantidad de especies presentes considerando el peso de la uniformidad de la distribución de las abundancias relativas de cada especie. Se mide con el uso de una variedad de índices que han sido desarrollados para cuantificar especies más comunes (como con el índice de Simpson) o a las especies más raras (como con el índice de Shannon). El concepto de diversidad es aplicable a cualquier escala apropiada para el nivel de organización de la comunidad en estudio, infracomunitaria o supracomunitaria.

Equidad. Describe la uniformidad de las abundancias de los individuos de las diferentes especies dentro del hospedero o en una muestra de hospederos. La uniformidad es máxima cuando todas las especies presentan el mismo número de individuos.

Dominancia. Una especie de parásito es dominante cuando se presenta en mayor cantidad que otras; se utiliza por lo general el índice de dominancia de Berger-Parker que es un índice no paramétrico, ya que mide la proporción de la especie dominante en la muestra total de hospederos.

Especies satélites y especies principales o núcleo. Algunas especies que tienden a colonizar la mayoría de los parches se denominan especies

principales. Otras especies no comunes regionalmente y localmente raras se denominan especies satélites.

Gremio. Los gremios son un subconjunto de las especies en una comunidad que son funcionalmente similares o explotan recursos ambientales idénticos.

Con fines operativos y considerando todas las fases del ciclo de vida en el estudio de las comunidades de helmintos, estas se dividen en niveles:

1. Infracomunidad. Una infracomunidad es un conjunto de infrapoblaciones de diferentes especies de parásitos en un hospedero individual. Todos los datos de la comunidad se adquieren en este nivel.

2. Comunidad componente. Una comunidad componente se refiere a todas las infrapoblaciones de parásitos asociados con algún subconjunto de una especie hospedera o una colección de fases de vida libre asociados con algún subconjunto del medio ambiente abiótico.

3. Supracomunidad. Comprende todas las especies de parásitos en todos sus hospederos, incluyendo las fases de vida libre.

3.2. El estudio de comunidades de helmintos en peces

Durante el desarrollo del estudio de las comunidades de helmintos se han tratado de determinar los procesos que influyen en su estructura e incluso se han formulado varias hipótesis que establecen patrones. Holmes & Price (1986) mencionan que las comunidades de helmintos llegan a ser aislacionistas o interactivas; las comunidades son aislacionistas cuando la presencia de una especie no tiene influencia en otras especies y su dispersión es individual (Bush et al., 1997). No obstante, otros estudios han demostrado que las comunidades de helmintos pueden ser altamente interactivas y que unas especies influyen en la abundancia y distribución

de otras (Poulin, 2001a). Con base en los patrones observados se han establecido varios elementos que pueden estar interviniendo, como la influencia de los factores físicos como: la química del agua y tamaño de hábitat, el estado trófico de un cuerpo de agua (Kennedy, 1990), la variación temporal debida a cambios en los factores ambientales a lo largo del año, determinado por el ciclo estacional de secas y lluvias que afectan el proceso de reclutamiento de las especies de parásitos (Violante et al., 2008), o con incrementos estacionales en la actividad trófica y reproductiva del hospedero, influenciados a su vez por las fluctuaciones temporales de la temperatura del agua (Luque, 2008).

Eventos biogeográficos también pueden determinar la composición de la comunidad de helmintos, puesto que en ocasiones las diferencias entre lagos asociados se deben a factores históricos y de colonización, (Kennedy, 1990), e incluso diversos estudios han tratado de utilizar la teoría biogeográfica de islas (MacArthur & Wilson, 1967 citado en Kennedy, 1990) como un predictor de la estructura de la comunidad de helmintos en las localidades de agua dulce. En términos generales, cuanto mayor sea el hábitat y más cercano esté uno de otro, más rica será la comunidad de parásitos, pero los hábitats más distantes y más pequeños a menudo tienen las comunidades de parásitos menos ricas. Es por esto que la distancia entre localidades influye en la composición y repetitividad de la estructura de la comunidad en una misma especie en comparación con localidades más cercanas que muestran patrones de anidamiento similares. Un patrón de anidamiento ocurre cuando especies de parásitos que se encuentran en infracomunidades empobrecidas representan subconjuntos no azarosos de infracomunidades ricas progresivamente. Esto implica que la distribución diferencial de parásitos

entre los hospederos es mutuamente independiente (Vidal- Martínez & Poulin, 2003).

El papel de la colonización en la estructura de la comunidad de helmintos se ha centrado en sus estrategias particulares, al reconocerse especies autogénicas y alogénicas; en las primeras, los parásitos concluyen su ciclo de vida en vertebrados acuáticos de un sitio determinado. Las alogénicas son aquellas especies que tienen un mayor potencial de colonización, por concluir sus ciclos de vida por lo general en hospederos fuera del medio acuático. La mayor capacidad de colonización de especies alogénicas se debe a la capacidad de atravesar las barreras de tierra y mar, rompiendo así el aislamiento del hábitat, ampliando la comprensión y explicación de la distribución espacial irregular y la naturaleza aparentemente estocástica de muchas comunidades de helmintos de peces de agua dulce (Kennedy, 1990). Para las especies autogénicas se han distinguido dos grupos de hospederos; hospederos eurihalinos (capaces de sobrevivir en un amplio rango de concentración de sales) y hospederos estenohalinos (capaces de vivir en un reducido rango de concentración de sales). Para el caso de las especies alogénicas, se consideran hospederos cuya estancia en la localidad es breve y temporal, mientras que los otros son residentes con estancia es más larga y permanente (Esch et al., 1988)

La agregación desigual de parásitos en un hospedero habla también de una heterogeneidad en la variación, ya sea genética o adquirida de la susceptibilidad a la infección, que surge de las diferencias de la resistencia inmune entre los hospederos. De esta forma, existen dos mecanismos productores de agregación: heterogeneidad en la exposición y heterogeneidad en la susceptibilidad (Poulin, 2013). No obstante esta heterogeneidad de la presencia de helmintos en un hospedero, también

puede estar dada por la disponibilidad de recursos que están fuertemente relacionados con la especie de hospedero, o el hábitat en particular que están explotando (Holmes & Price, 1986).

Por otro lado, la especialización o especificidad, es la restricción de un parásito (genética y fisiológicamente) para invadir determinadas especies de hospederos (Cruz-Reyes & Camargo-Camargo, 2001); se considera que en parásitos colonizadores pasivos las restricciones sobre la especialización son más severas y tales parásitos deben enfrentar presiones selectivas más fuertes para aumentar la probabilidad de alcanzar a los hospederos en los que puedan desarrollarse. Como resultado, estos parásitos son generalistas (Holmes & Price, 1986). La especialización también se puede dar a nivel microhabitat, aunque no todos lo sean, algunos pueden habitar una variedad de órganos o tienen migraciones diarias o estacionales dentro del hospedero (Holmes & Price, 1986).

A nivel de comunidad compuesta, ha habido numerosos intentos para predecir la comunidad de parásitos sobre la base del conocimiento de las características de la localidad. En diversas oportunidades se ha sugerido que factores que determinan la presencia y abundancia de los helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en regiones templadas, actúan diferente en regiones tropicales (Salgado-Maldonado & Kennedy, 1997); incluso estudios que utilizan a peces de la familia Cichlidae como modelo (Salgado-Maldonado & Kennedy, 1997 ; Vidal-Martínez et al.,1998) han propuesto las primeras generalizaciones las cuales sugieren que en los peces de la región templada, las comunidades de parásitos son pobres en especies, con un alto porcentaje de especies alogénicas generalistas, baja diversidad y una similitud relativamente alta, en tanto que en la región

tropical la riqueza es mayor, presentándose una proporción mayor de especies autogénicas especialistas, una diversidad ligeramente mayor que en la región templada y una similitud menor entre comunidades (Violante et al., 2008). Sin embargo un estudio realizado por Choudhury & Dick (2000), quienes recopilaron y analizaron estudios sobre comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas de la región tropical del mundo, demostró que esta generalidad no se cumple, y que el total de especies de helmintos en peces del hemisferio norte puede ser tan alta o más que en las comunidades que se registran en los peces de agua dulce tropical (con la excepción de *C. urophthalmus*); asimismo, señalaron que la riqueza global de especies de helmintos en los peces de agua dulce tropical parece ser relativamente reducida y que los digeneos no son el grupo dominante de parásitos en los trópicos como se pensaba (Salgado-Maldonado & Kennedy, 1997). Curiosamente, los acantocéfalos parecen ser notablemente más raros en peces de agua dulce Neotropical, pero son componentes comunes de la mayoría de las comunidades de parásitos de peces templados del hemisferio norte (Choudhury & Dick, 2000). Una conclusión similar obtuvo Poulin (2001b) con un análisis estadísticamente más robusto, descartado factores que causaban confusión tales como, la talla del pez, la variedad de su alimentación, y las afinidades filogenéticas.

La dinámica de estructuración de las comunidades en este grupo de vertebrados, también está regulada por características del huésped (Kennedy et al., 1997) y de hecho se sabe que la dieta del hospedero juega un papel importante en la determinación de la estructura de la comunidad de helmintos, con una generalización de que las comunidades de helmintos intestinales más ricas se encuentran en los peces carnívoros (insectívoros - piscívoros), en comparación con los herbívoros que son

pobres (Pérez-Ponce de León et al., 2000). De hecho Choudhury & Dick (2000) mencionan que los peces de lagos tienen una rica comunidad de helmintos y cargas parasitarias más pesadas que las de los ríos, y que esto se debe principalmente a hábitos alimenticios. Asimismo, la edad, el tamaño o el sitio de forrajeo preferido, pueden dar cuenta de la variación en la riqueza de especies de helmintos, por influir en la probabilidad del hospedero para adquirir ciertas especies de parásitos (Poulin, 2001 b).

Vidal-Martínez (et al., 1998) ha sugerido que, dado que las comunidades son entidades derivadas históricamente, con un análisis actual de las propiedades comunitarias existentes, no se podría diferenciar si los patrones fueron generados por procesos que ya no funcionan o no están, o si son producidos por mecanismos actualmente en funcionamiento, si la falta aparente de patrones es determinista o sólo es aleatoria.

Salgado-Maldonado & Kennedy (1997) han sugerido que elementos filogenéticos si juegan un papel determinante en la similitud de la composición entre comunidades, debido a la capacidad del helminto para colonizar al huésped y a la respuesta inmune del hospedero, pero que los factores ecológicos tienen mayor peso en las diferencias entre prevalencia y abundancia, principalmente de las especies generalistas.

Además, se ha propuesto que las comunidades de parásitos también pueden estar determinadas por factores de colonización y especiación. En ausencia de perturbación a gran escala (extinción, la inmigración de nuevos taxones de hospederos, etc.) se espera que el cambio evolutivo de las comunidades de parásitos sea lento y que la parasitofauna sea en gran parte estable y persistente. Por el contrario, en una especiación alopátrica que se establece por barreras geográficas, las comunidades pueden ser

menos similares que en el caso de una especiación simpátrica, que se da en ausencia de una barrera geográfica entre poblaciones, en la que las comunidades serían más similares, aunque el papel de la respuesta del hospedero puede influir (Poulin, 2001b). Por otro lado, especies de peces de la misma familia es probable que hayan heredado ciertos linajes de parásitos de su ancestro común, y sus comunidades tenderán a mostrar similitudes o no con las que ahora habitan en la misma área geográfica (Poulin, 2001b). Visto de esta forma, las comunidades de parásitos pueden en última instancia proporcionar pistas valiosas en cuanto a los modos de especiación de sus hospederos, así como los cuellos de botella genéticos y otras restricciones y perturbaciones experimentadas por ellos (Choudhury & Dick, 2000). Debido a esto se piensa que los grupos filogenéticamente más antiguos como los peces tendrían mayor riqueza de especies que los grupos más recientes, sin embargo Bush et al. (1990) evaluaron las diferencias filogenéticas entre cinco grupos (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) tanto de hospederos acuáticos como terrestres y encontraron poca evidencia de que los aspectos filogenéticos juegan un papel importante en el desarrollo de las comunidades de helmintos. De acuerdo con estos autores los hospederos acuáticos son más ricos que los hospederos terrestres, aunque al compararse sólo los hospederos acuáticos se observó que peces y reptiles tienen las comunidades de helmintos menos ricas; las cifras aumentan significativamente en las aves. Este patrón de cambio refuta la hipótesis del tiempo que podría predecir que los peces, que es el grupo de mayor edad, tendrían las comunidades más ricas, no obstante, cabe mencionar que para este estudio únicamente se tomaron en cuenta sólo helmintos intestinales. De hecho, estos patrones sugieren la importancia de determinantes ecológicos, siendo el

hábitat uno mucho más importante para la riqueza de la comunidad que la filogenia en hospederos acuáticos. Otro estudio realizado por Kennedy et al. (1986) examinó las diferencias fundamentales entre comunidades de helmintos en peces y aves; en este trabajo se concluyó que las comunidades de helmintos en los peces fueron significativamente más pobres en número de especies, individuos y diversidad. Se identificaron además un número de factores esenciales para la producción de una comunidad diversa de helmintos que incluyen la complejidad y fisiología (endotermia y ectotermia) del hospedero, un tubo alimentario más simple que provee una menor variedad de sitios disponibles y la amplitud de su dieta, así como la vagilidad de los hospederos y su exposición a parásitos con ciclo de vida directo. A pesar de que las comunidades de helmintos en los peces no son las más ricas y diversas, los sistemas acuáticos en general y estos hospederos en particular son uno de los modelos más adecuados para estudiar aspectos ecológicos de los parásitos debido a la facilidad de su colecta y a su amplia disponibilidad, que permite disponer de número grande de réplicas (Holmes & Price, 1986).

3.3. Riqueza de helmintos en México

La investigación sobre los helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en las distintas cuencas hidrológicas de México ha permitido incrementar, en gran medida, el conocimiento que se tiene de estos organismos (Aguilar-Aguilar et al., 2005). Actualmente, los platelmintos constituyen el grupo de gusanos parásitos de vertebrados silvestres más numeroso de México; hasta la fecha se han descrito 1015 especies nominales: 544 de trematodos, 269 de monogeneos y 202 de cestodos, parasitando 1249 especies de vertebrados, que en conjunto representan el 7.4% de la

diversidad mundial de este grupo. De todos los peces, los actinopterigios son el grupo que aloja mayor número de platelmintos con 589 de las 1015 especies totales (García-Prieto et al., 2014a). Los nematodos constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica con 402 especies, parasitando 505 especies de vertebrados silvestres, representando 4.8% de la riqueza global. Asimismo, los hospederos más estudiados corresponde a los actinopterigios, con 99 especies de nematodos; no obstante, la mayor riqueza de nematodos la exhiben los mamíferos, con 166 especies (García-Prieto et al., 2014b). Los acantocéfalos son el grupo de helmintos con menos riqueza específica en comparación con los nematodos y platelmintos, registrándose tan solo 60 especies de estos organismos (lo cual representa 5 % de la riqueza global) en 227 especies de vertebrados silvestres, entre los que destacan de igual forma los actinopterigios (García-Prieto et al., 2014c).

3.4. Comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas

Actualmente existen relativamente pocos trabajos que traten de determinar cómo se estructuran las comunidades de helmintos de vertebrados silvestres de México. A nivel de infracomunidades de helmintos de peces dulceacuícolas, en este trabajo se reportan 11 estudios, la gran mayoría realizados en peces principalmente de la región Neártica del país (Tabla 1); en esta zona se han estudiado 11 especies de peces de las familias Goodeidae, Atheriniopsidae, Cyprinodontidae, Cyprinidae Centrarchidae y Cichlidae mientras que en la región Neotropical, tan solo se han estudiado las infracomunidades de helmintos en dos especies de peces de las familias Lepisosteidae y Cichlidae (Tabla 1). En ambos grupos estudiados se observa que los valores de riqueza promedio son ligeramente mayores en infracomunidades de peces de la

región Neotropical (1.4 a 4.81), comparados con los valores de la región Neártica (0.032 a 3.09). Contrario a lo que se observa con la diversidad, ya que los peces neárticos son ligeramente más diversos (0.004-1.6) comparados con los de la región Neotropical (0.17-0.46) (ver Tabla 1). Sin embargo, para este trabajo no es posible determinar un patrón para ambas regiones, debido a que hacen falta más estudios particularmente para la región Neotropical, además de que los valores altos de riqueza y diversidad son principalmente atribuidos a los registrados por una especie nativa de la zona, *C. urophthalmus* (Tabla 1), la cual también alcanza valores de abundancia promedio que superan los 1000 helmintos por pez, mientras que en otras especie de peces estos valores no rebasan los 150. No obstante, en un estudio realizado por Aguilar-Aguilar (2005) se ha intentado determinar si existe una diferencia entre ambas regiones comparando la estructura de las comunidades a nivel de infracomunidad y comunidad componente de la cuenca Lerma-Santiago situada en la región Neártica con los cuerpos de agua asociados al sistema Rio Papaloapan de la región Neotropical. Los resultados de este trabajo sugirieron que los peces del sistema Papaloapan son más ricos y diversos que los peces Neárticos del Río Lerma- Santiago. Además, sobre este estudio es preciso mencionar que se examinaron 39 especies de peces incluidos miembros de la familia Poeciliidae, dentro de los que se encuentra la especie a la que pertenece el hospedero estudiado en el presente trabajo (Tablas 2 y 3). Para los que se reportan bajos niveles de diversidad, abundancia y abundancia en ambos niveles.

Otros trabajos realizados en la región Neotropical han tratado de determinar cómo los factores ambientales pueden influir en la estructura de una comunidad componente, muestreando una misma especie de pez

(*Cichlasoma urophthalmus*, *Heterandria bimaculata* y *Profundulus punctatus*) en localidades cercanas, que pertenecen a una misma cuenca, o que presentan condiciones ambientales distintas. A partir de estos estudios, se ha concluido que conforme aumenta la distancia entre las localidades, existen mayores diferencias entre las comunidades componentes (Salgado-Maldonado & Kennedy, 1997; Pinacho-Pinacho et al., 2014); de la misma forma, se ha establecido que en peces que habitan ambientes con condiciones similares, las comunidades se comportan de manera similar, (Salgado-Maldonado et al., 2014). Otros estudios, como el de Vidal-Martínez et al. (1998) a nivel de infracomunidad y el de Vidal-Martínez & Poulin (2003) a nivel de comunidad componente, se ha intentado determinar si las comunidades de helmintos son predecibles en el tiempo, muestreando en diferentes temporadas. En el primer estudio, Vidal-Martínez et al. (1998) señalaron que las especies de parásitos que fueron comunes, presentaron mayor prevalencia, abundancia y pueden ser más persistentes a lo largo del tiempo. Sin embargo, en el segundo trabajo (Vidal-Martínez & Poulin, 2003) las comunidades no tuvieron ningún patrón en el tiempo, lo que sugirió a estos autores que sus datos estuvieron influenciados por la reproducción del huésped; no obstante, en este estudio, se encontró una correlación entre el tamaño del pez y la carga parasitaria (cuanto más grande es el pez mayor es la cantidad de parásitos). Para saber si las comunidades de helmintos asociadas a peces dulceacuícolas presentan patrones o son anidaciones independientes influidas por eventos estocásticos a diferentes escalas, temporales o espaciales (Holmes & Price, 1986), es necesario realizar más estudios en otras especies de peces, ya que a pesar de haberse alcanzado cierto éxito en la identificación de los factores que determinan la estructura de

comunidad en este grupo de hospederos, no han sido suficientes para proporcionar una base para predecir la composición particularmente en la región Neotropical.

Tabla 1. Tabla que resume los trabajos que se ha realizado sobre estructura de la comunidad de helmintos en la región Neártica, y Neotropical en México.

Región	Localidad/ Edo.	Hospedero (Familia).	Hospedero (especie)	Alimentación	Talla	No. Promedio de individuos	Riqueza	Diversidad	Especie dominante.	Referencia
Neártica	Toboso/Durango	Goodeidae	<i>Characodon audax</i> .	Omnivoro (preferentemente hervivoro) ¹	60 mm ¹ (27- 79 mm)	(1 – 152) 51- 7. 1 ± 42.4	2.9 ± 1.3 (1 – 6)	0.3 ± 0.3 (0.05 – 1.1)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (94%)	Martínez-Aquino et al. (2007)
			<i>Characodon lateralis</i> .	Hervivor ²	48 mm ² (25 49 mm)	-----	-----	-----	<i>Spiroxys sp.</i> (40%)	
	Abraham González/Durango	Cyprinidae	<i>Cyprinodon meeki</i> .	Detritofa ³	25.7 mm ³	4.38 ± 7.23. (1- 22)	1.38 ± 0.67	0.132 ± 0.234 (0 - 0682)	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> (46%)	Martinez-Aquino & Aguilar-Aguilar, (2008.)

