



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Taxonomía de tres especies de tremátodos
haplopóridos (Platyhelminthes: Trematoda:
Haploporidae) de peces dulceacuícolas de México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

**MAYRA CONCEPCIÓN
SORIANO ESPINOSA**



Director de Tesis:

**DR. GUILLERMO SALGADO
MALDONADO**

2013



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.



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.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno.

Soriano
Espinosa
Mayra Concepción
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
304155534

2. Datos del Tutor.

Dr.
Guillermo
Salgado
Maldonado.

3. Datos del Sinodal 1.

Dr.
Rogelio
Aguilar
Aguilar.

4. Datos del Sinodal 2.

M. en C.
Isabel Cristina
Cañeda
Guzmán.

5. Datos del Sinodal 3.

M. en C.
Jorge Damián
López
Caballero.

6. Datos del Sinodal 4.

M. en C.
Itzel
Sigala
Regalado.

7. Datos del trabajo escrito.

Taxonomía de tres especies de tremátodos Haplopóridos (Platyhelminthes: Trematoda: Haploporidae) de peces dulceacuícolas de México.

57

2013

Esta tesis se desarrolló con apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, proyecto PAPIITIN220810 asignado a Guillermo Salgado Maldonado. Recibí una beca de este proyecto para su desarrollo. Los gastos de campo y laboratorio necesarios fueron sufragados con este proyecto.

DEDICATORIAS

A mi hija Valentina que me ha dado mil razones para seguir aprendiendo y que ha sido y será siempre el motor para lograr cada meta propuesta.

A mi mamá Rosa María a quien le debo y agradezco dos cosas principales que me ha dado: la vida y mi carrera universitaria.

A mi hermana Itzel Anahí por escucharme y alentarme a cada momento.

A mi primo Ángel por compartir la curiosidad que nos ha acercado a la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, con mucho cariño y respeto, a la persona que me ha enseñado el gran y hermoso mundo de la helmintología, por su dedicación a asesorarme, por los lugares que conocí debido a sus proyectos, en fin, por todo el apoyo brindado a lo largo de estos años gracias a mi maestro: *Dr. Guillermo Salgado Maldonado*.

A los miembros del jurado, que han sido mis profesores y amigos, por sus atinadas recomendaciones y observaciones para mejorar mi trabajo.

A mis amigas y compañeras del Laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología de la UNAM: *Itzel Estefanía Guzmán y Daniela Ávila*.

A mis amigas por compartir los mejores momentos durante este viaje y el amor por la ciencia: *Amanda Alcántara, Karina Clavijo y Leslie Cid*.

Agradezco también a mis abuelos *Leoncio Espinosa y María Teresa Carmona* por estar siempre pendiente de mí.

A la familia *Olascoaga Altamirano* por su comprensión y cariño al recibirme como parte de ellos.

Por último, a mi compañero de vida por el impulso para concluir con el primero de muchos proyectos juntos: *Marco Antonio Olascoaga Altamirano*.

CONTENIDO

Resumen	7
Introducción	8
Antecedentes	10
Familia Haploporidae Nicoll, 1914.....	10
Objetivos	13
Material y Método	14
I. Recolecta y revisión helmintológica de los hospederos.....	14
II. Fijación de helmintos recolectados.....	15
III. Tinción.....	15
III.I Técnica de tinción alcohólica.....	16
III.II Técnica de tinción acuosa.....	17
IV. Análisis morfométrico y determinación taxonómica.....	18
Resultados	19
• <i>Culuwiya cichlidorum</i> Aguirre Macedo y Scholz, 2005.....	19
Discusión taxonómica.....	27
• <i>Culuwiya</i> sp.....	30
Discusión taxonómica.....	32
• <i>Saccocoelioides chauhani</i> Lamothe – Argumedo, 1974.....	39
Discusión taxonómica.....	42
Conclusión	47
Bibliografía	48
Apéndice I	52
Apéndice II	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación proporciona información sobre tremátodos de la familia Haploporidae, parásitos de peces dulceacuícolas en México, con el objetivo de proporcionar nueva evidencia que refuerce la comprensión biológica de estos organismos.