San Dimas /Durango	Cyprinidae	<i>Campostoma ornatum</i>	Diatomeas, bacterias y algas. ⁴	120 mm ⁴	7 ± 3.47 (1 - 15)	3 ± 0.88	0.537 ± 0.26 (0 - 0.96)	<i>Gyrodactylus sp</i> (95%)	Aguilar-Aguilar et al. (2010)
	Cyprinidae	<i>Codoma ornata</i>		58 mm	157 ± 92.39. (3 -365)	3.09 ± 0.94.	0.299 ± 0.163 (0.043 - 0.571)	<i>Posthodiplostomum sp.</i> (100%)	
Cuatro Ciénegas/ Coahuila	Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon atrorus</i>	Hervivora e insectivor ⁵	35 mm ⁵	1 -2	1.59	0.11 (0- 0.91)	<i>Atactorhynchus duranguensis</i> (39.81 %?)	Aguilar-Aguilar et al. (2015)
Chapala /Jalisco.	Goodeidae	<i>Chapalichthys encaustus</i>	Omnivoro (preferentemente hervivoro) ⁶	93mm ⁶	(1 -4) 71 ± 125	1.8 ± 0.8	(0.318- 0.593) 0.144 ± 0.181	<i>Posthodiplostomum minimum.</i> (95%)	Martínez-Aquino et al. (2004)
Patzcuaro / Michoacán	Goodeidae	<i>Allophorus robustus</i>	Insectos y peces ⁷	143 mm ⁷	60.1 ± 95.3	2.4 ± 1.1	1.6 ± 0.93	<i>Posthodiplostomum minimum.</i> (67%)	Rojas et al. (1997)
		<i>Allotoca diazi</i>	Invertebrados ⁷		76.5 ± 285.4	1.7 ± 0.80	1.0 ± 0.58	<i>Posthodiplostomum minimum.</i> (81%)	
		<i>Goodea atripinnis.</i>	Algas y materia organica ⁷	200 mm ⁷	18.1 ± 20.7	1.5 ± 0.60	1.43 ± 1.21	<i>Posthodiplostomum minimum.</i> (90%)	
Pátzcuaro / Michoacán	Atherinopsidae	<i>Chirostoma attenuatum</i>	Invertebrados ⁷	60-100 ⁷	86 ± 96 (0 - 436)	1.77 ± 0.9 (0 - 5)	0.26 ± 0.35 (0 - 1)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (88.3%)	Pérez-Ponce de León et al. (2000)

			<i>Chirostoma estor</i>	Invertebrados y peces ⁷	148–255 ⁷	45.7 ± 97 (0 – 554)	1.28 ± 0.8 (0 – 5)	0.15 ± 0.28 (0 – 1.02)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (73.4%)
			<i>Chirostoma grandocule</i>	Invertebrados ⁷	61–110 ⁷	4.3 ± 14.8 (0 – 117)	0.5 ± 0.5 (0 – 1)	0.004 ± 0.032 (0 – 0.27)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (48.5%)
		Goodeidae	<i>Alloophorus robustus</i>	Insectos y peces ⁷	62–132 ⁷	69.6 ± 102.8 (0 – 588)	2.42 ± 1.3 (0 – 5)	0.53 ± 0.45 (0 – 1.77)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (55.2%)
			<i>Goodea atripinnis</i>	Algas y materia organica ⁷	69–116 ⁷	18.3 ± 24 (0 – 95)	1.37 ± 1 (0 – 4)	0.21 ± 0.34 (0 – 1.24)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (74.5%)
			<i>Allotoca diazi</i>	Invertebrados ⁷	60–90 ⁷	21.5 ± 36.2 (0 – 190)	0.7 ± 0. (0 – 5)	0.41 ± 0.42 (0 1.22)	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (55%)
		Cyprinidae	<i>Algansea lacustris</i>	Invertebrados y material organica ⁷	62–247 ⁷	2.7 ± 7.2 (0 – 51)	2.42 ± 1.3 (0 – 4)	0.07 ± 0.23 (0 – 1.45)	<i>Octomacrum mexicanum</i> (26.9%)

			<i>Cyprinus carpio</i>	Materia orgánica e invertebrados ⁷	100–300 ⁷	0.15 ± 0.5 (0-3)	0.1 ± 0.31 (0 – 1)	-----	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> (4.1%)	
		Centrarchidae.	<i>Micropterus salmoides</i>	Peces invetebrados ⁷	125–250 ⁷	111.3 ± 186.7 (0 - 663)	1.06 ± 0.9 (0 – 3)	0.12 ± 0.24 (0 – 0.99)	<i>Ancyrocephalidae</i> (13.6)	
		Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> ⁰	Detritus e invertebrados ⁷	67–190 ⁷	0.06 ± 0.4 (0 – 3)	0.032 ± 0.18 (0- 1)	-----	<i>Spiroxys sp.</i> (3.3%)	
	Patzcuaro /Michoacán	Atherinopsidae	<i>Chirostoma attenuatum</i>	Invertebrados ⁷	120 – 150 mm ⁷	144.1 ± 133	1.36 ± 0.61	0.04 ± 0.10	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (100%)	Espinoza-Huerta et al. (1996)
	Zirahuén /Michoacán	Atherinopsidae	<i>Chirostoma attenuatum</i>	Invertebrados ⁷	120– 150 mm ⁷	34.7 ± 46.3	1.61 ± 0.82	0.35 ± 0.38	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (100%)	
	Arroyo Durazno,/ Jalisco	Goodeidae	<i>Xenotaenia resolanae</i>	Omnivoro ⁸	76 mm ⁸	4.4 ± 5.4 (1-24)	1.1 ± 0.8.	0.113 ± 0.218 (0 – 0.915)	<i>Margotrema guillerminae</i> (44-100%)	Martínez-Aquino et al. (2009)

Neotropical	Mitza /Yucatán	Cichlidae	<i>Cichlasoma urophthalmus</i> *	Omnivoro (preferentemente carnívoro) ⁹	250 mm ⁹	29.41 ± 41.23 a 439.90 ± 1439.32 (0 - 7343) y (0 - 227)	2.60 - 1.33 (0 5) y 4.81 - 1.14 (0 - 7)	0.17 ± 0.15. a 0.46 ± 0.10. (0. 48 - 0.72)	-----	Vidal-Martínez et al. (1998)
	Pantanos de Centla/ Tabasco	Lepisosteidae	<i>Atractosteus tropicus</i>	Ictiofaga ¹⁰	270 to 680 mm ¹⁰	6.1 ± 6.4	1.4 ± 1.0,	0.2 6±0.3	<i>Contracaecum</i> sp. (64%)	Salgado-Maldonado et al. (2004)

Datos de los peces tomados de (¹Soto-Galera, 2003a, ²2003 b ³2007; ⁴ Aguilar-Aguilar et al. 2010; ⁵Soto-Galera & Alcántara-Soria, 2007.; ⁶Varela & Ruiz, 2002; ⁷ Pérez-Ponce de León et al. 2000; ⁸ Turner., 1946; ⁹Martínez- Ramírez., 2002; ¹⁰Cabrera & Galeano., 1997).

Tabla 2. Valores de abundancia, riqueza y diversidad de las infracomunidades de helmintos de los Pecílidos colectados en Río Papaloapan y Río Lerma (Tomado de Aguilar-Aguilar, 2005)

Localidad	Hospedero	Abundancia	Riqueza	Diversidad
Los Tuxtlas /Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	3.75	0.8	0.088
San Joaquin/Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	1.19	0.57	0
Los Tuxtlas /Veracruz	<i>Poecilia mexicana</i>	12.07	1.08	0
La Escondida / Veracruz	<i>Poecilia mexicana</i>	1.48	0.45	0.049
Lago de Catemaco /Veracruz	<i>Poecilia catemaconis</i>	6.36	1.04	0.152
Lago de Catemaco /Veracruz	<i>Poeciliopsis catemaco</i>	7.25	1.16	0.142
Ajalpan/ Puebla	<i>Poecilia reticulata</i>	1.32	0.41	0
Alto Papaloapan/ Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	7.7	0.41	---
Alto Papaloapan/ Oaxaca	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	3.2	0.13	0
Santiago. Dominguillo / Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	2.01	0.69	0.043
Santiago. Dominguillo / Oaxaca	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0.05	0.05	0
San Juan Bautista / Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	1.14	0.42	0
Valle Nacional Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	3.22	0.22	0.025
Los Tuxtlas / Veracruz	<i>Xilophophorus helleri</i>	43.33	1	0.189
Lago de Chapala/ Jalisco	<i>Poecilia. sphenops</i>	8.14	1.14	0.211
Presa Ignacio allende / Guanajuato	<i>Poeliopsis infas</i>	5.55	0.8	0.074
La Cieneguilla/ Guanajuato	<i>Poeliopsis infas</i>	1	0.48	0.048

Tabla 3. Valores de abundancia, riqueza y diversidad de las comunidades componente de los Pecílidos colectados en Río Papaloapan, Río Lerma y Río la Antigua. (Tomadas de Aguilar- Aguilar, 2005; Salgado-Maldonado et al., 2014)

Localidad	Hospedero	Diversidad	Riqueza	Abundancia
Agua Bendita 2005/ Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	1.227	8	298
Agua Bendita 2005/Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	1.255	7	282
San Miguel/ Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	1.192	5	78
Huitzilapan / Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	0.74	3	23
San Joaquin/Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	0	1	25
Los Tuxtlas /Veracruz	<i>Heterandria bimaculata</i>	1.353	6	169
Los Tuxtlas /Veracruz	<i>Poecilia mexicana</i>	1.774	17	1195
La Escondida / Veracruz	<i>Poecilia mexicana</i>	0.4584		46
Lago de Catemaco /Veracruz	<i>Poecilia catemaconis</i>	0.588	4	159
Lago de Catemaco /Veracruz	<i>Poeciliopsis catemaco</i>	0.5231	4	174
Ajalpan/ Puebla	<i>Poecilia reticulata</i>	0	1	45
Alto Papaloapan/ Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	0.04974	2	693
Alto Papaloapan/ Oaxaca	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0	1	48
Santiago. Dominguillo / Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	0.5801	3	127
Santiago. Dominguillo / Oaxaca	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0	1	1
San Juan Bautista / Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	0.3768	2	16
Valle Nacional Oaxaca	<i>Poecilia mexicana</i>	0.3368	3	58
Los Tuxtlas / Veracruz	<i>Xilophophorus helleri</i>	0.415	8	2600
Lago de Chapala/ Jalisco	<i>Poecilia. sphenops</i>	0.8493	5	24
Presa Ignacio allende / Guanajuato	<i>Poeliopsis infas</i>	0.2572	4	111
La Cieneguilla/ Guanajuato	<i>Poeliopsis infas</i>	0.5841	4	57

3. 5. Estudios Helmintológicos sobre *Poecilia mexicana*

Los trabajos helmintológicos realizados para este pez, han arrojado un registro compuesto por 46 especies de helmintos: algunos cestodos entre los que destacan *Glossocercus auritus* y *Schiztocotyle acheilognathi*; algunos monogeneos como *Gyrodactylus* sp.; entre los nematodos se han registrado con mayor frecuencia *Contracecum* sp. y *Spiroxys* sp. y para los trematodos *Posthodiplostomun minimum*, *Clinostomun complanatum*, *Saccocoelioides sogandaresi*, *Centrocestus formosanus* y algunos otras especies de *Ascocotyle* de la familia Heterophyidae. Estos estudios se han realizado en diferentes localidades de los estados del sur de México como: Tabasco, Oaxaca, la mayoría en Veracruz y Chiapas; para el centro del país, los trabajos se han realizado en Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato, e Hidalgo y para el norte solo se han realizado en Nuevo León con únicamente cuatro registros (Tabla 4).

Tabla 4. Registros helmintológicos en el pez *Poecilia mexicana* en algunas localidades de México (tomado de la base de datos de la CNHE)

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD	ESTADO
CESTODOS	Bothriocephalidae	<i>Schizocotyle acheilognathi</i>	Lago Montebello	Chiapas
			Río Bagres (Manantial El Realito)	Guanajuato
			Tributario del Río Acamaluco, Río Venados (Mexitlán)	Hidalgo
	Gyprhynchidae	<i>Glossocercus</i> sp.	Río Villa Flores	Chiapas
			Río Tajo y Río Calabozo (Xochiatipan)	Hidalgo
			Río Papaloapan	ND
			Puente Valle Nacional	Oaxaca
Laguna Escondida (Estación de Biología Los Tuxtlas)			Veracruz	
MONOGENEOS	Dactylogyridae	<i>Urocleidoides reticulatus</i>	Río Puyacatengo	Tabasco
	Gyrodactylidae	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Río Suchiapa	Chiapas
			Río Papaloapan, Río Lerma Santiago	ND
			Arroyo Santiago Dominguillo	Oaxaca
			Canal Calipán	Puebla
			Río Máquinas Río Máquinas	Veracruz
<i>Gyrodactylus bullatarudis</i>	Río Moctezuma (Vega de Ramírez)	Tabasco		
NEMATODOS	Anisakidae	<i>Contracaecum</i> sp.	Río Tecoloco	Hidalgo
			Río Lerma Santiago	ND
			La Planta, Arroyo El Carpintero, Arroyo Canoas	San Luis Potosí
			Río La Palma	Veracruz
			Lago Paraiso (El Raizal), Río La Fortuna, Río Urbina, Río Villa Flores, Río Pedregal, Río Vado Ancho, Río Bonanza	Chiapas
			Río Calabozo	Hidalgo
	Camallanidae	<i>Procamallanus</i> sp.	Río Pedregal	Chiapas
Cystidicolidae	<i>Spinitectus</i>	Río Papaloapan	ND	

		<i>mexicanus</i>	Río San Joaquín, Río Maquinas (Los Tuxtlas)	Veracruz
	Dioctophymatidae	<i>Eustrongylides</i> sp.	Puente Río Pando	Chiapas
			Río Lerma Santiago	ND
			Río Nexapa (Chietla)	Puebla
			La Planta	San Luis Potosí
	Gnathostomatidae	<i>Gnathostoma binucleatum.</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Oaxaca
			Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Veracruz
		<i>Spiroxys</i> sp.	Río Bagres (Manantial El Realito)	Guanajuato
			Río Papaloapan	ND
			Río Pesquería	Nuevo León
			Arroyo San Juan Evangelista	Oaxaca
		Río Estórax	Querétaro	
	Kathlaniidae	<i>Falcaustra</i> sp.	Río La Palma	Veracruz
	Rhabdochonidae	<i>Rhabdochona kidderi.</i>	Río Lerma Santiago	ND
			Río La Palma, Río Máquinas	Veracruz
		<i>Rhabdochona</i> sp.	Río Papaloapan	ND
		<i>Rhabdochona lichtenfelsi.</i>	Río Estórax	Querétaro
Trichuridae	<i>Capillaria cyprinodonticola</i>	Río San Pedro (Orizatlán), Río Talol, Río Candelaria	Hidalgo	
		Río Nexapa (Chietla)	Puebla	
.TREMATODOS	Acanthostomidae	<i>Acanthostomu minimum.</i>	Lago Paraíso (El Raizal)	Chiapas
		<i>Acanthostomum</i> sp.	Río Pesquería	Nuevo León
	Clinostomidae	<i>Clinostomum complanatum</i>	Río Villa Flores	Chiapas
			Río Papaloapan, Río Lerma Santiago	ND
			Río Jalpan	Querétaro
			Río La Palma, Laguna Escondida (Estación de Biología Los Tuxtlas)	Veracruz

		<i>Clinostomum marginatum.</i>	El Trampolín	San Luis Potosí
	Cryptogonimidae	<i>Oligogonotylus manteri.</i>	Lago Paraíso (El Raizal)	Chiapas
	Diplostomidae	<i>Austrodiplostomum compactum.</i>	Río Puyacatengo	Tabasco
		<i>Diplostomum</i> sp.	Río Talol, Afluente Río Atlapexco	Hidalgo
			Laguna Escondida (Estación de Biología Los Tuxtlas)	Veracruz
		Gen sp.	Arroyo Tenango	Hidalgo
		<i>Neascus</i>	Río La Silla y Río Pesquería	Nuevo León
		<i>Posthodiplostomum minimum.</i>	Río Urbina, Río Pedregal, Río Lacantún (Chajul), Río Lacantún (La Reversa), Río Pando, Lago Paraíso (El Raizal) y Río Suchiapa, Río Vado Ancho, Río La Fortuna, Arroyo El Girasol, Río Bonanza y Río Villa Flores	Chiapas
			Arroyo Tenango, Afluente Río Atlapexco, Río Amajac, Río San Pedro (Orizatlán), Río Talol, Río Candelaria, Río Calabozo, Río Venados, Río San Pedro (Orizatlán), Río Tecoloco	Hidalgo
			Río Lerma Santiago	ND
			Río La Silla (Pte. Tolteca)	Nuevo León
			Arroyo Santiago Domingullo, Puente Valle Nacional, Arroyo San Juan Bautista, Arroyo San Juan Evangelista	Oaxaca
			Río Nexapa (Chietla)	Puebla
			Huichihuayán, Arroyo Canoas, Arroyo El Carpintero, La Planta	San Luis Potosí
			Río Puyacatengo	Tabasco
			Río La Palma	Veracruz
	<i>Tylodelphys</i> sp.		Río Vado Ancho, Río Bonanza	Chiapas
	<i>Uvulifer</i> sp.	Río Urbina	Chiapas	
	<i>Uvulifer</i>	Arroyo Tenango, Río Venados	Hidalgo	

	<i>ambloplitis.</i>	Arroyo Canoas	San Luis Potosí
		Río La Palma, Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
Echinostomatidae	<i>Echinochasmus leopoldinae.</i>	Río Puyacatengo (Teapa)	Tabasco
		Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
Haploporidae	<i>Saccocoelioides</i> sp.	Río Bonanza	Chiapas
	<i>Saccocoelioides sogandaresi.</i>	Río Amajac, Río Tecoloco	Hidalgo
		Río Papaloapan	ND
		Cascada El Saltillo, Arroyo El Saltillo-Taller, Arroyo San Juan Evangelista	Oaxaca
		Huichihuayan, Río Verde, El Rodeo y La Planta	San Luis Potosí
		Río Puyacatengo (Teapa)	Tabasco
		Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas), Río Máquinas, Río La Palma, Laguna Escondida (Estación de Biología Los Tuxtlas)	Veracruz
Heterophyidae	<i>(Ascocotyle) felipei.</i>	Río Bonanza, Río Suchiapa y Río Vado Ancho	Chiapas
		Río Papaloapan	ND
		Arroyo El Saltillo-Taller	Oaxaca
		Río Puyacatengo	Tabasco
		Río La Palma (Los Tuxtlas) y Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
	<i>Ascocotyle (Leighia) mcintoshi.</i>	Río Puyacatengo (Teapa)	Tabasco
		Río Máquinas y Río La Palma	Veracruz
	<i>Ascocotyle (Leighia) megalocephala.</i>	Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
	<i>Ascocotyle (Phagicola) nana.</i>	Río Vado Ancho	Chiapas
	<i>Ascocotyle (Phagicola) sp.</i>	Río Pesquería	Nuevo León
	<i>Ascocotyle</i>	Río Puyacatengo (Teapa)	Tabasco

		<i>(Phagicola) pindoramensis.</i>		
		<i>Ascocotyle (Phagicola) diminuta.</i>	Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
		<i>Centrocestus formosanus.</i>	Lago Paraíso (El Raizal), Río Villa Flores y Río Pando	Chiapas
			Río Candelaria	Hidalgo
			Río Lerma Santiagoy Río Papaloapan	ND
			Arroyo Santiago Domingullo, Río Grande (San José del Chilar), Puente Valle Nacional, Arroyo San Juan Bautista y Cascada El Saltillo	Oaxaca
			Canal de riego Ajalpan y Canal de riego Calipán	Puebla
			Río Puyacatengo	Tabasco
			Río La Palma, Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas) y Río Máquinas	Veracruz
		<i>Haplorchis pumilio.</i>	Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
		<i>Pygidiopsis</i> sp.	Arroyo Balzapote (Los Tuxtlas)	Veracruz
	Proterodiplostomidae	<i>Crocodilicola pseudostoma</i>	Río La Palma	Veracruz
		Gen sp.	Río Bonanza	Chiapas
	Strigeidae	<i>Apharyngostrigea</i> sp.	Río Bonanza	Chiapas
			Río Candelaria	Hidalgo

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Describir la estructura de la comunidad de helmintos de *Poecilia mexicana* en la Laguna de Mandinga, Veracruz e inferir los posibles factores que intervienen en dicha estructura.

4.2. Objetivos Particulares

- 1.- Establecer la identidad taxonómica de las especies de helmintos encontrados en *P. mexicana*.
- 2.- Determinar los parámetros que caracterizan las infecciones de los helmintos en este hospedero.
- 3.- Calcular los atributos que caracterizan las comunidades de helmintos asociadas a este pez, a nivel de infracomunidad y componente de comunidad.

V. AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en una localidad del sistema lagunar “Laguna de Mandinga”, el cual se considera de naturaleza salobre, por la cantidad de sales disueltas. El sistema lagunar forma parte de la cuenca sedimentaria de la zona central del estado Veracruz, en el municipio de Alvarado, localizada a 18 km al sur del Puerto de Veracruz, en la costa del Golfo de México (Contreras, 1985). El sistema está constituido, de norte a sur, por tres cuerpos de agua: Laguna Larga (longitud = 3.421 km), Laguna Redonda o Mandinga Chica (longitud = 2.134 km) y Laguna Mandinga Grande (longitud = 6.490 km), las cuales se encuentran interconectadas. El sistema recorre 150 km y corre de oeste a este del país teniendo una extensión de 3,250 ha; recibe varios afluentes de los ríos Huatusco, Cotaxtla, Totolapan, desembocando en el Golfo de México, en el lugar

conocido como Boca del Río, próximo a la ciudad de Veracruz (Lara et al., 2009). En este sitio el principal flujo de agua procede del Rio Jamapa el cual comunica con el mar. Sin embargo por solo poseer una sola boca, la influencia marina es muy reducida, además de que sobre las fluctuaciones de la marea, se tiene poca información. (Reguero & García- Cubas., 1993) (Fig. 1).

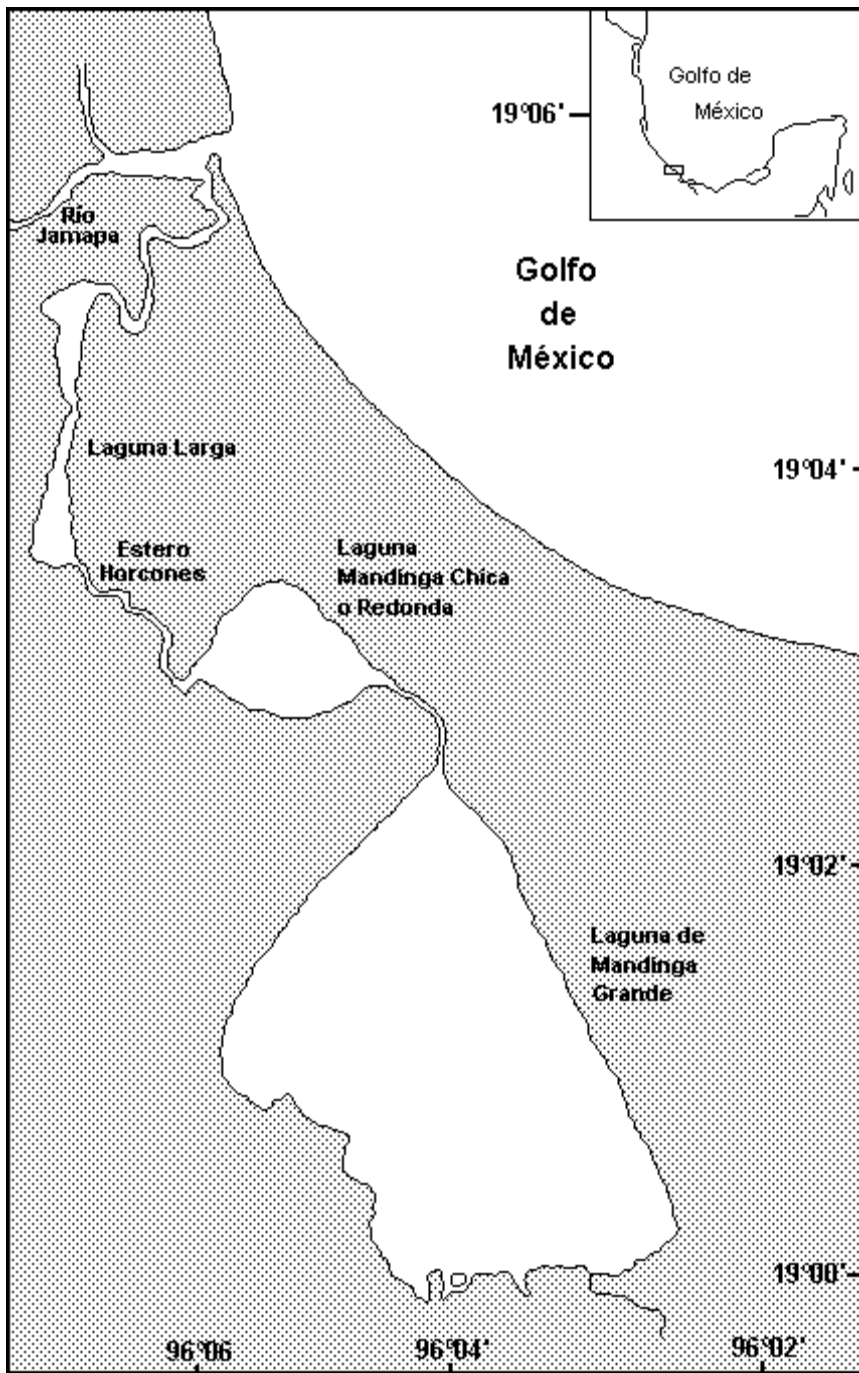


Figura 1. Mapa del sistema de agua de la Laguna de Mandinga

5.1. Clima

El clima es cálido subhúmedo (Aw2), con una temperatura media anual mayor de 22°C y una precipitación en el mes más seco entre 0 y 60 mm; con 55.3% de lluvias en verano e invernales del 5% al 10.2% de la precipitación total anual (Lara et al., 2009). La temperatura del agua a lo largo de un ciclo anual son entre 16 y 32°C, con registros mínimos cercanos a los 20°C durante enero febrero y una máxima de alrededor de 30°C en abril a junio y la salinidad del agua varía entre 0.9 y 35 % (máximo y mínimo) (Reguero & García- Cubas., 1993).

5.2. Flora y Fauna

Contreras (1985) señala siete tipos de vegetación asociada al complejo lagunar: 1) vegetación pionera de la costa; 2) matorral y selva baja subcaducifolia de los medanos; 3) espartales; 4) selva baja subperennifolia de *Pachira aquatica*; 5) manglar; 6) asociaciones de halófitas; y 7) palmares. Entre la fauna más abundante se encuentra *Cairina moschata* (pato real) *Crassostrea virginica* (ostión) *Callinectes similis* (jaiba) *Stomolophus meleagris* (medusa de cañón, presente solo cuando la salinidad aumenta)(Lara, et al. 2009). Los peces más comunes son *Ariopsis felis*, *Astyanax aeneus*, *Dorosoma petenense*, *Poecilia mexicana*, y *Poecilia sphenops*, mientras que el ave predominante es *Doricha eliza* (colibrí cola hendida) que es endémica y se encuentra en peligro de extinción (Lara, 2009). Además se reporta alta riqueza y diversidad de moluscos, particularmente la clase gasterópoda (Reguero & García-Cubas., 1993).

VI. BIOLOGIA DEL HOSPEDERO

Poecilia mexicana pertenece a la clase Osteichthyes del orden Cyprinodontiformes y pertenecen a la familia de peces vivíparos Poeciliidae; se encuentra distribuido a lo largo de la costa Atlántica de México y América Central, desde la baja cuenca del Rio Bravo, hacia el sur con registros en Campeche, Hidalgo, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán hasta Costa Rica (Fig. 2). Habita en lagunas costeras, estuarios, estanques y ríos de tierras bajas hasta los arroyos de tierras altas, remansos y rápidos someros o bien en agua dulce estancada hasta agua salada (32 ppm) lo que indica que es tolerante a distintos habitats (Miller, 2009). Usualmente se congregan en la superficie de la columna de agua, en zonas someras que presentan vegetación escasa a densa, turbia y algunas veces salobre (Miller, 2009). Son peces pequeños de menos de 10 centímetros de longitud (6 a 7 cm los machos y de 8 a 8.5 cm las hembras). Son de cuerpo alargado, robusto y comprimido; rostro afilado; labio inferior de la boca ligeramente mayor que el superior; mientras que las hembras tienen una coloración críptica, los machos muestran barras verticales negras conspicuas, y los machos dominantes pueden incluso llegar a ser completamente negros, con márgenes de color amarillento a naranja de las aletas dorsal y anal (Plath, 2010). Los machos tienen una aleta anal modificada llamada gonopodio para transferir paquetes de esperma a la hembra durante la cópula, siendo vivíparos. La población es de 7 hembras por cada 4 machos y el tamaño de la camada en la puesta varía entre 13 a 35, pero pueden llegar a 105 crías en individuos muy grandes. La temporada reproductiva es prolongada, de diciembre a agosto, pero se considera que es una especie reproductiva todos los meses del año (Miller, 2009).

Su alimentación consiste principalmente de algas filamentosas, diatomeas, trozos de plantas vasculares, detritus y materia orgánica en descomposición; se alimentan a partir de las especies expuestas de las rocas, y otros materiales del fondo, usando el labio y dientes inferiores, como un cepillo para raspar las algas (Miller, 2009).



Fig. 2. *Poecilia mexicana* tomado de <http://yaybiotic.tumblr.com>.

VII. MATERIALES Y METODO

7.1. Colecta y revisión de los peces

Los peces fueron obtenidos a finales del mes de marzo del 2014 en la Laguna de Mandinga Chica (19.048021° N 96.073762° O) (Fig. 3), a partir de artes de pesca como red de “chinchorro”; se transportaron vivos en hieleras provistas de oxígeno por bombeo, a un laboratorio montado en la localidad de colecta y posteriormente fueron sacrificados mediante la técnica de descerebración. Otros fueron transportados en hieleras a 4°C , al laboratorio para su revisión, la cual fue lo más inmediata posible. En el laboratorio una parte del material ictiológico fue fijado para su identificación, realizada en el Laboratorio de Ictiología del Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

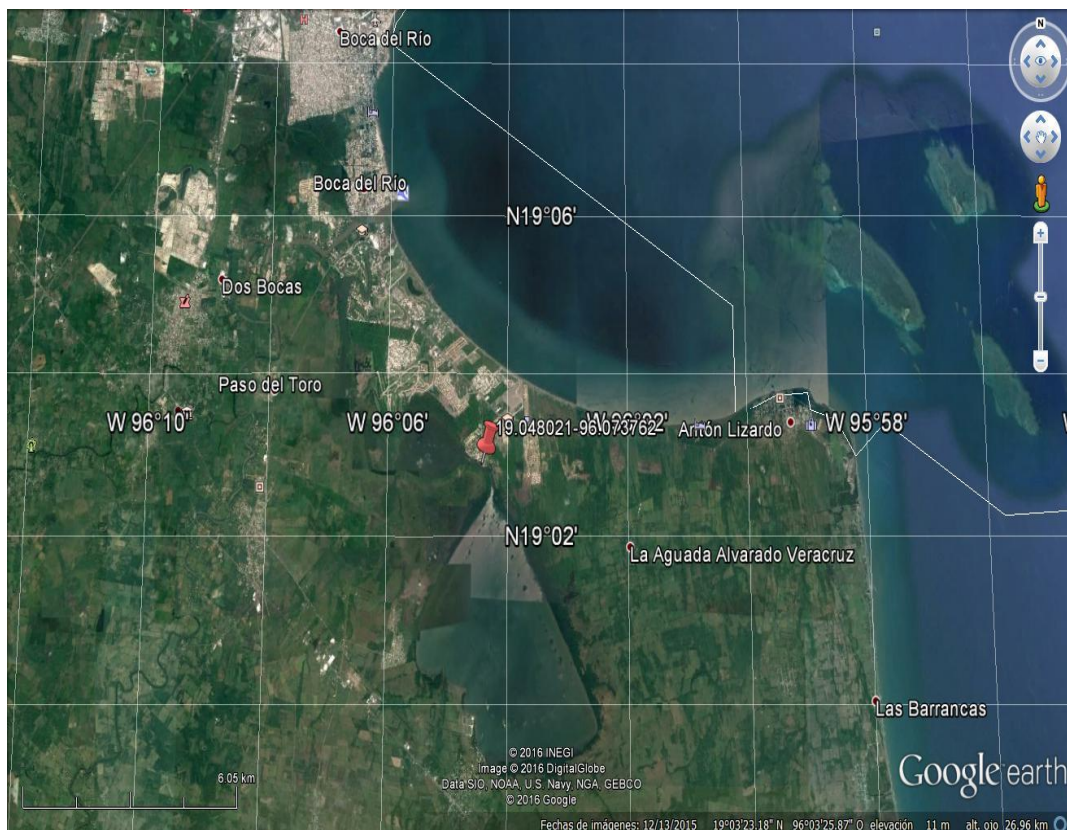


Figura 3. Mapa del sitio de muestreo.

Para cada pez recolectado se anotaron los siguientes datos en una hoja de campo; a) nombre del hospedero; b) fecha de colecta; c) localidad; d) sexo, y e) número y grupo de parásitos colectados en su respectivo hábitat.

La revisión comprendió en principio la observación externa de la piel, aletas, escamas, opérculos, boca y ano. Posteriormente se procedió a una revisión interna, efectuando una disección, por medio de una incisión longitudinal y ventral, desde el ano hasta la región branquial, separando todos los órganos y sistemas contenidos por la cavidad del cuerpo, la cual también fue revisada bajo el microscopio estereoscópico. Las vísceras se colocaron en una caja de Petri con solución salina al 0.65%, para posteriormente observarlas bajo el microscopio estereoscópico.

La revisión de cada uno de los órganos se realizó de la siguiente manera: Para obtener el cerebro, se llevó a cabo la craneotomía de cada uno; los ojos fueron extraídos de sus cavidades con ayuda de pinzas de punta roma y tijeras; posteriormente se obtuvieron las branquias, se transportaron a solución salina limpia y se revisaron cuidadosamente, con una aguja de disección y pinceles. El aparato digestivo (estómago, intestino, mesenterio y recto), y los ojos, fueron desgarrados con agujas de disección, observándolos bajo el microscopio estereoscópico; el hígado se revisó por compresión entre 2 vidrios.

7.2. Procesamiento del material helmintológico

Los parásitos fueron retirados de los órganos que los albergaban, por medio de pinceles finos, agujas de disección y pipetas. Los trematodos y cestodos, fueron fijados en formol al 4% caliente y después se almacenaron en alcohol al 70%. Los nematodos fueron fijados en alcohol

al 70%. Una vez fijados, los trematodos y cestodos se tiñeron con paracarmín de Meyer y fueron montados en portaobjetos con bálsamo de Canadá. Por su parte, los nematodos se transparentaron con Glicerina, el cual fue utilizado también como medio de montaje durante su estudio al microscopio (Lamothe-Argumedo, 1997). El material de referencia de los gusanos, fue depositado en la Colección Nacional de Helminthos (CNHE), Instituto de Biología, UNAM, Ciudad de México.

7.3. Identificación

El estudio taxonómico de cada una de las especies de parásitos se realizó a través de su esquematización y medición se realizó con ayuda de un ocular micrométrico, adaptados a un microscopio óptico. Su determinación a nivel específico, se llevó a cabo por medio de claves particulares para cada uno de los géneros de helmintos encontrados (Bray, et al. 2005; Jones et al. 2008; Anderson, 2000; Ortega-Olivares et al. 2013). Así como por su comparación con el registro previo establecido para el hospedero en otras zonas del país.

7.4. Estudio ecológico

Se registró el número de helmintos encontrados por especie identificada, y posteriormente se procedió a caracterizar la infección, empleando los parámetros ecológicos definidos por Bush (et al. 1997): prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad; asimismo, se describió la estructura de la comunidad, para lo que se cuantificó la riqueza, abundancia, diversidad, equidad así como la dominancia a nivel de infracomunidad y comunidad componente.

Para describir la diversidad se utilizó el índice de Brillouin para infracomunidad y el de Shannon para comunidad componente, utilizando

el programa PAST PAleontological STatistics (Hammer et al 2013. Versión 3.14). Asimismo, se calculó su equidad respectiva y el índice de dominancia de Berger Parker en ambos niveles.

Para analizar la similitud entre las infracomunidades se utilizó un índice cualitativo (Jaccard) y uno cuantitativo (Morisita-Horn) calculados con el programa EstimateS (Colwell, 2013. Versión 9.1).

Los índices utilizados en este estudio son descritos a continuación, definidos por Magurran (2004):

Índice de Shannon: Considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población “infinitamente grande”; se basa en la uniformidad de las abundancias en una muestra y asume que todas las especies están representada, por esta razón, es sensible al tamaño muestral. Se calcula a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = Es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima. En una muestra el verdadero valor de p_i es desconocido pero se estima mediante n_i/N (el máximo estimador probable Pielou. 1969).

Para calcular la equidad basada en este índice se utiliza la siguiente ecuación:

$$E' = H'/H_{\max} = H' / \ln S$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon - Winner.

H_{\max} = diversidad máxima tomando en cuenta que todas las especies están registradas en la muestra.

$\ln S$ = número de especies.

El índice de Brillouin (HB) es utilizado cuando la aleatoriedad de la muestra no puede ser garantizada. Este índice se recomienda para comunidades completamente censadas (donde se conoce el número total de individuos de esa comunidad), es sensible a la presencia de especies raras y se determina por la ecuación:

$$HB = \frac{\ln N! - \sum \ln n_i!}{N}$$

Donde:

N = Total de individuos por especie

N_i = Número de individuos que pertenecen a la especie (i)

La equidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = HB/HB_{max}$$

Donde HB_{max} es calculada como:

$$HB_{max} = \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{\{[N/S]!\}^S \cdot \{[N/S + 1]!\}^r}$$

Para ambos índices de diversidad, se considera que hay máxima equidad cuando todas las especies de una comunidad tienen un número igual de individuos y una equidad mínima cuando solo una especie es dominante y todas las demás se encuentran representadas escasamente. El valor de equidad se sitúa entre 0 y 1.

Para medir la dominancia, se utilizó el índice no paramétrico Berger Parker: Este índice expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante y se determina:

$$D = \frac{N_{max}}{N}$$

Dónde:

N_{max} = Es el número de individuos de la especie más abundante

N=Total de individuos muestreados.

El índice de Jaccard se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_j = j / (a+b-j)$$

Dónde:

j = Es el número de especies halladas en ambas localidades

a = El número de especies de la localidad A.

b = El número de especies de la localidad B.

Este índice está diseñado para ser igual a 1 en caso de similitud completa y 0 si las muestras son diferentes y no tienen especies en común.

Para comparar infracomunidades considerando abundancias, se utilizó el índice Morisita- Horn:

$$C_{mH} = \frac{2 \sum (a_{ni} b_{ni})}{(d_a + d_b) aN \cdot bN}$$

Dónde:

aN : Es el número total de individuos en la estación A

a_{ni} = El número de individuos de la i -ésima especie en A

bN = Es el número de individuos de la estación B

b_{ni} = El número de individuos de la i -ésima especie en B

$$d_a = \frac{\sum a_{ni}^2}{aN^2}$$

Para determinar las asociación entre especies de helmintos a través de cada una de las Infracomunidades, se realizó un análisis de Clúster mediante el método UPGMA, utilizando el programa PAST (Hammer et al 2013. Versión 3.14). Este análisis es un método matemático incluido en la estadística multivariada; se utiliza principalmente para la formación de grupos de UBC's (Unidad Básica de Caracterización), con características similares a partir de las similitudes o disimilitudes que se presentan entre pares de estas UBC's (Núñez-Colín & Escobedo-López. 2011), que en este caso será las especies de helmintos. Éstas son evaluadas por índices, en este caso, se utilizara el índice de similitud cualitativa Jaccard, para después aplicar un método de aglomeración el cual genera un árbol o dendrograma, donde entre más grande sea la distancia o más pequeño sea en índice de similitud entre agrupaciones, más diferentes son las muestras comparadas (Núñez-Colín & Escobedo-López. 2011).

Para determinar la riqueza esperada y compararla con la observada y así determinar qué porcentaje cubrió nuestro muestreo, se construyó una curva de acumulación de especies, con ayuda del programa EstimateS (Colwell, 2013); esta se exporta a un programa de tratamiento estadístico Statgraphics. Centurion XV. (2006. Versión 15.2.05.), de acuerdo con Jiménez-Valderde & Hortal (2003), adecuando los datos a la ecuación de Clench.

7.5. Clasificación de las especies de helmintos

La especies diagnosticadas se clasificaron de acuerdo con la capacidad de dispersión que pueden llegar a tener en autogénicas y alogénicas; con

base en su especificidad hospedadora en generalistas y especialistas y con base a la frecuencia en que aparecían en principales y secundarias.

VIII. RESULTADOS

8.1. Registro Helmintológico

El registro helmintológico de *P. mexicana* en la Laguna de Mandinga asciende a seis especies, de las cuales cuatro son tremados (3 larvas y un adulto); una especie de nematodo en estado larvario y un cestodo, también en etapa de larva. Parasitan el intestino (2 especies), las branquias (1 especie), mesenterio (3 especies) y músculo (1 especie) de los peces (Tabla 5). A continuación se presenta la diagnosis diferencial de los parásitos encontrados en *Poecilia mexicana*; las medidas de las estructuras se presentan en micrómetros (μm) y para el caso del nematodo, en milímetros.

Tabla 5.Registro helmintológico de *Poecilia mexicana* en la Laguna de Mandinga, Veracruz, México.

Familia	Especie de Helmineto	Hábitat	Especificidad Hospedadora	Capacidad de dispersión	Frecuencia	No. de catálogo.
Clinostomidae	<i>Clinostomum marginatum</i>	Musculo	Generalista	Alogénica	Secundaria	10283
Haploporide	<i>Culuwiya cichlidorum</i>	Intestino	Generalista	Autogénica	Secundaria	---
Heterophyidae	Ascocotyle. sp.	Mesenterio	Generalista	Alogénica	Principal	10286
	<i>Ascocotyle macintoshi</i>	Mesenterio	Especialista	Alogénica	Principal	---
	<i>Ascocotyle diminuta</i>	Branquias	Generalista	Alogénica		10285
Gryporhynchidae	<i>Glossocercus</i> sp.	Mesenterio	Generalista	Alogénica	Secundaria	10284
Anisakidae	<i>Contracecum</i> sp.	Intestino	Generalista	Alogénica	Secundaria	---

8.2. Diagnósis diferencial de los helmintos recolectados

A. TREMATODA

Clinostomidae

1. *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) Braun, 1899

Diagnósis.

Las metacercarias colectadas en la Laguna de Mandinga, fueron encontradas en músculo y su caracterización está basada en tres ejemplares: Son organismos de cuerpo oval elongado, de 4000 - 5000 de largo y 937 - 964 de ancho máximo en la región gonadal. La ventosa oral es pequeña, mide entre 408 - 409 de longitud por 555 - 637 de ancho y está rodeada por un collar oral bien desarrollado; no se observa faringe, el esófago es muy corto y bifurcado inmediatamente al nivel de la ventosa oral; los ciegos corren lateralmente hasta rebasar los testículos; el acetábulo es más grande que la ventosa oral (755 - 819 de longitud y 764 - 828 de ancho).