Se establece que la especie *Culuwiya cichlidorum* Aguirre – Macedo y Scholz, 2005 no es exclusiva de cíclidos, ya que en este trabajo se registra su presencia en 2 familias más (Goodeidae y Poeciliidae) y se aportan 5 registros nuevos de hospederos. Su distribución geográfica se amplía desde Nicaragua hasta el arroyo Apazapán (19° 19' 00'' N, 96° 43' 00'' W) en la cuenca del río La Antigua, Veracruz-México (vertiente del Golfo de México) y hasta el Río Armería – Ayuquila (19°38'51'' N, 104°02'56'' W) en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México (costa del Pacífico).

Se describen ejemplares de tremátodos pertenecientes al género *Culuwiya*, sin embargo no se logró determinar la especie por lo que provisionalmente se nombró como *Culuwiya* sp. La morfología de estos ejemplares es muy similar a *Culuwiya cichlidorum* pero se requiere un estudio comparativo para lograr su determinación específica.

Así mismo se redescrive material determinado provisionalmente como *Saccocoelioides chauhani* Lamothe – Argumedo, 1974, recolectado en el carácido *Astyanax aeneus* del Lago de Catemaco, Veracruz (hospedero tipo de esta especie de tremátodo). Sin embargo, se constata la ausencia de características estructurales importantes (manchas oculares en los miracidios) lo que compromete la adscripción genérica de estos haplopóridos, como originalmente lo había propuesto Lamothe – Argumedo, 1974.

INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha, se han registrado nueve familias de tremátodos (Platyhelminthes: Trematoda), en peces dulceacuícolas de México, constituyendo uno de los grupos taxonómicos más abundantes de la helmintofauna de estos hospederos (Salgado – Maldonado y Quiroz – Martínez, 2013). Todas estas familias de tremátodos tienen una clara procedencia sudamericana, registradas en peces dulceacuícolas de dicha región por Salgado – Maldonado (2008). Varias de estas familias de tremátodos adultos están representadas en peces dulceacuícolas del neotrópico mexicano por un solo género y una o pocas especies. Entre las familias con mayor diversidad en México se encuentran Alloeceadiidae Looss, 1902 con nueve géneros y 15 especies; Cryptogonimidae Ward, 1917 con siete géneros y 10 especies; Haploporidae Nicoll, 1914 con tres géneros y seis especies; y finalmente la familia Macroderoididae McMullen, 1937 posee tres géneros con una especie cada uno.

En este contexto, la familia Haploporidae forma parte de las familias que mejor representan la helmintofauna de peces dulceacuícolas de México. Para nuestro territorio nacional se han registrado hasta la fecha las siguientes especies de haplopóridos:

Saccocoelioides chauhani, *Saccocoelioides lamothei* Violante – González y Aguirre – Macedo, 2008, *Culuwiya cichlidorum*, así como otras especies referidas como *Saccocoelioides* sp. Garrido – Olvera *et al.* (2004), *Culuwiya* sp. Salgado – Maldonado *et al.* (2001, 2004, 2005); López – Jiménez (2001); Scholz, *et al.* (1995); Pineda – López *et al.* (2005) y *Saccocoelioides sogandaresi* Salgado – Maldonado *et al.* (2004).

Además del interés que esto representa, podemos denotar una problemática clara en ello ya que los criterios para efectuar la determinación taxonómica de las especies dentro del grupo han sido constantemente cambiantes. En efecto, las especies nominales que han sido

registradas en México plantean dudas respecto de su correcta determinación por ejemplo, Salgado – Maldonado *et al.* (2004) registran la presencia de *Saccocoelioides sogandaresi* como parásito de peces de las familias: Cichlidae, Gobiidae, Goodeidae, Poeciliidae y Characidae en el Río Ayuquila, en Jalisco; posteriormente, el estudio de este material por Aguirre – Macedo y Scholz (2005) permitió corregir la errónea identificación, dando lugar al reconocimiento y descripción de una nueva especie: *Culuwiya cichlidorum*. Del mismo modo, la reciente propuesta de Aguirre – Macedo y Violante – González (2008) por la erección de *Saccocoelioides lamothei* para haplopóridos que parasitan a *Dormitator latifrons* en las lagunas costeras de Tres Palos y Coyuca en Guerrero, México, incluye el reconocimiento de que previamente los ejemplares de haplopóridos de eleótridos de México habían sido reportados bajo diferentes nombres de especies (*Saccocoelioides nani*, *S. beauforti*, *S. sogandaresi* y *Saccocoelioides* sp.), la mayoría de las veces por los mismos autores: Pérez – Ponce de León *et al.* (1996, 2007); Vidal – Martínez *et al.* (2001); Aguirre – Macedo y Scholz (2005); Salgado – Maldonado (2006) (Aguirre – Macedo y Violante – González, 2008).