Los testículos están localizados en la tercera parte del cuerpo y son triangulares; el testículo anterior mide 273 - 409 de longitud por 227 - 473 de ancho máximo, y el testículo posterior mide de 273 - 409 de longitud y 227 - 409 de ancho; el saco del cirro mide 273 - 318 de largo por 91 - 316 de ancho, respectivamente; se encuentra anterior al ovario y corre latero-dorsalmente al margen del testículo anterior, sin alcanzar el extremo posterior del testículo posterior; el poro genital abre en dirección a la línea media del cuerpo; el ovario es pequeño de 118 - 136 de largo por 45 - 182 de ancho (Fig. 4).

Discusión taxonómica.

La diferenciación entre especies del género *Clinostomum* es compleja, sobre todo entre *C. complanatum* y *C. marginatum*; recientemente estudios moleculares (Caffara et al., 2011; Sereno-Uribe et al., 2013) han revelado que *C. complanatum* se encuentra en Europa y *C. marginatum* en América, distribuyéndose ampliamente en México. Sin embargo, esta última es parecida a *C. tataxumui*, una especie endémica de México. Es por ello que algunos estudios intentan aclarar discrepancias, revelando que el género *Clinostomun* presenta una alta variabilidad morfológica (Sereno-Uribe et al., 2013). Nuestro material se identificó como *Clinostomum marginatum* por la posición del saco del cirro, que no alcanza el extremo posterior del testículo posterior, a diferencia de lo que ocurre con *C. tataxumui*, en el que el saco del cirro si se extiende más allá del borde del testículo posterior, incluso ligeramente superándolo; además, en *C. tataxumui*, el testículo anterior es más ancho que el testículo posterior y en *C. marginatum* son aproximadamente iguales (Sereno-Uribe et al., 2013).

El material de Mandinga difiere por la posición del poro genital al compararlo con *C. complanatum* el cual abre en el margen externo derecho del testículo anterior (Sereno-Uribe et al., 2013), mientras que en nuestros ejemplares lo hace en la línea media del cuerpo. Además, en esta especie el testículo anterior se encuentra completamente desplazado a la izquierda y dorsoventralmente por el útero (Sereno-Uribe et al., 2013) a la vez que en el material aquí descrito dicho testículo está comprimido lateralmente a la izquierda del saco del cirro (Fig. 4).

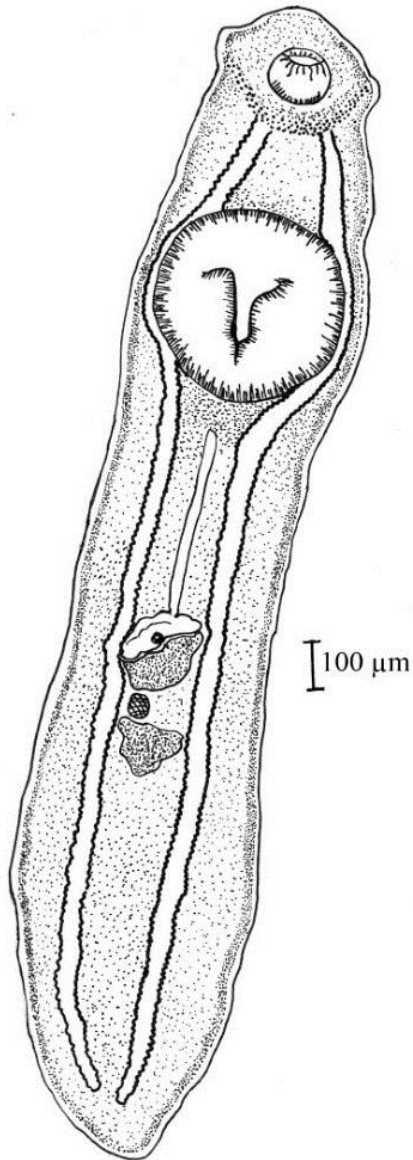


Figura 4. Esquema de una preparación total de *Clinostomum marginatum* colectado en la musculatura de *P. mexicana*, en Laguna de Mandinga, Veracruz.

Haploporidae

2. *Culuwiya* cf. *cichlidorum* Overstreet y Curran, 2005

Diagnosis.

Los trematodos adultos colectados en Laguna de Mandinga, fueron encontrados en el intestino de los peces; su caracterización está basada en dos ejemplares: cuerpo alargado y piriforme; mide 491 - 564 de largo y 227 - 309 de ancho. El tegumento se encuentra completamente espinado con numerosas espinas y presenta manchas oculares al nivel de la faringe y el acetábulo. El tamaño de la ventosa oral es de 88 -91 de largo y 71 - 91 de ancho. El acetábulo mide 97 - 104 de largo por 90 - 91 de ancho y la faringe 69 - 75 por 73 - 75, respectivamente. Los ciegos intestinales son gruesos y alcanzan el inicio del tercio posterior del cuerpo. El saco hermafrodita mide 125 - 130 de largo y 69 -91 de ancho y el ovario 93 de largo y 43 de ancho. Los huevos son operculados y grandes, miden 86 de largo y 32 - 36 de ancho. Debido a las condiciones del material teñido, no se observó el testículo (Fig. 5).

Discusión taxonómica.

Nuestros ejemplares fueron diagnosticados como miembros de la familia Haploporidae, debido a que presentan el tegumento cubierto de espinas, la ventosa oral terminal, el acetábulo ecuatorial en la parte anterior al cuerpo y los ciegos intestinales bifurcados (Overstreet & Curran, 2005). Asimismo, basados en la extensión de sus ciegos intestinales, que abarcan más allá de la tercera parte del cuerpo, en que su pre-faringe es larga y particularmente, en que no se observó miracidio en los huevos [aspecto que es diagnóstico del género *Saccoceloides* de acuerdo con Bray et al. (2005), nuestros ejemplares fueron asignados al género *Culuwiya*, cuyos

miembros son morfológicamente muy similares a las especies de *Saccocoelioides*. Inclusive, de acuerdo con Aguirre- Macedo & Scholz (2005) algunos miembros del género *Culuwiya* han sido colocados en el género *Saccocoelioides*, especialmente *C. beauforti* y *C. papernai*, descritas como *S. beauforti* y *S. papernai*. Es por ello que el material del presente estudio fue comparado con las cinco especies descritas dentro de los géneros *Saccocoelioides* y *Culuwiya* (*S. chauhani*, *S. sogandaresi*, *S. lamothei*, *C. papernai* y *C. cichlidorum* Y *C. beauforti*) registradas para Mexico (Aguirre- Macedo & Scholz 2005).

Los organismos colectados en la Laguna de Mandinga son de cuerpo piriforme, al igual que *S. chauhani*, *S. sogandaresi*, *S. lamothei*, *C. papernai* y *C. cichlidorum*, pero difieren de *C. beauforti* que tiene el cuerpo fusiforme (Overstreet, 1971).

Por otro lado, nuestros organismos son más pequeños comparados con *C. papernai*, *S. chauhani* y *S. lamothei*, aunque ligeramente más grandes comparados con *S. sogandaresi*; el tamaño que más se aproxima al de nuestros ejemplares, es el reportado para *C. cichlidorum* (Tabla 6.). Otra característica que comparten con esta última especie, es que tienen el tegumento cubierto con espinas numerosas (Aguirre-Macedo & Scholz, 2005), las cuales en *S. chauhani* y *S. sogandaresi* son más abundantes en la región anterior que en la posterior (Lamothe-Argumedo, 1974; Lumsden, 1963) y en *S. papernai* son poco numerosas y aisladas (Fernández-Bargiela, 1987).

La prefaringe y la faringe presentan variaciones morfométricas; en *S. sogandaresi*, *S. lamothei*, *S. chauhani*, *C. papernai* y *C. beauforti*, la prefaringe es más pequeña que la del material de Veracruz (ver Tabla 6) y

para el caso de *S. lamothei* y *C. papernai*, el tamaño de la faringe es mayor. Esta característica también la comparten con *C. cichlidorum*, ya que el tamaño de ambas estructuras son similares, de hecho, Aguirre-Macedo & Scholz (2005) mencionan que una prefaringe larga es una de las características que diferencia a *C. cichlidorum* de *S. songandaresi*.

En los ejemplares de Laguna de Mandinga se observan manchas oculares, que se distribuyen al nivel de la pre-faringe y faringe; este aspecto los hace diferentes de *S. lamothei* y *C. beauforti* debido que en estas especies, se encuentran dispersas solo en la región lateral de la apertura oral, hacia la región media del saco hermafrodita, anterior al acetábulo (Aguirre-Macedo & Violante-González et al., 2008; Overstreet, 1971). La distribución de las manchas oculares es otra particularidad que nuestros organismos comparten con *C. cichlidorum*, al igual que el tamaño de la ventosa oral (Aguirre-Macedo & Scholz. 2005), que en el caso de *C. beauforti*, *S. lamothei*, *S. chauhani* y *C. papernai*, es más pequeña que la de nuestros organismos, mientras que la de *S. songandaresi* es mayor (Tabla 6).

Adicionalmente, en los trematodos aquí descritos, los huevos son ligeramente más pequeños que en *S. lamothei*, *C. beauforti*, *S. chauhani* y *C. papernai* (Tabla 6), pero están en el intervalo de medidas de los de *S. songandaresi* y *C. cichlidorum*. Sin embargo, a pesar de corresponder en tamaño con los de *S. songandaresi*, se ha reportado que sus huevos contienen un miracidio oculado (Aguirre-Macedo & Violante-González et al, 2008; Lumsden, 1963).

Por otro lado, los ejemplares de Laguna de Mandinga presentan glándulas vitelógenas distribuidas por debajo del acetábulo y saco

hermafrodita, hasta la parte posterior del cuerpo, similares a las de *C. cichlidorum* pero diferente de lo observado en *S. songandarensis*, en la cual se encuentran distribuidas desde el nivel medio del acetábulo; en *C. beauforti* se localizan en la mitad de la parte anterior del acetábulo y en *S. lamothei* están distribuidas únicamente en las regiones laterales del cuerpo, posteriores al acetábulo (Aguirre-Macedo & Violante-González et al., 2008).

El saco hermafrodita de nuestro material se encuentra rodeando al acetábulo dorsalmente, al igual que en las especies comparadas. Sin embargo, es de menor tamaño comparado con el de *C. beauforti* (72 - 182 de largo a 54 - 138 de ancho) (Overstreet, 1971).

Dicho lo anterior, los ejemplares de Laguna de Mandinga comparten más características de tamaño y forma con *C. cichlidorum*. Sin embargo, la característica principal, por la cual se diferencia esta especie del resto, es que presenta una vesícula seminal externa bipartida, la cual no se observó en nuestro material. Además, los ciegos intestinales en *C. cichlidorum* llegan posteriores a la tercera parte del testículo, rasgo que no fue posible identificar, puesto que no se observó el testículo. No obstante debido a que los ciegos llegan más allá de la tercera parte del cuerpo, los huevos no contienen miracidio ni manchas oculares, y la pre-faringe es ligeramente más larga que en el resto de las especies comparadas, identificamos a nuestro material como *Culuwiya* cf. *cichlidorum*

Tabla 6. Tabla de las especies de la familia Haploporidae registradas en México.

Especie	<i>Culuwiya cf. cichlidorum</i>	<i>S. beaforti</i> (= <i>C. beaforti</i>)	<i>S. papernai</i> (<i>C. papernai</i>)	<i>S. chauhani</i>	<i>S. lamothei</i>	<i>S. sogandaresi</i>	<i>C. cf. cichlidorum</i>)
Tamaño corporal	309.4 – 227.5 de ancho y 564.2 – 491.4 de largo	458 -968 de longitud y 152 - 337 de ancho.	620-1330 de longitud por 300-520 de ancho	536-966 de largo y 289-418 de ancho.	(420-850 de largo y 240-510 de ancho	(341 – 512 de largo y 165 – 307 de ancho	470–720 de largo y 150–335 de ancho
Ventosa oral	91.14-71.61 de ancho y 88.97-91.14 de largo.	59 -109 de largo y 64 – 102 de ancho	longitud de 60-135 y de 60 y 180 de ancho	108 -112 de diámetro	Oral esférico de, 62-155 de largo y 77-127 de ancho	55 – 87 de largo y 60 -87 de ancho	67–105 de largo y 75–125 de amplio
Acetábulo	91.14 de ancho y 104.16-97.64 de largo,	63 -102 de longitud por 70 -123 de ancho.	100-130 de longitud y 60-180 de ancho.	11 y 105 de diámetro.	71-137 de largo y 82-125 de ancho	162- 105 de largo y 75 – 103 de ancho	57–120 de largo y 50–125 de ancho.
Faringe	75.95-69.44 de largo y 75.95 -	37 – 63 de largo y 37 – 65 de	100 – 120 de largo por 85-100	48 – 60 de largo por 55-	52-112 de largo y 47-97 de ancho.	De 45– 73 de largo y 37 – 70	50–82 de largo y 47–75 de ancho

	73.78 de ancho	ancho.	de ancho	0.0 de ancho		de ancho	
Prefaringe	Prefaringe de 25–60 de largo	12 – 54	17 a 30 de longitud	18 – 26 de largo a 0.022 de ancho	7-12 de largo	1 -12 de largo	36–72 de largo
Huevos	67–81 de largo y 36–47 de ancho.	De 70 – 107 de longitud a 40 - 56 de ancho	80-100 de largo por 44-55 de ancho	101 y 105 de largo y 53-63 de ancho	80-137 de longitud y 50-78 de ancho	78 – 87 largo y 37 – 55 amplio	67–81 de largo y 36–47 de ancho.
Ovario		42 - 109 de largo 33 86 de ancho	60-140 de largo 50-110 ancho	45 -82 52-75	42- 62 25-42	41-62	37–87 de largo 35–85 de ancho
Referencia	(De laguna Mandiga	Overstreet (1971)	Fernández Bargiela . (1987)	Lamothe-Argumedo (1974)	Aguirre-Macedo & Violante-González, (2008)	Lumsden,(1963)	Aguirre-Macedo & Scholz (2005)

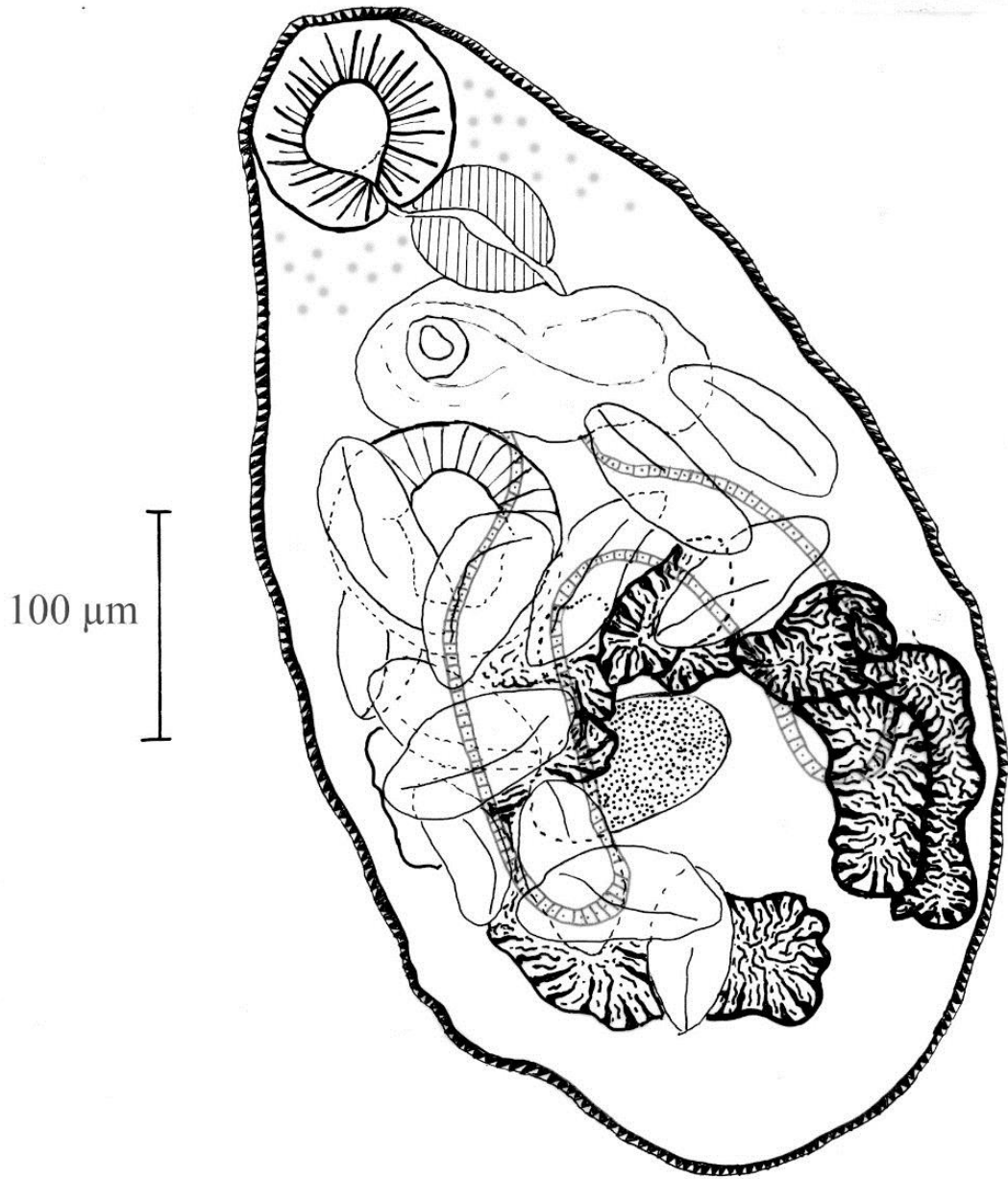


Figura 5. Esquema de una preparación total de *Culuwiya* cf. *cichlidorum* colectado en intestino de *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

3. *Ascocotyle mcintoshi* Price, 1936

Heterophyidae

Diagnosis.

La diagnosis de la metacercaria colectada en la Laguna de Mandinga está basada en 3 ejemplares; se encuentran principalmente enquistadas en mesenterio. Su quiste es esférico, muy resistente, rodeado de una capa interna hialina. El cuerpo es piriforme de 509 - 546 de largo y 318 - 364 de ancho y se encuentra completamente cubierto por espinas tegumentarias. La ventosa oral mide de 44 - 65 de largo por 40 - 54 de ancho y está rodeada por 42 espinas circumorales, con dos hileras de 21 espinas cada una; las espinas anteriores miden de 18 - 20 y 14 - 19 las espinas posteriores.

La faringe mide 32 de largo y 21 de ancho. Los ciegos intestinales corren a los lados del cuerpo hasta llegar al ovario. El acetábulo es post-ecuatorial, midiendo entre 40 - 53 (45) de largo por 43 - 50 (46) de ancho. El gonotilo mide 93 de largo y 69 de ancho máximo, y está formado por 11 cuerpos refráctiles. Los testículos son simétricos de 43 - 75 (57) de largo y 17 - 26 (22) de ancho. El ovario mide entre 54 - 58 (56) de largo y 21 de ancho (Fig. 6).

Discusión taxonómica.

Las metacercarias colectadas en la Laguna de Mandinga fueron diagnosticadas como *Ascocotyle mcintoshi*, debido al patrón de espinación (42 espinas) y al tamaño de las espinas, cuya característica permite diferenciar a las especies del género (Scholz et al., 2001). Aunque morfológicamente los ejemplares de Mandinga son muy similares a los de *Ascocotyle hadra* en el tamaño y forma del cuerpo [311 - 605 de largo

por 160 -302 de ancho según Ostrowski (1992) los registros indican que esta última se encuentra distribuida en Argentina, además de que en otros estadios (cercaría y adulto), difiere claramente de *A. mcintoshii* (Ostrowski, 1992): la característica que principalmente las distingue en etapa larvaria, es que el quiste en las metacercarias de *A. mcintoshii* presenta una pigmentación marrón, que observamos en las metacercarias de la Laguna de Mandinga, mientras que *A. hadra* no presenta esta pigmentación.

Por otro lado, aunque los ejemplares colectados en la Laguna de Mandinga, son de tamaño menor que los ejemplares de *A. mcintoshii* descritos por Scholz et al. (2001), que miden hasta 1.036 – 1.560 de largo y 416 – 556 de ancho, en otros estudios (Leigh, 1974), las medidas registradas para esta especie son más pequeñas que las descritas por Scholz et al. (2001) variando de 401 hasta 442 en la longitud y 35 a 45 en el espesor, por esta razón, incluyendo las características mencionadas, se determinó que corresponde a dicha especie.

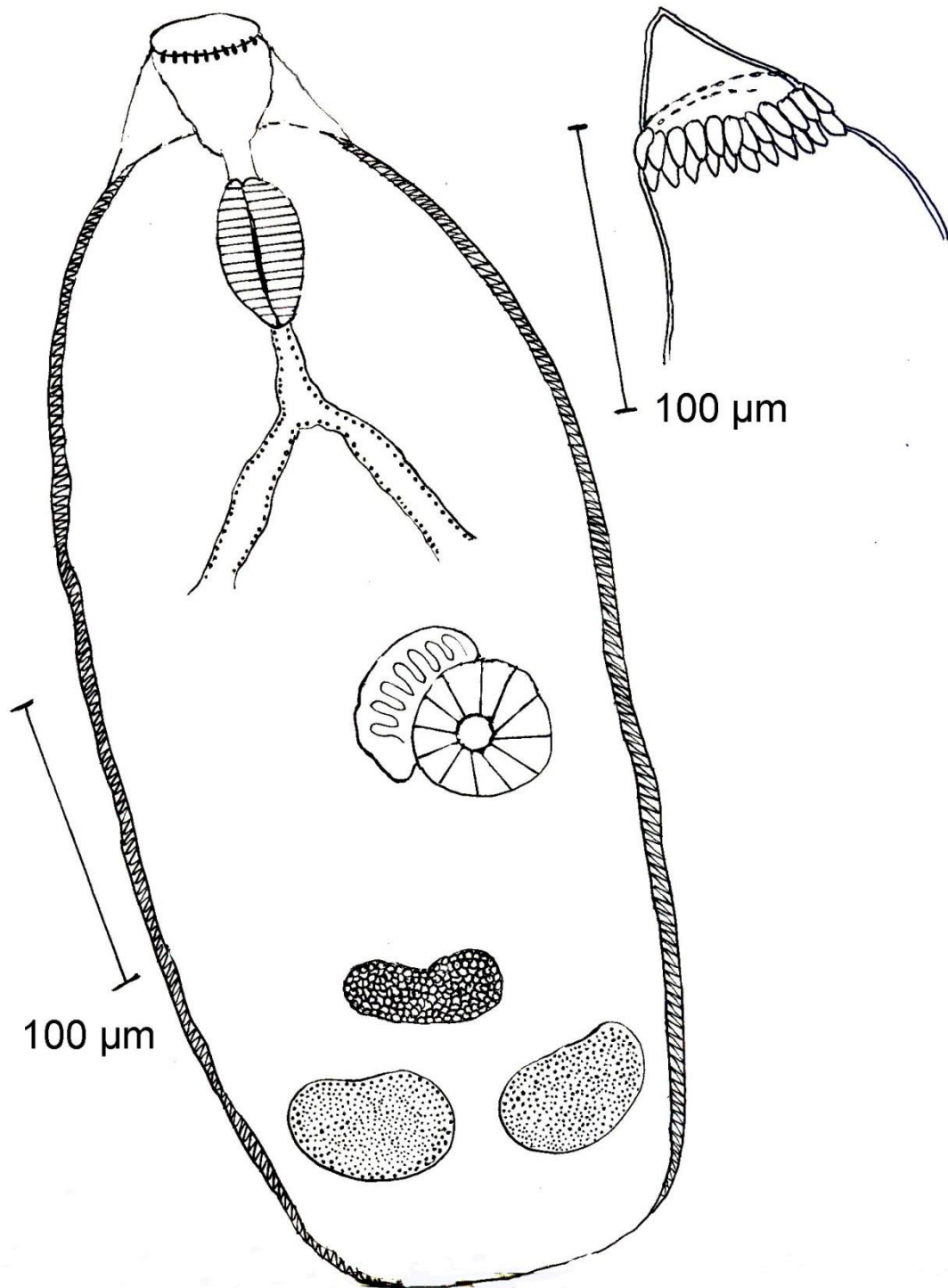


Figura 6. Esquema de una preparación total de *Ascocotyle macintoshi*, colectado en intestino de *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

4. *Ascocotyle diminuta* Stunkard y Haviland, 1924

Heterophyidae

Diagnosis.

La caracterización de las metacercarias colectadas en la Laguna de Mandinga está basada en tres ejemplares: Son organismos de cuerpo piriforme, que se encuentran enquistados en branquias, de tamaño muy pequeño (108 - 158 de largo y 45 - 78 de ancho). La ventosa oral es de aproximadamente 52 de largo y 32 de ancho, el acetábulo mide 39 - 54 de largo y 54 - 69 de ancho máximo. No es posible observar el resto de las estructuras con claridad. Presenta 18 espinas circumorales, arregladas en una hilera de 16 espinas y dos espinas adicionales; las espinas externas miden 14 - 20 de largo y las espinas adicionales 14 - 18. Carecen de gonotilo (Fig.7).

Discusión taxonómica.

Los ejemplares de la Laguna de Mandinga fueron diagnosticados como *Ascocotyle diminuta*, aunque debido a que se encontraron exclusivamente parasitando branquias, podrían ser confundidos con *Centrocestus formosanus*, otra especie de Heterophyidae que también infecta este sitio y la cual en estudios anteriores, ha sido encontrada en *P. mexicana* (ver Tabla 4). Sin embargo *C. formosanus* difiere de nuestros ejemplares por ser organismos más grandes (370 - 460 de largo y 190 - 240 de ancho) además de presentar una ventosa oral armada por 32 espinas circumorales arregladas en dos hileras de 16 cada una, a diferencia de nuestros ejemplares, cuyo patrón de espinación corresponde con *A. diminuta*, siendo esta característica diagnóstica de la especie (16 espinas circumorales y 2 accesorias laterales). Asimismo, el tamaño de las espinas

de *C. formosanus* es mucho más pequeño (las espinas internas miden de 10 - 14 de largo y las externas de 10 - 12) (Sholz et al., 2001).

Por el patrón de espinación, el tamaño de las espinas y el tamaño de los ejemplares de la Laguna de Mandinga se les diagnosticó como *A. diminuta*.

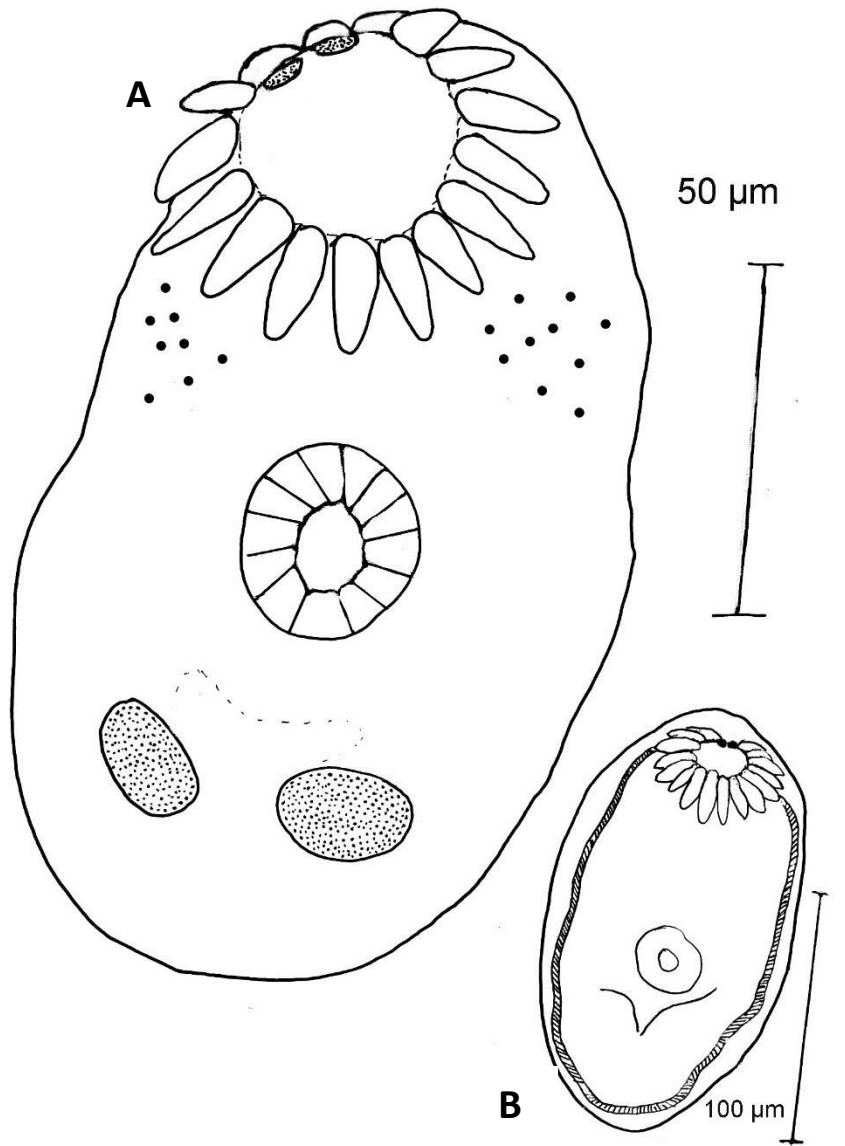


Figura 7. Esquema de una preparación total de *Ascocotyle diminuta* A) desenquistada B) enquistada, colectado en intestino de *Poecilia mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

5. *Ascocotyle* sp.

Heterophyidae

Diagnosis

Las 2 metacercarias utilizadas para caracterizar esta especie estaban infectando mesenterio; Son organismos de cuerpo piriforme de 380 - 434 de largo y 151 - 154, con tegumento espinado; presentan una ventosa oral (44 de largo y 40 de ancho) armada con 44 espinas arregladas en dos hileras, de las cuales, sólo fue posible medir las espinas externas (17 - 19 de largo). La faringe mide 64 de largo y 39 de ancho; los testículos son simétricos y ovalados, localizados en la parte posterior del cuerpo; miden 65 - 87 de largo y 76 - 97 de ancho. El acetábulo es esférico, de 54 -58 de largo y 43 - 61 de ancho; el gonotilo se encuentra a un lado del acetábulo, midiendo 65 de largo y 48 de ancho. Los ciegos corren lateralmente hasta la parte posterior del ovario. El ovario se encuentra posterior al acetábulo, midiendo 37 de largo y 54 de ancho (Fig. 8).

Discusión taxonómica.

Las metacercarias colectadas en la Laguna de Mandinga, fueron identificadas como miembros del género *Ascocotyle*, que se distingue por presentar el tegumento espinado, una ventosa oral con prolongación muscular extensible hacia la prefaringe, dos hileras de espinas (pueden tener una hilera incompleta o ausente), la posición del acetábulo con un eje dorsoventral y dos testículos opuestos (Jones et al. 2008) cuyas características son observadas en nuestros ejemplares (ver figura 1.6). Sin embargo, el patrón de espinación, sólo corresponde con el registrado para *Ascocotyle ampullacea*, especie que presenta entre 44 y 54 espinas

arregladas en dos hileras con las siguientes combinaciones: 22+22: 25+23; 25+25 y 27+27 (Scholz et al., 2001), pero las dimensiones de los ganchos de *A. ampullacea* son pequeñas comparadas con las de las metacercarias de la Laguna de Mandinga (en *A. ampullacea*, las espinas anteriores miden 10-12 y las espinas posteriores miden 9 - 11). Además, en nuestros ejemplares otras estructuras como el acetábulo, ventosa oral, testículos y lóbulo preoral son más pequeños comparadas con las de *A. ampullacea* (ver Scholz et al., 2001). Por esta razón, la identificación del material se realizó únicamente a nivel genérico.

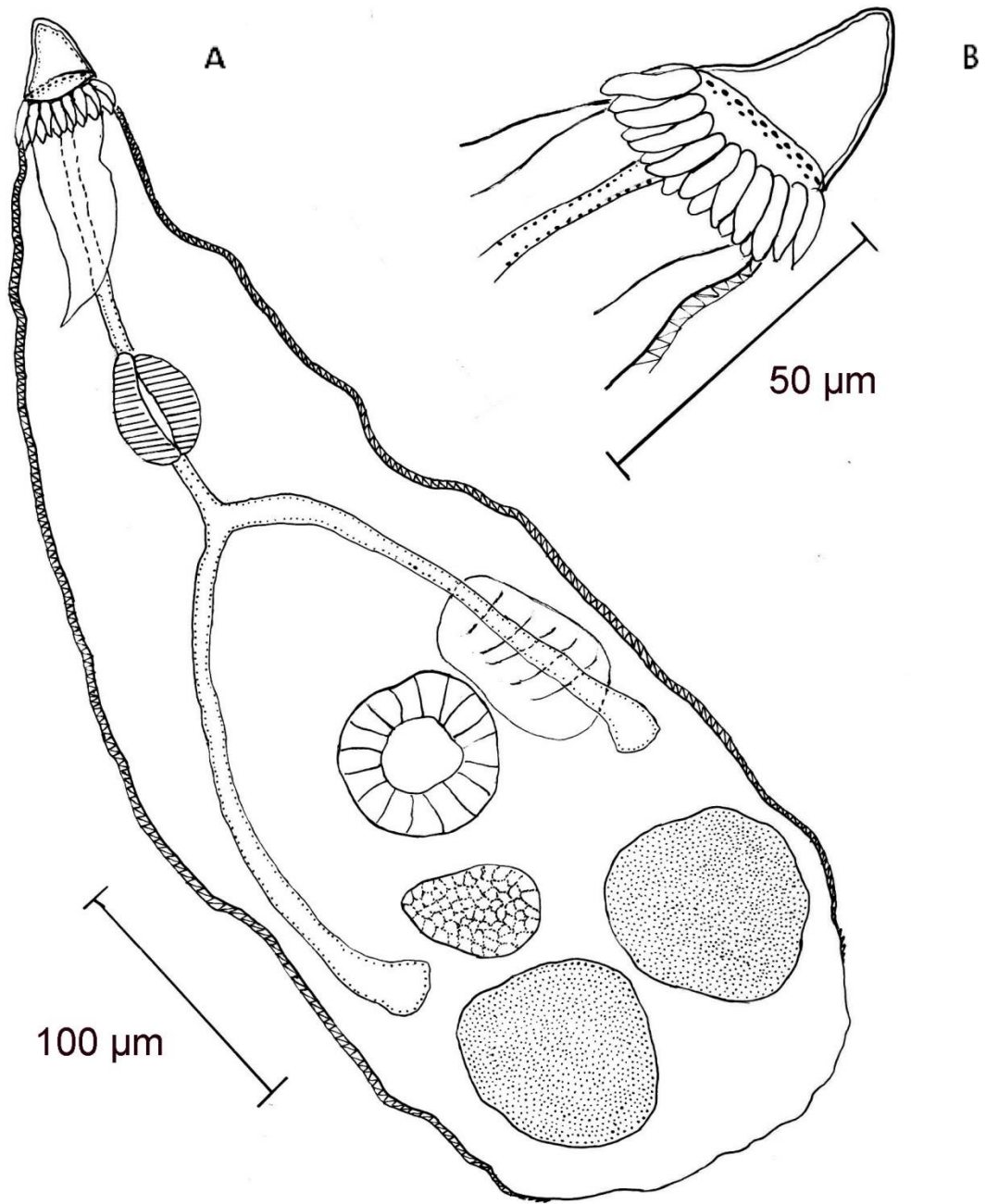


Figura 8. A) Esquema de una preparación total de *Ascocotyle* sp, y sus espinas (B) colectado en mesenterio de *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

B. CESTODA

Gryporhynchidae.

6. *Glossocercus* sp. Rudolphi, 1819

Diagnosis.

Los metacestodos colectados de la Laguna de Mandinga, se encontraron infectando mesenterio y su caracterización está basada en 6 ejemplares; son organismos de cuerpo alargado dividido en dos partes; la región anterior mide 578- 728 de largo por 214 - 235 de ancho máximo; la región posterior mide de 1683 - 3278 por 664 - 750 respectivamente. El escólex se encuentra invaginado y mide 309 – 455 de largo por 354 - 536 de ancho. Presenta cuatro ventosas ovals, casi esféricas, de 141 - 206 de largo por 130 a 184. El saco del róstelo mide de 163 - 300 de largo por 109 – 350 de ancho y se encuentra armado con 20 ganchos en dos hileras de 10 ganchos cada una, con mango, hoja y guarda. Los ganchos distales de los ejemplares colectados en Mandinga miden de 163 - 199 de largo y los ganchos proximales 113 - 151 (Fig. 9).

Discusión taxonómica.

De acuerdo con Ortega-Olivares et al. (2014) en México se distribuyen 3 especies del género *Glossocercus* (*Glossocercus auritus*, *G. cyprinodontis* y *G. caribaensis*), al que asignamos a nuestro material, basados en el número (20), tamaño y morfología de los ganchos rostelares, que son clave para la identificación de especies de metacestodos de la familia Gryporhynchidae (Scholz et al., 2004). Los ganchos se caracterizan por tener un patrón “glosocercoide” definido como ganchos con esclerotización masiva en el mango y guarda, hoja larga y fuerte, reducida hacia la punta y porque presentan dos líneas discontinuas en la estructura

esclerotizada, que separan el mango y guarda del cuerpo del gancho y de la hoja (Ortega-Olivares et al. 2013).

El tamaño de los gachos rostelares de los ejemplares de la Laguna de Mandinga corresponde con el de *G. caribaensis* y *G. cyprinodontis* (Scholz et al., 2004; Chandler, 1935) Sin embargo, ambas especies (*G. caribaensis* y *G. cyprinodontis*) se diferencian claramente por la forma de los ganchos, en particular la hoja que es mucho más curvada en *G. cyprinodontis* que en *G. caribaensis* (Scholz & Salgado-Maldonado, 2001); bajo esta diferencia, los ejemplares colectados en la Laguna de Mandinga se parecen más a *G. caribaensis*; no obstante, difieren por la forma del cuerpo de *G. caribaensis*, el cual es pequeño, sin presentar una división corporal marcada (Scholz & Salgado-Maldonado, 2001). Por otro lado, a pesar de que los organismos de Mandinga son muy parecidos en la forma del cuerpo a *G. auritus*, las medidas de los ganchos en estos son por mucho más grandes (Tabla 7).

El escólex de nuestros ejemplares es más pequeño, comparado con el de *G. auritus* y con el de *G. cyprinodontis*, aunque las ventosas son similares en tamaño a las de *G. auritus* (Tabla 7).

Glossocercus auritus se ha colectado en Poeciliidae (*P. catemacensis*, *P. mexicana*, *P. shenops*), a diferencia de *G. caribaensis* y *G. cyprinodontis*, que han sido encontrados en peces de Cyprinodontidae (*Cyprinodon variegatus*), Cichlidae (*Cichlasoma urophthalmus*) y Fundulidae (*Fundulus grandissimus*, *F. heteroclitus*, *F. persimiles*, *F. magalis*) (Scholz et al., 2004). Además, en el caso de *G. cyprinodontis*, los metacestodos no han sido encontrados en estadio larvario desde su descripción original por Chandler (1935) (ver Ortega-Olivares et al., 2008).

Debido a que los ejemplares de la Laguna de Mandinga, presentan características que comparten con las tres especies del género *Glossocercus* conocidas para México, no es posible diagnosticar a nivel de especie, por lo que su determinación se realizó exclusivamente a nivel genérico.

Tabla 7. Medidas de especies del género Gryporhynchidae de México.

Especie	<i>G. caribaensis</i>	<i>G. cyprinodontis</i>	<i>G. auritus</i>	<i>Glossocercus</i> , sp.
Excolex.	480- 610 x 408 -480	630	592- 1.060 x 560 -731	309 – 455 por 354 – 536
Ganchos distales.	189 – 211	180 – 195*	242 – 267*	163 - 199
Ganchos proximales.	124 – 146	129-141*	189 - -202*	113 - 151
Ventosas	131-176 x 106-138.	175 x 155	179- 234 x 160-192.	154 – 191
Referencia	Scholz y Salgado-Maldonado (2001)	Chandler (1935)	Scholz y Salgado-Maldonado (2001)	Presente estudio

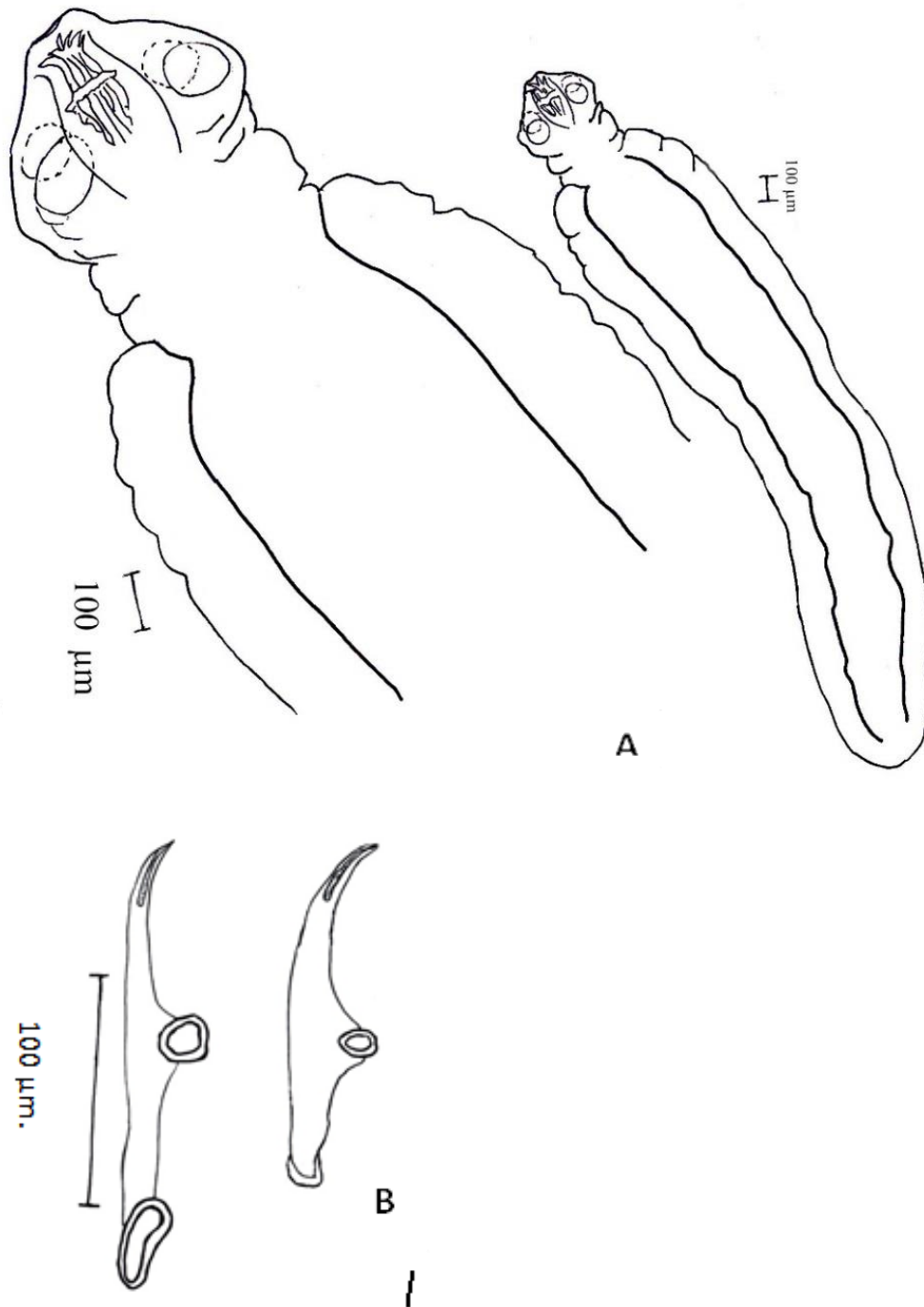


Figura 9. Esquema de una preparación total de *Glossocercus* sp, y B) forma de sus ganchos, de *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

C. NEMATODA

Anisakidae

7. *Contracecum* sp.