La taxonomía de los haplopóridos es compleja por varias razones, son tremátodos muy delicados en cuanto a su forma y estructuras externas, pues sufren cambios postmortem con la fijación y el procesamiento (Overstreet y Curran, 2005; Violante – González *et al.*, 2008). La anatomía interna de estos tremátodos no es fácil de evidenciar mediante técnicas convencionales de tinción y las estructuras son bastante complejas, por ejemplo, poseen un solo testículo y es importante determinar su posición respecto al borde posterior del cuerpo, lo que varía con el estado de contracción del ejemplar *in vivo*. Además, la extensión de los ciegos intestinales respecto al testículo, así como la posición y distribución de los folículos vitelinos, también sufren modificaciones.

De tal forma que al observar los ejemplares de haplopóridos, los registros bibliográficos existentes y las descripciones recientes de nuevas especies, hace evidente la necesidad de elaborar un análisis taxonómico detallado sobre estas especies. Lo anterior ha motivado la presente investigación, mediante la cual me propongo estudiar los materiales que se han manejado en general como haplopóridos para dar una propuesta más correcta para su determinación taxonómica.

ANTECEDENTES

Familia Haploporidae Nicoll, 1914.

Los tremátodos de la familia Haploporidae son un grupo cosmopolita que habita en el tracto digestivo (incluyendo ciegos intestinales y recto) de peces dulceacuícolas, marinos y estuarinos. Se caracterizan por presentar un saco hermafrodita que encierra porciones separadas de los conductos masculino y femenino, los cuales se unen dentro de dicho saco formando un conducto hermafrodita único. En el saco hermafrodita de los haplopóridos encontramos un conducto hermafrodita de longitud variable, una *pars prostática*, una vesícula seminal interna y la porción terminal del útero. Las siguientes características también son diagnósticas de dicha familia: tegumento con espinas cortas, manchas oculares en la mayoría de los adultos. Ventosa oral subterminal o terminal, con o sin lóbulos asociados. Acetábulo localizado en la mitad anterior del cuerpo. Prefaringe, faringe y esófago bien desarrollados. El intestino puede tener un sólo ciego o estar bifurcado. Por lo general presentan un solo testículo, dos en casos aislados (Subfamilia Megasoleninae Manter, 1935: *Vitellibaculum*, *Metamegasolena*, *Megasolena*). Presentan un poro genital situado en la parte media del cuerpo o anterior al acetábulo. Ovario pretesticular asociado al canal de Laurer; con o sin receptáculo seminal. La distribución del útero varía entre las subfamilias y los huevos son