Los nematodos colectados en la Laguna de Mandinga, se encontraban enquistados parasitando intestino; las siguientes observaciones se basan en 1 ejemplar: organismo de cuerpo alargado color amarillento, que mide 21.1 mm de largo y 0.6 mm de ancho. En el extremo anterior se aprecian dos labios, de los que sobresale un diente ventral pequeño; el anillo nervioso mide 0.49 mm de largo y 1.0 mm de largo y dista 0.33 mm del extremo anterior. El esófago mide 0.95mm de largo por 0.09 mm. Se observa un ventrículo que mide 0.13 mm de largo y 0.15mm de ancho, con un apéndice ventricular de 0.240 por 0.5mm, respectivamente; finalmente, presentan un ciego intestinal dirigido anteriormente,.

Discusión taxonómica

Las larvas de nematodo colectadas en la Laguna de Mandinga fueron diagnosticadas como miembros de la Familia Anisakidae, con base en la morfología del esófago e intestino, que permite su diferenciación a nivel de género (Anderson, 2000). Nuestros ejemplares se ajustan al patrón morfológico de *Contracecum* debido a que presentan un tubo digestivo que contiene un ventrículo pequeño y esférico seguido de un apéndice ventricular, así como un ciego proyectado hacia la parte anterior, más grande que el apéndice ventricular (Anderson, 2000).

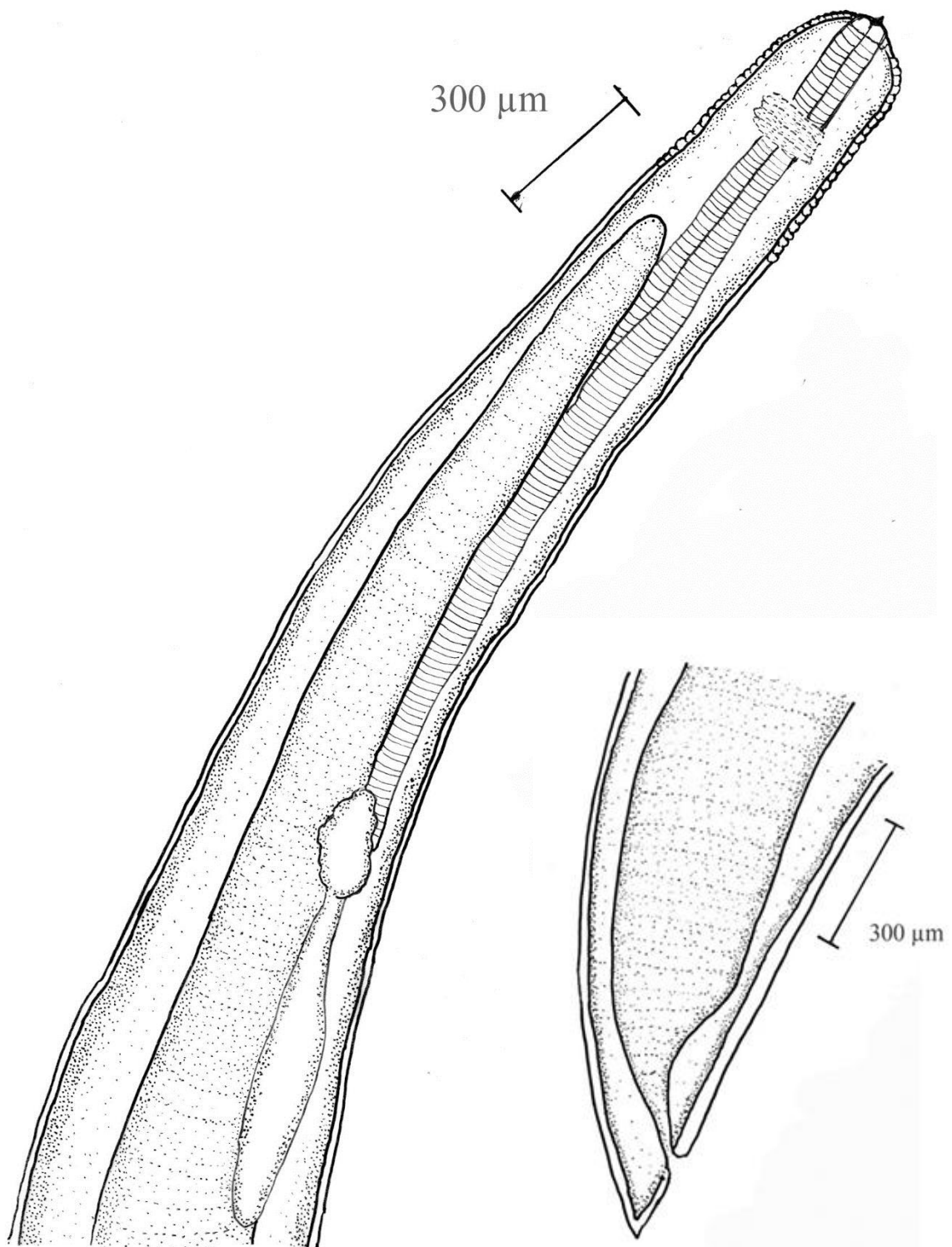


Figura 10. Esquema de una preparación de *Contracecum* sp, colectado en intestino de *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

8.3. Caracterización de las infecciones

La especie que alcanzó valores más altos de prevalencia y abundancia en *P. mexicana* de la Laguna de Mandinga fue el digeneo *Ascocotyle mcintoshi*, constituyéndose como el parásito más característico del hospedero analizado. En contraste, las demás especies no registraron valores de prevalencia mayores a 25%. Sin embargo, a pesar de que los valores de prevalencia para *Clinostomum marginatum* fueron bajos, se llegaron a encontrar infrapoblaciones de hasta 75 individuos por pez (Ver Tabla 8). La especie con valores más bajos de prevalencia y abundancia fue *Culuwiya cf. cichlidorum* (Fig. 11).

Tabla 8. Valores de atributos que caracterizan las infecciones.

Especie de parásitos	Prevalencia	Intensidad promedio	Intervalo de intensidad	Abundancia promedio
<i>Clinostomum marginatum</i>	8.88 %	30.5 ± 34.2	3 - 75	2.71 ± 12.5
<i>Culuwiya cf. cichlidorum</i>	4.44%	1 ± 0	1 - 1	0.04 ± 0.2
<i>Ascocotyle mcintoshi</i>	60 %	9.4 ± 15.5	1 - 73	5.66 ± 12.9
<i>Ascocotyle diminuta</i>	11.11%	7.8 ± 7.8	1 - 19	0.86 ± 3.4
<i>Ascocotyle sp.</i>	24.44 %	8.6 ± 5.7	1 - 20	2.11 ± 4.8
<i>Glossocercus sp.</i>	17.77%	2.7 ± 1.9	1 - 6	0.48 ± 1.3
<i>Contracecum sp.</i>	8.88 %	1.2 ± 1.8	1 - 2	0.11 ± 0.3

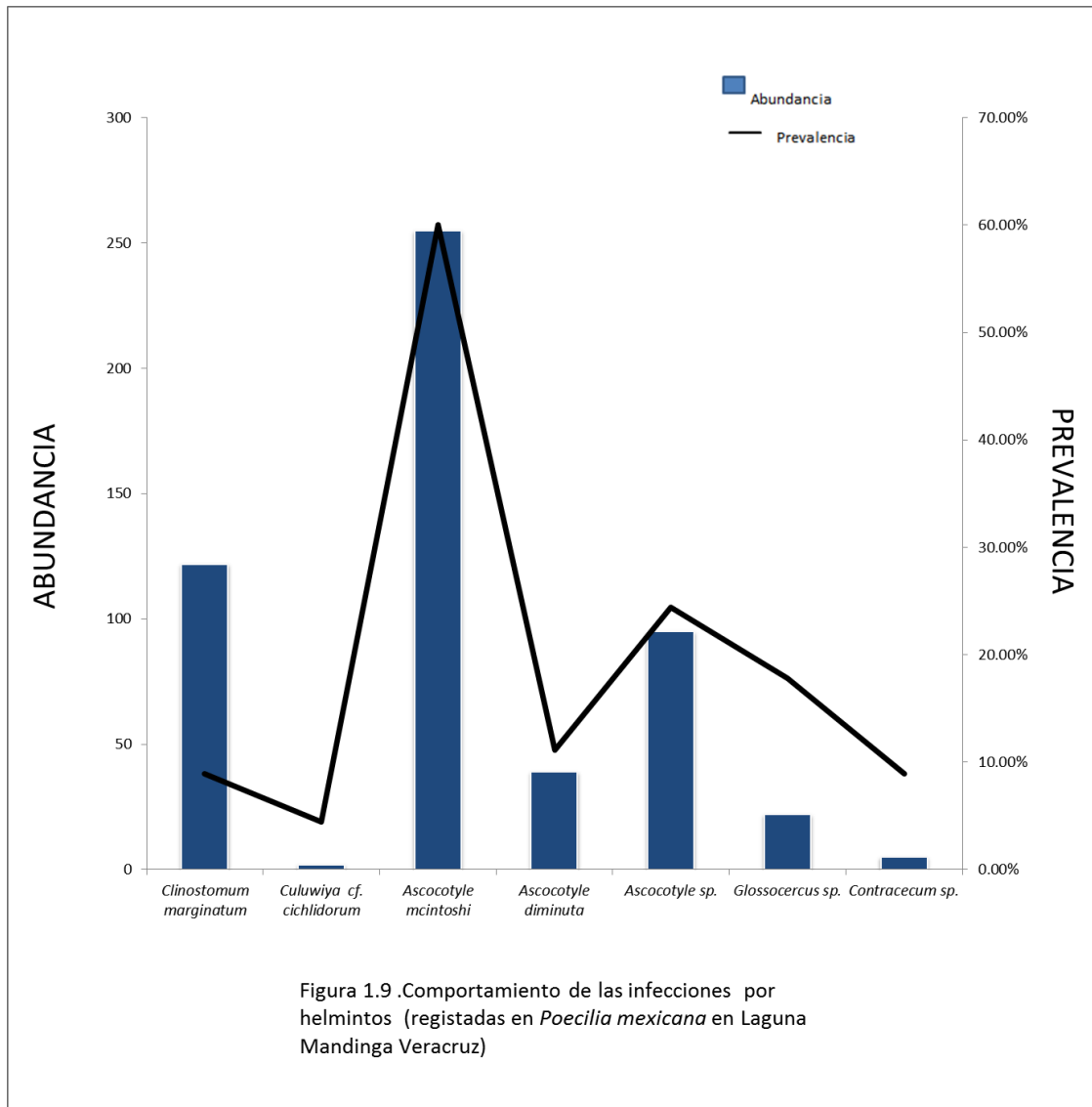


Figura 11. Comportamiento de las infecciones por helmintos registradas en *P. mexicana*, en la Laguna de Mandinga, Veracruz.

8.4. Análisis de la estructura de la comunidad

La curva de acumulación de especies refleja que el muestreo de *P. mexicana* en la Laguna de Mandinga fue representativo de la riqueza de helmintos que aloja, ya que la asíntota casi se alcanzó al revisar el total de los peces, encontrado que especies como *Culuwiya cf. cichlidorum* y *Contraecum sp.* tuvieron una aparición de tipo esporádico o accidental (en 2 y 5 peces, respectivamente) (Fig. 12).

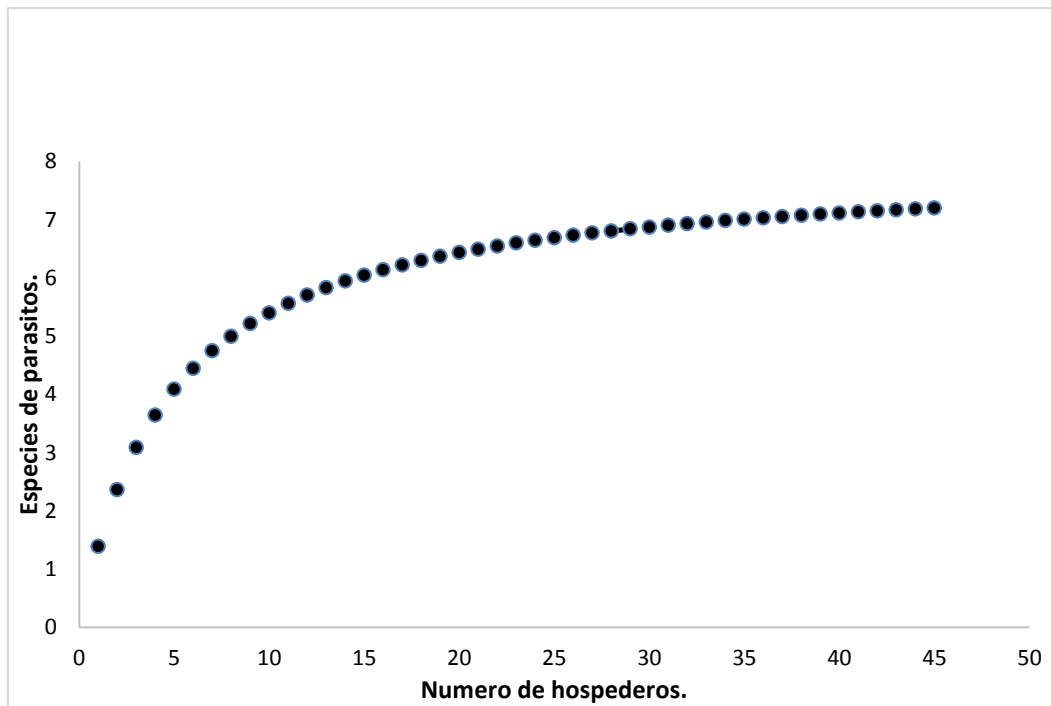


Figura 12. Curva de acumulación de especies de helmintos en peces de la Laguna de Mandinga, Veracruz.

Los reducidos valores de diversidad registrados en las infracomunidades de *P. mexicana* analizadas en la Laguna de Mandinga, son resultado de la alta dominancia ejercida por las metacercarias de *A. mcintoshii*, que incide en una baja equidad, junto con el elevado porcentaje de infracomunidades libres de infección u ocupadas por una especie de helminto (Tabla 8). Por su parte, el análisis de similitud en los niveles cualitativo y cuantitativo, revelan que tanto la composición taxonómica como la abundancia de los helmintos en las infracomunidades de este pez son altamente heterogéneas. El par de especies formado por *A. mcintoshii* y *Ascocotyle* sp., es el más común en las infracomunidades y el que mayor número de individuos aporta, por lo que la similitud cualitativa y cuantitativa son frecuentemente atribuidas a dicho par (Fig. 13).

Analizando la comunidad componente se observa que en los 45 peces revisados se encontraron 7 especies de parásitos, siendo nuevamente *A. mcintoshii* la especie que aportó casi el 50% de los individuos recolectados en la muestra de peces; por la misma razón, la equidad en esta comunidad fue baja, lo que se reflejó en los niveles reducidos de diversidad alcanzados (Tabla 9).

Tabla 9. Atributos de la infracomunidad de helmintos asociados a *P.mexicana* en la Laguna de Mandinga, Veracruz

Atributo	Valores
Riqueza	1.33 ± 1.08
Abundancia	12 ± 20.01
Diversidad	0.17 ± 0.31
Equidad	0.24 ± 0.39
Dominancia Berger Parker	0.71 ± 0.38
Especie dominante	<i>Ascocotyle mcintoshii</i>
% de infracomunidades en las que dominó	60%
% de infracomunidades con 0-1 especie	71.1%
Similitud Cualitativa	0.22 ± 0.33
Similitud cuantitativa	0.29 ± 0.40

Tabla 10. Atributos a nivel de comunidad componente.

Atributo	Valores
Riqueza	7
Abundancia	540
Diversidad	1.38
Equidad	0.70
Dominancia	0.472
Especie dominante	<i>Ascocotyle mcintoshii</i>

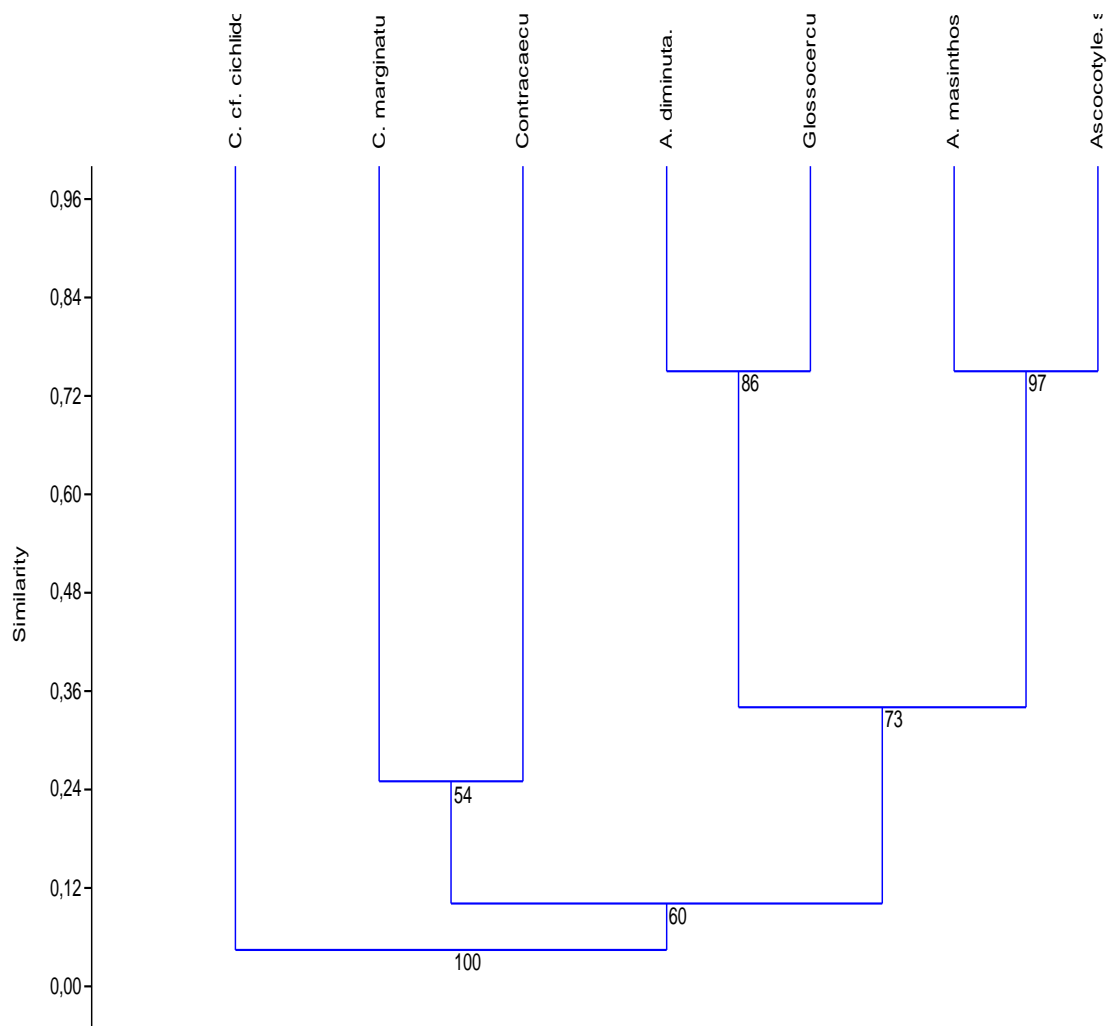


Figura 13. Dendrograma obtenido con análisis de similitud Cluster paramediante el método UPGMA.