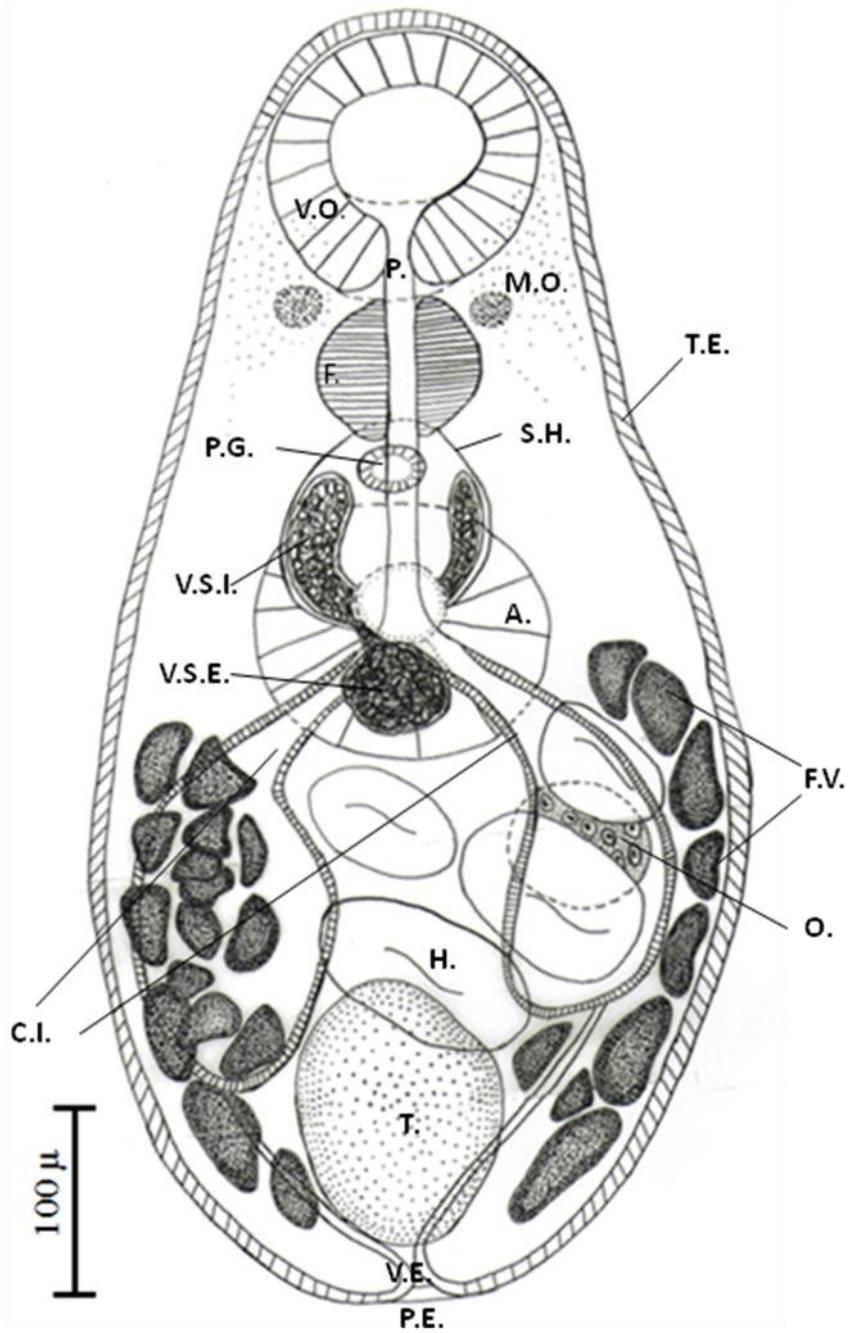
operculados y raramente presentan filamentos. La distribución y forma de los folículos vitelinos varían también entre las subfamilias. Pueden tener o no sistema linfático. La vesícula excretora puede tener forma de Y, I o V, el tallo principal puede ser o no muy ancho y el poro excretor puede ser terminal o dorsoterminal ocasionalmente (Overstreet y Carrant, 2005).

En peces dulceacuícolas de México se han registrado haplopóridos bajo las siguientes denominaciones: *Saccocoelioides chauhani*, *Saccocoelioides* sp., *Saccocoelioides* cf. *sogandaresi*, *Culuwiya cichlidorum* y *Culuwiya* sp. (Apéndice 1).

Recientemente se describió *Saccocoelioides lamothei* en el hospedero *Dormitator latifrons* (Aguirre – Macedo *et al.*, 2005).

Los datos de *C. cichlidorum* aportados en el trabajo de Aguirre – Macedo y Scholz, (2005) sugieren que los haplopóridos de este género se encuentran preferentemente en cíclidos.

La revisión de ejemplares de la Colección Nacional de Helmintos de la UNAM y estos datos plantean la necesidad de una revisión taxonómica de haplopóridos recolectados en el territorio mexicano, que permita la diferenciación entre especies, así como establecer algunos patrones de relación hospedero – parásito y dilucidar un par de puntos clave en la determinación taxonómica como sí el género *Culuwiya* es exclusivo de peces de la familia Cichlidae y sí el género *Saccocoelioides* se encuentra solamente en peces de las familias Characidae y Eleotridae.