IX. DISCUSIÓN

9.1. Registro helmintológico

Conocer el registro helmintológico de los hospederos nos permite inferir numerosos aspectos sobre la biología de éstos, puesto que se ha considerado a los parásitos como piezas clave en la regulación de las poblaciones de sus hospederos y en la estructuración de sus comunidades (Luque, 2008); incluso saber la identidad de estos organismos en algunos casos proporciona evidencia de las condiciones en un ecosistema y el grado de perturbación que pudiera presentar (Monks et al., 2013). En el presente estudio, se registraron especies de helmintos previamente reportadas para *P. mexicana* como *C. marginatum* (Pérez-Ponce de León et al., 2013), *A. mcintoshii* (Scholz et al., 2001), *A. diminuta* (Salgado-Maldonado et al., 2005) y *Ascocotyle* sp. (Pérez-Ponce de León et al., 1996) por lo que se les ratifica como parásitas de este pez (Tabla 4). Asimismo, la presencia de *Contracaecum* sp. (Salgado-Maldonado et al., 2011; Aguilar-Castellanos, 2002) y *Glossocercus* sp. (Salgado-Maldonado et al., 2011; Scholz et al., 2001; Pineda-López et al., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2005) ya había sido referida previamente en el hospedero (Tabla 4). Sin embargo, los bajos niveles con los que encontramos a estas últimas 2 especies en nuestro estudio, determinaron la naturaleza accidental de esta relación. La única especie no reportada anteriormente para *P. mexicana* fue *Culuwiya* cf. *cichlidorum*, aunque han sido registradas especies pertenecientes a *Saccocoelioides* (Salgado-Maldonado et al., 2011; Aguilar-Castellanos, 2002; Pineda-López et al., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2004; Pérez-Ponce de León et al., 2013; Salgado-Maldonado et al., 2005) género que de acuerdo con Aguirre-Macedo & Scholz (2005) pudiera contener a algunos miembros del género

Culuwiya, por lo que sería necesario precisar la identidad del material de tales registros. Por otro lado, aunque la mayoría de las especies diagnosticadas ya fueron registradas para este hospedero, en la Laguna de Mandinga no existen estudios helmintológicos, por lo que todos los registros amplían la distribución de dichas especies de helmintos a esta localidad.

Poecilia mexicana se ha registrado en el estado de Veracruz como hospedero de al menos 5 especies de monogeneos del género *Gyrodactylus* (Salgado-Maldonado et al., 2011; Rubio-Godoy et al., 2010; Pineda-López et al., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2005; García-Vásquez et al., 2015) (Tabla 4). No obstante, en este estudio no se encontraron monogeneos asociados al hospedero, posiblemente debido a que por ser organismos con ciclo de vida directo, su distribución y los niveles de infección dependen entre otros factores, de la época del año, las variaciones en la intensidad de la luz, de alteraciones mecánicas y químicas y especialmente de la temperatura del agua y la salinidad (Buchmann & Lindenstrøm, 2002; Flores & Flores, 2003). De esta forma, la salinidad probablemente está actuando como un factor limitante para la presencia de monogeneos en el pez, ya que en la Laguna de Mandinga el ambiente es salobre (Contreras, 1985), mientras que las 5 especies del género *Gyrodactylus* asociadas a este poecílido se han reportado exclusivamente en cuerpos de agua dulceacuícolas .

9.2. Caracterización de las infecciones

En este estudio tres de las especies que se diagnosticaron, pertenecen al género *Ascocotyle*, las cuales presentan los valores más altos para los atributos que caracterizan las infecciones (abundancia, intensidad

promedio y prevalencia) (Ver Tabla 8). Dichos valores podrían deberse a algunas características particulares de estas especies, que favorecen su supervivencia y capacidad de infección; se sabe que las metacercarias que pertenecen a este género llegan a ser específicas del órgano que infectan y de hecho han desarrollado estructuras que les permiten resistir condiciones del medio en que se alojan y viajar por flujo sanguíneo incluso contracorriente (Armitage et al., 1998). Cabe mencionar que entre las metacercarias que pertenecen a este género destaca *A. mcintoshi*, la cual además se clasificó como especialista de pecilidos (Tabla 5) y en comparación con el resto de las especies de helmintos registradas, exhibe los valores más altos de abundancia, intensidad promedio y prevalencia. Lo anterior puede ser reflejo de su historia evolutiva asociada al hospedero, durante la cual ha optimizado su capacidad de infección. Sin embargo, la especificidad hacia el hospedero se manifiesta mayormente para los trematodos en estado adulto, que en los estadios larvales (Poulin, 2009).

Por otro lado, el reclutamiento de los helmintos por parte de sus hospederos sigue 2 vías: penetración e ingestión. Para este estudio se identificó que *Glossocercus* sp., *Culuwiya* cf. *cichlidorum* y *Contracecum* sp., infectan a sus hospederos vía ingestión. En el caso de *C. cf. cichlidorum* no se ha descrito su ciclo de vida. No obstante, ha sido estudiado para otro haploporido (*Saccocoelioides pearsoni*), estableciendo que en la naturaleza, las metacercarias se encuentran en filamentos de algas (Martin, 1973) y en el caso de *Contracecum* sp., y *Glossocercus* sp., utilizan como primer hospedero intermediario copépodos y algunos invertebrados (Anderson, 2000; Presswell et al., 2012). Sin embargo a pesar de que *P. mexicana* se alimenta de algas y algunos invertebrados,

su principal fuente alimenticia es de detritos (Miller, 2009), lo cual podría explicar bajos valores en los atributos que caracterizan las infecciones para estas especies de helmintos, contrario a lo que se reporta para las especies del género *Ascocotyle* y *Clinostomun marginatum*. En esta última especie, a pesar de tener niveles bajos de prevalencia, sus valores de intensidad y abundancia promedio son altos (Tabla 8), posiblemente por la exposición diferencial a sus primeros hospederos intermediarios, los cuales pudieran tener una distribución en parches. Estas especies además tienen en común que sus larvas infectan por vía activa, donde las cercarías salen de los caracoles y nadan en busca de su siguiente hospedero (Klaas, 1963). Para el caso de las especies de *Ascocotyle*, las larvas ingresan a sus hospederos a través de las branquias, viajando por corrientes de agua (Armitage et al., 1998); para el caso de *C. marginatum*, éstas penetran por la piel, transformándose en metacercarias en músculo (Hunter 1934 en Klaas, 1963). Con base en lo anterior, se puede señalar que la transmisión activa está determinada por la presencia de la mayor parte de las especies de helmintos que parasitan a este pez, en comparación con la transmisión pasiva por ingestión, vía por la que ingresan 3 especies. Esta característica de la helmintofauna podría correlacionarse con la alta diversidad de moluscos reportada para la Laguna de Mandinga, donde predomina la clase Gasterópoda como parte de la epifauna (Reguero y García-Cubas, 1993).

9.3. Infracomunidades

En este estudio se identificó que tanto la riqueza como la abundancia de las infracomunidades de helmintos en *P. mexicana* fueron bajas, así como la diversidad y la equidad (Tabla 9); estos últimos valores influenciados por la elevada dominancia ejercida por *A. macintoshi* (60%). Dicha

dominancia probablemente está determinada por la conducta del pez al alimentarse, pues al buscar su alimento en el fondo del cuerpo de agua (Miller, 2009), incrementa potencialmente su contacto con los hospederos intermediarios de este digeneo (gasterópodos), los cuales tienen una gran abundancia en la zona de estudio (Reguero y García-Cubas, 1993).

Por otro lado, la baja riqueza y diversidad pueden atribuirse entre otros factores, a la tasa de alimentación de *P. mexicana*, ya que se trata de un pez de talla pequeña y de acuerdo con Poulin & Tellervo (2001) las comunidades de peces pequeños son menos ricas y diversas que las de peces más grandes, debido a que hay una correlación entre la tasa de alimentación y el tamaño del pez, que promueve la exposición a formas infectivas. Además, debido a que *P. mexicana*, se alimenta casi en su totalidad de detritos y algunas algas (Miller, 2009), su exposición a ser infectado por otras especies, que se recluten por ingestión, se ve limitada, ya que una dieta amplia podría significar la potencialidad de ingerir una amplia gama de huéspedes intermediarios y con ello de helmintos (Poulin & Tellervo 2001). Esto explica a la vez, que sólo tres de las especies que aparecieron en las infracomunidades de *P. mexicana* infecten vía ingestión y que éstos tengan valores de abundancia e intensidad promedio muy reducidos. Para corroborar la influencia de la talla y los hábitos alimenticios sobre las infracomunidades de helmintos, es necesario la realización de más estudios, ya que al analizar las infracomunidades de helmintos estudiadas en las regiones Neotropical y Neártica (Tabla 1), se observó que hay una heterogeneidad no sólo en el tamaño de los peces estudiados, el tipo de alimentación de los mismos, los ambientes donde se han analizado, las afinidades filogenéticas de los hospederos y en el

número de estudios realizados por cada región. Esto no permite obtener un patrón definido sobre la estructura y sus procesos a este nivel.

Por otro lado, al comparar nuestro trabajo con un estudio realizado por Aguilar- Aguilar (2005), donde se describen las infracomunidades de helmintos en varias especies de poecilidos muestreados en las cuencas de los ríos Papaloapan y Lerma, incluida la especie a la que pertenece nuestro hospedero, se detectó que los peces estudiados por Aguilar- Aguilar (2005) fueron más pobres, menos diversos y abundantes, comparados con los peces del presente estudio (ver Tabla 2). No obstante, también se observa que todas las especies de helmintos diagnosticadas para *P. mexicana* de la Laguna de Mandinga, fueron reportadas en varios de los peces de la familia con valores de prevalencias diferentes, pero también se detecta la presencia de otras especies de parásitos no reportados para los peces del presente estudio. Esto puede deberse entre otros factores a la dispersión de los hospederos intermediarios, que en la mayoría de los parásitos registrados, utilizan a los moluscos. Estos organismos dependen de factores como temperatura del agua, la acidez, transparencia, el oxígeno disuelto, la luz y la salinidad para su supervivencia (Solis-Weiss et al., 1991); al no cumplirse estas condiciones, posiblemente los moluscos no se encuentren en ciertos hábitats o la alteración en estos factores, puede limitar su distribución (Solis-Weiss et al., 1991) y con ello disminuir la probabilidad a que nuestros hospederos sean infectados por algunas especies de helmintos. En este caso, para la laguna de Mandinga se ha determinado que es un sitio rico y diverso en moluscos (Reguero & García-Cubas 1993), lo cual puede contribuir a que las infracomunidades presenten valores de riqueza y diversidad más elevados. Sin embargo, no se debe perder de vista que los ciclos de vida y

la ecología de los parásitos también dependen de la relación de diversos factores, algunos propios del hospedero (Monks et al., 2013) como su respuesta inmunológica, aspectos conductuales, el sexo (a través de diferencias hormonales) el tamaño corporal, la edad, etc. (Tello et al., 2008) que pueden estar también teniendo un impacto en la estructuración de las infracomunidades a pesar de que todos los hospederos pertenezcan a la misma familia (Tello et al. 2008). Asimismo también se detectó que la mayoría los parásitos encontrados en los peces analizados tanto en este estudio y de las cuencas de los ríos Papaloapan y Lerma, infectan vía activa y es posible que en la búsqueda de sus hospedero, las condiciones en los cuerpos de agua sean diferentes, pues se sabe que propiedades fisicoquímicas en los cuerpos de agua son necesarias para que los parásitos puedan desarrollarse y sobrevivir en sus formas infectantes (Martínez -Fernández., 2002).

La estructura de las infracomunidades estudiadas en el presente trabajo coincide con la descrita para peces dulceacuícolas por Kennedy (1990) ya que generalmente son pobres en especies, con una baja abundancia, baja diversidad, alta dominancia, así como una baja similitud. En nuestro estudio, de los 45 peces muestreados, más de la mitad (53.3 %) se encontraron parasitados por sólo una especie de helminto, lo que equivale a 24 peces, 8 no se encontraron parasitados y 13 presentaron más de una especie, además de que la similitud fue baja (0.22 ± 0.33 para la cualitativa y 0.29 ± 0.40 para la cuantitativa). Por otro lado, de acuerdo con el análisis cluster efectuado, se observó que las infracomunidades que comparten el par de especies formado por *Ascocotyle* sp. y *A. mcintoshi* son las más similares (Jaccard 0.72 y Bootstrap 97%), lo que sugiere que ambas especies podrían estar

utilizando a las mismas especies de caracoles como primer hospedero intermediario. La especie de helminto que aportó menos a ambos niveles de similitud fue *C. cichlidorum*, debido a que solo se encontraron infectados 2 peces por esta especie, con un individuo cada uno.

A pesar de que se detectó que más de una especie de helminto en ocasiones llega a coexistir en un mismo pez parasitando el mismo sitio (*Ascocotyle* sp. y *A. mcintoshi* en mesenterio y *Ascocotyle* sp. con *A. diminuta* en branquias), no es posible evaluar que dichos parásitos estén interactuando, debido a los bajos niveles de abundancia y riqueza. Además de que se ha sugerido que los parásitos en estadio larvario, que utilizan a los peces como hospederos intermediarios, consumen pocos recursos de sus hospederos y en su mayoría son inactivos (Poulin, 2001 b).

9.4. Comunidad Componente

A nivel de comunidad componente nuestro hospedero muestra niveles de riqueza, abundancia e intensidad, bajos. Contrario a lo que se esperaría encontrar en este pez, ya que al ser tolerante a distintas condiciones ambientales, como la salinidad (Miller, 2009) esto le permite una amplia distribución y superponerse con los rangos geográficos de varias otras especies de huéspedes, teniendo mayores posibilidades de adquirir nuevas especies de parásitos (Esch et al., 1998). Sin embargo, debido a que en este sistema lagunar la influencia marina se ve limitada por características del relieve y fluctuaciones de la marea (Reguero & García-Cubas., 1993) no hay mucha interacción con hospederos marinos. Además, al compararse las comunidades componente de nuestro pez, con otras especies de pecílidos del Río Papaloapan, Río Lerma y Río la Antigua (Tabla 3), se observa una composición común de las especies de

helmintos encontradas, lo cual sugiere que afinidades filogenéticas están influyendo en el proceso de estructuración de las comunidades de helmintos de esta familia de peces, tal como lo señaló Poulin (2009). Aunque también es posible detectar la presencia de otras especies de parásitos no reportadas en este estudio, algunas de las cuales se repiten con mayor frecuencia, como son: *Centrocestus formosanus*, monogéneos del género *Gyrodactylus*, y *Posthodiplostomum minimum*, lo cual indica que podrían existir factores que estén limitando su distribución en la localidad en estudio. Uno de los factores implicados en la ausencia de estas especies de helmintos de nuestro hospedero, podría ser la salinidad del agua, pues la Laguna de Mandinga es un ambiente de naturaleza salobre (Contreras, 1985) y los peces con los que se compara este estudio, fueron muestreados en ambientes dulceacuícolas, corroborando lo encontrado en un estudio realizado por Salgado-Maldonado & Kennedy (1997) donde se comparan las comunidades del pez *C. urophthalmus* muestreado en 5 localidades con ambientes dulceacuícolas y salobres, determinando que la salinidad puede influir en la ausencia de ciertas especies de parásitos. En dicho estudio se encontró que las comunidades de helmintos en ambientes salinos resultan ser más pobres y poco diversas que las de ambientes de agua dulce, lo cual es contrario a lo observado en este trabajo, ya que los pecílidos muestreados en la cuenca de los Ríos Papaloapan y Lerma son en su mayoría más pobres, menos diversos y con abundancias inferiores a los valores reportados para peces de Laguna Mandinga, exceptuando a *P. mexicana* muestreada en los Tuxtlas (Tabla 3). Esto puede deberse a las condiciones ambientales propias de cada sitio muestreado, pues algunas zonas del Río Papaloapan difieren en las características fisicoquímicas del agua asociadas con las

diferentes vertientes de la cuenca, además de que algunos de estos sitios, tienen un alto nivel de deterioro y están fuertemente contaminados (Vázquez et al., 2004) e incluso, se sabe que la ausencia de ciertos helmintos o la presencia de otros pueden ser indicadores del estrés en los hospederos, lo que a menudo refleja las alteraciones ambientales, producto de perturbaciones en el ecosistema (Monks et al., 2013).

Por otro lado, también es posible observar que *P. minimum* domina en casi todas las comunidades componente de los pecílicos analizados en Papaloapan, Lerma y la Antigua (Aguilar- Aguilar., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2014) y esta especie no fue registrada para *P. mexicana* de la Laguna de Mandinga, además de que la especie dominante para nuestro pez fue *A. macintoshi*, el cual se encuentra únicamente formando parte de dos comunidades componentes en dos pecílicos de los Tuxtlas, uno de ellos de la misma especie que nuestro hospedero. Esta dominancia diferencial podría deberse a la distribución de ciertas especies de hospederos intermediarios, pues ambas especies de digeneos (*A. macintoshi* y *P. minimum*) tienen fases de vida libre en su ciclo, las cuales emergen de los caracoles que actúan como hospederos intermediarios (Armitage, 1998; Pérez-Ponce de León, 1992). Particularmente para *P. minimum* se ha estudiado que infecta moluscos de los géneros *Physa* como hospederos habituales y de la familia Ancyliidae como posibles hospederos intermediarios del diplostomido (Pérez- Ponce de León, 1992); ambos grupos de hospederos moluscos son considerados de ambientes dulceacuícolas (Naranjo, 2003) por esto, es posible que no toleren las condiciones salinas de la Laguna de Mandinga, lo cual explique la ausencia de esta especie de helminto en nuestros peces, además de que los

pecílidos con los que se compara fueron muestreados en ambientes dulceacuícolas.

Otro factor que también podría estar jugando un papel importante en este estudio, es la dieta de los peces analizados en las diferentes cuencas, ya que a pesar de que la mayoría de los parásitos en los pecílidos estudiados, no infecten por ingestión, algunas especies de peces como *Heterandria bimaculata* de Rio la Antigua (Salgado- Maldonado et al., 2014) al tener una alimentación carnívora y amplia, están parasitados en su mayoría por nematodos intestinales que tienen como hospederos intermediarios a artrópodos y moluscos que comprenden su dieta (Trujillo- Jiménez & Toledo., 2007). Además, la mayoría de las especies están ausentes o son poco compartidas entre pecílidos de las cuencas de los Ríos Papaloapan, Lerma y la Laguna de Mandinga, e incluso la mayoría de estas especies de parásitos son autogénicas especialistas. Sin embargo, estas diferencias en la composición helmintológica posiblemente sean también producto de la distancia filogenética entre los hospederos de la familia, pues de acuerdo con Poulin (2009), cuando se incrementan las distancias filogenéticas, la similitud en composición de parásitos decrementa exponencialmente.

Otro aspecto que juega un papel importante en las diferencias en las comunidades componentes de helmintos en peces que pertenecen a una misma familia, es la distancia entre los sitios muestreados (Poulin & Morand, 1999). Este factor puede explicar porque algunos pecílidos muestreados en el Río Papaloapan a pesar de ser diferentes en diversidad, abundancia y riqueza, llegan a compartir más especies de parásitos con los peces de la Laguna de Mandinga, que aquellos muestreados en la cuenca del Rio Lerma, situada en la región Neártica de México. Algunas de estas especies compartidas son *Contracecum* sp.,

Glossocercus sp., especies del género *Ascocotyle* (las cuales no fueron registradas en ninguno de los poecilidos del Rio Lerma) así como *Saccocoeloides* sp. y *C. complanatum*, las cuales a pesar de no estar registradas en este estudio como tales, sus familias si están representadas por *Culuwiya* cf. *cichlidorum* y por *C. marginatum*. No obstante, también debe tomarse en cuenta la distribución de algunas aves acuáticas ictiófagas que pueden estar funcionando como hospederos definitivos de varios de estos parásitos, contribuyendo a su dispersión (Violante-González et al., 2015).

La estructura de las comunidades componente de helmintos estudiados en el presente trabajo se consideran de composición estocástica, la cual coincide con la descrita para peces dulceacuícolas por Kennedy (1990) debido a que son pobres en especies, con una baja abundancia, baja diversidad, alta dominancia, así como una baja similitud.

X. CONCLUSIONES

- Este trabajo representa el primero registro helmintológico para la Laguna de Mandinga, Veracruz, además de un nuevo registro de una especie de haploporido (*Culuwiya* cf. *cichlidorum*) para *P. mexicana*.
- La comunidad de helmintos presenta una riqueza y diversidad cuyo patrón coincide con el descrito por Kennedy (1990), al ser pobre en número de especies y de baja diversidad. Asimismo este patrón se observa en otras comunidades de helmintos en pecílidos.
- La infección por transmisión activa por penetración predomina sobre la transmisión por ingestión, debido a que ésta es la ruta de

transmisión común entre las especies principales, que deriva en altos valores numéricos de éstas.

- Los hábitos alimenticios del hospedero influyen en los bajos niveles de infección de las especies secundarias.
- La dispersión de los hospederos intermediarios explica la heterogeneidad en las Infracomunidades.
- Las diferencias entre las comunidades componente de poeciilidos pueden estar influidos factores ambientales de los sitios muestreados.
- La riqueza y diversidad de esta comunidad es comparable con la de otros estudios realizados tanto en latitudes Neárticas como Neotropicales, en las que se ha encontrado una gran variación en los atributos que las describen.

XI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Aguilar, R. (2005). Comparación de la helmintofauna de peces de un sistema del altiplano mexicano (Cuenca del Lerma-Santiago) con la de regiones neotropicales (Cuenca del Papaloapan). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 284 pp.
- Aguilar-Aguilar, R., Contreras, M., Martínez, R., Salgado-Maldonado, G. & González, Z. A. (2005). Aplicación del análisis de parsimonia de endemismos (PAE) en los sistemas hidrológicos de México: Un ejemplo con helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. 227-239 pp. In: Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Llorente B. J. & Morrone, J. (Eds). Comisión Nacional para el

conocimiento y uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Aguilar-Aguilar, R., Rosas-Valdez, R., Martínez-Aquino, A., Pérez-Rodríguez, R., Domínguez-Domínguez, O. & Pérez-Ponce De León, G. (2010). Helminth fauna of two cyprinid fish (*Campostoma ornatum* and *Codoma ornata*) from the upper Piaxtla River, Northwestern Mexico. *Helminthologia*, **47**: 251-256.
- Aguilar-Aguilar, R., Lagunas-Calvo, O. & Pérez-Ponce de León, G. (2015). Helminth Communities of *Cyprinodon atrorus* in the Natural Protected Area of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Northern Mexico. *Western North American Naturalist*, **75**: 226-231.
- Aguilar-Castellanos, E. (2002). Inventario de helmintos parásitos de peces de la cuenca del Río Pánuco y parte del Lerma-Santiago. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 53 pp.
- Aguirre-Macedo, L. M & Scholz, T. (2005). *Culuwiya cichlidorum*. sp. (Digenea: Haploporidae) from the black-belt cichlid *Vieja maculicauda* (Pisces: Cichlidae) from Nicaragua. *Journal of Parasitology*, **91**: 1379-1384.
- Aguirre-Macedo, M.L & Violante-González, J. (2008). *Saccocoelioides lamothei* n. sp. from *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae) from coastal lagoons of Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **79**: 33S- 40S.
- Anderson, R. C. (2000). *Nematode Parasites of Vertebrates; Their Development and Transmission* 2nd Edition. CAB International, (Eds). London, United Kingdom. 670 pp.

- Armitage, M. H. (1998). Complex Life Cycles in Heterophyid Trematodes: Structural and Developmental Design in the *Ascocotyle complex* of species. Fourth International Conference on Creationism, Pittsburgh, PA, Aug. 3-8. In: Creation Science Fellowship.
- Bray, A., Gibson, D. I & Jones, A. (2008). Keys to the Trematoda Vol 3. CAB International and Natural History Museum, (Eds). London, United Kingdom. 848 pp.
- Buchmann, K. & Lindenstrøm, T. (2002). Interactions between monogenean parasites and their fish hosts International Journal for Parasitology, **32**: 309-319.
- Bush, O. A., Aho, M. J. & Kennedy, C. R. (1990). Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. Evolutionary Ecology, **4**: 1-20.
- Bush, O. A., Lafferty, D. K., Lotz M. J. & Shostakll, W. A. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al., revisited. Journal of Parasitology, **83**: 575-583.
- Bush, O.A., Fernandez, J.C., Esch, G.W. & Seed J.R. (2001) Parasitism The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press. United Kigdom. 531 pp.
- Cabrera-Peñal J. & Galeano M.G. (1997). Reproducción y alimentación del gaspar *Atractosteus tropicus* (Pisces: Lepisosteidae) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, **45**: 861-866.
- Caffara, M., Locke, S. A., Gustinelli, A., Marcogliese, D.J. & Fioravanti, M.L. (2011). Morphological and molecular differentiation

- of *Clinostomum complanatum* and *Clinostomum marginatum* (Digenea: Clinostomidae) metacercariae and adults. *Journal Parasitol*, **97**: 884-891.
- Chandler, A. C. (1935). Parasites of fishes in Galveston Bay. *Proceedings of the United States National Museum*, **83**: 123-157.
 - Choudhury, A. & Dick, T. A. (2000). Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *Journal of Biogeography*, **27**: 935-956.
 - Colwell, R. K. (2000). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide). Versión 6.0.
 - Contreras, F. (1985). Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca. Ciudad de México. 253 pp.
 - Cruz-Reyes, A. & Camargo-Camargo, B. (2000). Glosario de términos en Parasitología y Ciencias Afines. Instituto de Biología, Programa Universitario de Investigación en Salud, y Plaza Valdés (Eds). Ciudad de México, México. 347 pp.
 - Esch, G. W., Kennedy, C. R., Bush, A. O. & Aho, J. M. (1998). Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, **96**: 519-532
 - Espinoza-Huerta, E., García, P.L. & Pérez-Ponce De León, G. (1996). Helminth community structure of *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Aterinidae) in two Mexican lakes. *Southwestern Naturalist*, **41**: 288-292.
 - Fernandez Bargiela, J. (1987). Los parásitos de la lisa *Mugil cephalus* L., En Chile: Sistemática y aspectos poblacionales (Perciformes: Mugilidae). *Gayana Zoologia*, **51**: 1-4.

- Flores C, J. y Flores C.R. (2003) Monogeneos, parásitos de peces en México. Estudio recapitulativo. *Técnica Pecuaria Mexicana*, **41**: 175-192.
- García-Prieto, L., García-Varela M. & Mendoza-Garfias B. (2014a). Biodiversidad de Acanthocephala en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplementos*, **85**: S177-S182.
- García-Prieto, L., Mendoza-Garfias, B. & Pérez-Ponce de León, G. (2014b). Biodiversity of parasitic Platyhelminthes in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplementos*, **85**: S164-S170.
- García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D. & Lamothe-Argumedo, M.R. (2014c). Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplementos*. **85**: S171-S176, 2
- García-Vásquez A., Razo-Mendivil U. & Rubio-Godoy M. (2015). Morphological and molecular description of eight new species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (Platyhelminthes: Monogenea) from poeciliid fishes, collected in their natural. Distribution range in the Gulf of Mexico slope, Mexico. *Parasitol Research*, **114**: 3337–3355
- Hammer, O., Harper, D. A & Ryan P.D. (2013) PAST (PAleontological STatistics). Version 3.14.
- Holmes, J. C. & Price, P.W. (1986). *Communities of parasites*. 187-213 pp. In: *Community ecology: patterns and processes*. Anderson, D. J. & Kikkawa, J. (Eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford. Inglaterra. United Kingdom.

- Jiménez-Valverde, A. & Joaquín-Hortal. (2003). Curvas de Acumulación de Especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, **8**: 31-XI.
- Jones, A., Bray, R.A. & Gibson, D. I. (2005). Keys to the Trematoda Vol 2. CAB International and Natural History Museum, (Eds). London, United Kingdom. 768 pp.
- Kennedy, C. R., Bush, A.O. & Aho, J.M. (1986). Patterns in helminth communities: why are birds and fish so different? *Parasitology*, **93**: 205-215.
- Kennedy, C. R. (1990). Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? 131-156 pp. In: *Parasite Communities: Patterns and Process*, Esch, G. W., Bush, A. O. & Aho, J. M. Chapman & Hall (Eds). London. United Kingdom.
- Kennedy, C. R., Di-Cave D., Berrille F. & Orecchi P. (1997). Composition and structure of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* from Italian coastal lagoons. *Journal of Helminthology*, **71**: 35-40.
- Klaas, E. (1963). Ecology of the trematode, *Clinostomum marginatum*, and its hosts in eastern Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Sciences*, **66**: 519-538.
- Lamothe-Argumedo, R. (1974). Estudio Helmintológico de los animals silvestres de la estación de biología tropical “Los Tuxtles”, Veracruz, Trematoda I. Una especie nueva de Saccocoelioides Szidat, 1954, parasita de *Astyanax Fasciatus Aeneus*, Günther. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología, **45**: 39-40.

- Lamothe-Argumedo, R. (1997). Manual de Técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. A.G.T. (Eds). Ciudad de México. México, 43 pp.
- Lara, D. A., López, P. R., Martínez, G.A. & y Vázquez, L. (2009). Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Leigh, H.W. (1974). Life History of *Ascocotyle mcintoshi* Price, 1936 (Trematoda: Heterophyidae). *Journal of Parasitology*, **60**: 768-772.
- Lumsden, R.D. (1963). *Saccocoelioides sogandaresi* sp. n., a New Haploporid Trematode from the Sailfin Molly *Mollienisia latipinna* Le Sueur in Texas. *Journal of Parasitology*, **49**: 281-284.
- Luque, J. L. (2008). Parasites: ¿A hidden component of the Biodiversity?. *Biologist (Lima)*, **6**: 5-7
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing Oxford, (Eds) Inglaterra, United Kingdom. 256 pp.
- Martin, W. E. (1973). Life History of *Saccocoelioides pearsoni* n. sp. and the Description of *Lecithobotrys sprentin*. sp. (Trematoda: Haploporidae). *Transactions of the American Microscopical Society*. **92 (1)**: 80-95
- Martínez-Aquino, A., Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R., Cabañas-Carranza, G. & Ortega-Olivares, M. P. (2004). Helminth parasites of *Chapalichthys encaustus* (Pisces: Goodeidae), an endemic freshwater fish from Lake Chapala, Jalisco, Mexico. *Journal of Parasitology*, **90**: 889-890.
- Martínez-Aquino, A., Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R., Cabañas-Carranza, G. & Mendoza-Palmero C. (2007). Helminth parasite communities of *Characodon audax* and *C. lateralis* (pisces:

- goodeidae), endemic freshwater fishes from Durango, Mexico. *Southwestern Naturalist*, **52**: 125-129.
- Martínez-Aquino, A. & Aguilar-Aguilar, R. (2008). Helminth parasites of the pupfish *Cyprinodon meeki* (Pisces: Cyprinodontiformes), an endemic freshwater fish from North-Central Mexico. *Helminthologia*, **45**: 48-51.
 - Martínez-Aquino, A., Aguilar-Aguilar, R., Pérez-Rodríguez, R. & Pérez-Ponce de León, G. (2009). Helminth Parasites of *Xenotaenia resolanae* (Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Goodeidae) From the Cuzalapa Hydrological System, Jalisco, Mexico. *Journal of Parasitology*, **95**: 1221-1223.
 - Martínez-Ramírez, E. (2002). Ficha técnica de *Cichlasoma urophthalmus*. Propuesta de categorías de riesgo para la ictiofauna dulceacuícola de Oaxaca. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W021. México.
 - Miller, R. R. (2009). Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Eds). Ciudad de México, México. 262-263 pp.
 - Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C. E, Alemán-García, B., Falcón-Ordaz, J. & Gaytán-Oyarzún, J. C. (2013). El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. 22-35 pp. In: Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas Vol 1. Pulido-Flores, G. & Monks, S. (Eds). Zea Books. Lincoln, Nebraska, United State.

- Naranjo-García, E. (2003) Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical* 51. Suplementos **3**: 495-505.
- Núñez-Colín, C.A. & Escobedo-López, D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, **22**: 415-427.
- Ortega-Olivares M. P., Rosas-Valdez R. & García-Varela M. (2013). First description of adults of the type species of the genus *Glossocercus Chandler*, 1935 (Cestoda: Gryporhynchidae). *Folia Parasitologica*, **60**: 35–42.
- Ortega-Olivares M.P., García-Prieto L., García-Varela, M. (2014). Gryporhynchidae (Cestoda: Cyclophyllidea) in Mexico: species list, hosts, distribution and new records. *Zootaxa*, **12**:101-25.
- Ortega-Olivares, M. P., Barrera-Guzmán, A. O., Haasova, I., Salgado-Maldonado, G., Guillen Hernandez, S. & Scholz, T. (2008). Tapeworms (Cestoda: Gryporhynchidae) of Fish-Eating Birds (Ciconiiformes) from Mexico: New Host and Geographical Records. *Comparative Parasitology*, **75**:182-195.
- Ostrowski, N. M. (1992). Life History Studies of Heterophyid Trematodes Region: Ascocotyle (*Leighia*) *Hadra*. *Mem. Ist*, **87**: 539-543.
- Overstreet, R.M. (1971). Some Adult Digenetic Trematodes in Striped Mullet from the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Parasitology*, **57**: 967-974.
- Overstreet, R. M., & Curran, S. S. (2005). Family Haploporidae Nicoll, 1914. In *Keys to the Trematoda Vol 2*. Jones, A., Bray, R.A. & Gibson,

- D. I. CAB International and Natural History Museum, (Eds). London, United Kingdom. 848 pp.
- Pérez-Ponce de León G. (1992) Sistemática del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la Postodiplostomiasis en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 181 pp.
 - Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia & V. León-Regagnon. (1996). VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México; Listados Faunísticos de México Primera Edición. México D.F .Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología.
 - Pérez-Ponce de León, G., García, P. L., León, R. V. & Choudhury, A. (2000). Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Fish Biology*, **57**: 303–325.
 - Pérez-Ponce de León, G. & García, P. L. (2001). Diversidad de Helmintos parásitos de Vertebrados Silvestres de México. *Biodiversitas*, **37**: 7-11.
 - Pérez-Ponce de León, G. Mendoza-Garfias, B., Rosas-Valdez, R. & Choudhury, A. (2013). New host and locality records of freshwater fish helminth parasites in river basins north of the Transmexican Volcanic Belt: another look at biogeographical patterns. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **84**: 556-562.

- Pinacho-Pinacho, C. D., Pérez-Ruiz, M.A., Sereno-Uribe A. García-Varela, M. & Martínez-Ramírez, E. (2014). Richness and similarity of helminth communities of the freshwater fish *Profundulus punctatus* (Pisces: Cyprinodontidae) from Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**: 1129-1138
- Pineda-López, R., Salgado-Maldonado, G., Soto-Galera, E., Hernández-Camacho, N., Orozco-Zamorano, A., Contreras-Robledo, S., Cabañas-Carranza, G. & Aguilar-Aguilar, R. (2005). Viviparous Fishes in Mexico. 437-456 pp. In: Harry J. Grier and Mari Carmen Uribe (Eds). *Viviparous Fishes* New Life Publications. Homestead, Florida.
- Plath, M. & M. Tobler (2010): Subterranean fishes of Mexico (*Poecilia mexicana*, Poeciliidae). 283-332 pp. In: *The biology of subterranean fishes*. E. Trajano, M. E. Bichuette & B. G. Kapoor (Eds). Science Publishers Enfield, Nuevo Hampshire, United States.
- Poulin, R. & Morand S. (1999) Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology* **119**: 369-374.
- Poulin, R. & Tellervo V .E. (2001). Nested assemblages resulting from host size variation: the case of endoparasite communities in fish hosts. *International Journal for Parasitology*, **31**: 1194±1204
- Poulin, R. (2001 a). Interactions between species and the structure of helminth communities. *Parasitology*, **122**: S3-S11.
- Poulin, R. (2001 b). Another look at the richness of helminth communities in tropical freshwater. *Journal of Biogeography*, **28**: 737-743.

- Poulin, R. (2009). Decay of similarity with host phylogenetic distance in parasite faunas. *Parasitology*, **137**: 733–741.
- Poulin, R. (2013). Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. *Parasitology*, **140**: 541–546.
- Preswell B. Poulin R. & Randhawa, H.S. (2012). First report of gryporhynchid tapeworm (Cestoda: Cyclophyllidea) from New Zealand and from an eleotrid fish, described from metacestodes and in vitro-grown worms. *Journal of Helminthology* **86**: 453-464.
- Reguero, M. & Garcia –Cubas, A. (1993). Moluscos de complejo lagunar Larga-Redonda Mandinga, Veracruz, Mexico: Sistemática y Ecología. *Hidrobiologica* **3**: 1-2.
- Rojas, E. P., Pérez-Ponce de León, G. & García, P. L. (1997). Helminth community structure of some freshwater fishes from Pátzcuaro, Michoacán, México. *Tropical Ecology*, **38**: 129-131.
- Rubio-Godoy, M., G. Paladini, A. García-Vásquez & A. P. Shinn. (2010) *Gyrodactylus jarocho* sp. nov. and *Gyrodactylus xalapensis* sp. nov. (Platyhelminthes: Monogenea) from Mexican poeciliids (Teleostei: Cyprinodontiformes), with comments on the known gyrodactylid fauna infecting poeciliid fish. *Zootaxa*, **2509**: 1-29
- Salgado-Maldonado, G. & Kennedy, C. R. (1997). Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, México. *Parasitology*, **112**: 581-590.
- Salgado-Maldonado, G., Frantisek Moravec., Cabañas-Carranza, G. Aguilar-Aguilar, R., Sánchez-Nava, P., Báez-Valé, R. & Scholz, T. (2004). Helminth parasites of the tropical gar, *Atractosteus tropicus* Gill, from Tabasco, Mexico. *Journal of Parasitology*, **90**: 260-265.

- Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R. Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E. & Mendoza-Palmero, C. (2005). Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. *Parasitol Research*, **96**: 69–89.
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., František Moravec., Soto-Galera, E., Rodiles-Hernández, R., Cabañas-Carranza, G. & Montoya-Mendoza, J. (2011). Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitol Resereach*, **108**: 1–59.
- Salgado-Maldonado, G., Novelo-Turcotte, M.T., Vazquez, G., Gaspeta-Mandujano, J. M., Quiroz-Martínez, B. & Favila, M. (2014). The communities of helminth parasites of *Heterandria bimaculata* (Teleostei: Poeciliidae) from the upper Rio La Antigua basin, east-central Mexico show a predictable structure. *Parasitology*, **141**: 970-980.
- Scholz, T. & Salgado-Maldonado, G. (2001). Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidea) parasitising fishes in Mexico. *Systematic Parasitology* **49**: 23–40.
- Scholz, T., Bray, R.A., Kuchta, R. & Repová, R. (2004). Larvae of gryporhynchid cestodes (Cyclophyllidea) from fish: a review. *Folia parasitological*, **51**: 131–152.2004
- Sereno-Uribe, A.L., Pinacho-Pinacho, C.D., García-Varela, M. & Pérez-Ponce de León, G. (2013). Using mitochondrial and ribosomal DNA sequences to test the taxonomic validity of *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 in fish-eating birds and freshwater fishes in Mexico, with the description of a new species. *Parasitol Research*, **112**: 2855–2870.

- Solis-Weiss, V., Cruz-Abrego, F.M. & Flores-Andolais, F. (1991). Distribución de moluscos y caracterización ambiental en zonas de descarga de aguas continentales del golfo de México. Instituto de Ciencias Mar Limnología, Ciudad de México, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM, México, **18**: 247-259.
- Soto Galera, E. (2003) b. Ficha técnica de *Characodon audax*. Elaboración de las fichas técnicas para la evaluación del riesgo de extinción de 18 especies de peces dulceacuícolas mexicanos. Laboratorio de Ictiología y Limnología. Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W040. México.
- Soto Galera, E. (2003). Ficha técnica de *Characodon lateralis*. Elaboración de las fichas técnicas para la evaluación del riesgo de extinción de 18 especies de peces dulceacuícolas mexicanos. Laboratorio de Ictiología y Limnología. Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W040. México.
- Soto-Galera, E. & Alcántara-Soria, L. (2007). Ficha técnica de *Cyprinodon atrorus*. En: Soto-Galera, E. (compilador). Conocimiento biológico de 32 especies de peces dulceacuícolas mexicanos incluidos en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2001. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK011. México.

- Soto-Galera, E. (2007). Ficha técnica de *Cyprinodon meeki*. En: Soto-Galera Eduardo (compilador). Conocimiento biológico de 32 especies de peces dulceacuícolas mexicanos incluidos dentro de la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT-2001. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. 1,2 1,2 1,2 CK011. Ciudad de México. México.
- Statgraphics Centurión XV (2006). StatPoint Inc., 1982-2007. Versión 15.2.05.
- Tello, J.S., Stevens, R.D. & Dick, C.W. (2008). Patterns of species co-occurrence and density: a test for interspecific competition in bat ectoparasite infracommunities. *Oikos* **117**: 693-702.
- Trujillo- Jiménez, P., Toledo B.H. (2007). Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cypridontiformes : Poeciilidae). *Revista de Biología Tropical*, **55**: 603-615.
- Turner C. L. (1946): A contribution to the Taxonomy and Zoogeography of the Goodeid Fishes. 1-15 pp. In: Occasional Papers of the Museum of Zoology University Michigan No. 495. Michigan. United Statate.
- Varela-Romero, A. & Ruíz-Campos, G. (2002). Ficha técnica de *Campostoma ornatum*. Estatus de conservación de los peces dulceacuícolas del PROY-NOM-059-2000 en el noroeste de México: Sonora y Baja California. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, DICTUS. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W028. México.
- Vázquez G., Díaz-Pardo E., Gutiérrez-Hernández A., Doadrio I & De Sosto, A. (2004). Los ríos y los lagos. 201-230 pp. In: Los Tuxtlas.

Guevara S, Laborde J, Sánchez Ríos G. (Eds). Instituto de Ecología. Unión Europea. México.

- Vidal-Martinez, V. M., Kennedy, C.R. & Aguirre-Macedo M. L. (1998). The structuring process of the macroparasite community of an experimental population of the *Cichlasoma urophthalmus* through time. *Journal of Helminthology*, **72**: 199-207.
- Vidal-Martínez, V. M. & Poulin, R. (2003). Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish host. *Parasitology*, **127**: 387-398.
- Violante, G. J., Aguirre-Macedo, L. & Rojas H. A. (2008). Comunidad de parásitos metazoarios de la charra *Cichlasoma trimaculatum* en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **79**: 405- 412.
- Violante-González, J., Pulido-Flores, G., Monks, S., Rojas-Herrera, A., Melo-García, M., García-Ibáñez, S., Esparza-Ibarra, E. L., Larumbe-Morán, E. & Carbajal-Violante, J. Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (2015). In: *Estudios en Biodiversidad*. Paper 9. Volumen I. Griselda Pulido-Flores, Scott Monks y Maritza López-Herrera Editores (Eds). Zea Books Policies and Procedures. Nebraska. United States.