Esquema general de un haploporido. V.O. Ventosa Oral, P. Prefaringe, F. Faringe, M.O. Manchas Oculares, T.E. Tegumento Espinoso, P.G. Poro Genital, S. H. Saco Hermafrodita, V. S. I. Vesícula Seminal Interna, V. S. E. Vesícula Seminal Externa, A. Acetábulo, C. I. Ciegos Intestinales, F.V. Folículos Vitelinos, O. Ovario, H. Huevos, T. Testículo, V.E. Vesícula Excretora, P. E. Poro Excretor.

OBJETIVO GENERAL

Proponer un tratamiento taxonómico detallado para algunas especies de haplopóridos a partir de ejemplares que hasta la fecha han sido asignados a esta familia.

OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar taxonómicamente ejemplares determinados provisionalmente como haplopóridos.

Redescribir a *Culuwiya cichlidorum* a partir de ejemplares recolectados de hospederos y localidades que constituyen nuevos registros.

Recolectar ejemplares y elaborar una redescipción de *Saccocoelioides chauhani* para aportar nuevos datos sobre su morfología.

MATERIALES Y MÉTODO.

Para el desarrollo de la presente investigación, se estudiaron ejemplares obtenidos de recolectas así como de ejemplares depositados en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

I. Recolecta y revisión helmintológica de hospederos.

Se recolectaron y revisaron carácidos del Lago de Catemaco, Veracruz para la búsqueda en particular de *Saccocoelioides chauhani*. La captura de hospederos se realizó utilizando dos artes de pesca diferentes: equipo de electropesca y redes de distinta abertura de malla. Posteriormente, los peces se colocaron en bolsas de plástico aireadas, con agua del medio, para transportarlos vivos al laboratorio.

En el laboratorio se hizo la revisión helmintológica a cada uno de los peces recolectados. Como parte del procedimiento general de revisión, primero se realizó el examen externo de cada hospedero, es decir, se observó bajo el microscopio estereoscópico la piel, la base de las aletas, los pliegues operculares, la cavidad oral y anal. Posteriormente, los hospederos fueron sacrificados por punción cerebral y se les realizó un corte desde el ano hasta la base del opérculo, con la finalidad de observar la cavidad interna y para extraer cada uno de los órganos y observarlos por separado manteniendo la humedad con solución salina al 0.7%; la mayoría de los órganos se desgarraron con ayuda de agujas de disección y en el caso del intestino, se abrió longitudinalmente. Cada parásito encontrado se separó en cajas de Petri con solución salina al 0.7% para su fijación.

II. Fijación de helmintos recolectados.

Los tremátodos haplopóridos representaron un reto en cuanto a su recolección y fijación ya que poseen un tegumento cubierto de espinas bastante delicado, lo que dificulta los tiempos en los cuales deben procesarse; por lo que el trabajo que se realizó en campo fue en parejas, es decir, mientras una persona recolectaba los helmintos del intestino y los colocaba en solución salina, otra persona fijaba el material helmintológico en formol caliente (a punto de ebullición) al 4% de concentración, ya que al dejarlos por más tiempo en solución salina comenzaban a desprenderse las espinas, el tegumento, así como a desechar los huevos (los cuales son de vital importancia para la determinación taxonómica). Además, es de suma importancia guardar los helmintos en viales con formol frío al 4% ya que en algunas muestras tratadas con alcohol al 96% se observa el desprendimiento por completo del tegumento, lo que impidió que ese material fuera tomado en cuenta para la determinación taxonómica. Finalmente, a cada vial se le colocó una etiqueta con los datos de recolecta.

III. Tinción.

Los helmintos recolectados se procesaron para hacer un estudio morfológico para su determinación taxonómica. Se utilizaron técnicas de tinción alcohólica y acuosa usando colorantes como Paracarmín de Mayer, Tricrómica de Gomori y Hematoxilina de Ehrlich que permiten identificar con mayor facilidad estructuras internas de gran importancia para la determinación (Apéndice 2).

III.I Técnica de tinción alcohólica.

Esta técnica se realiza mediante el uso de colorantes como Paracarmín de Mayer (da como resultado un tono rosado) y Tricrómica de Gomori (resulta en la diferenciación de tres colores: verde, púrpura y rosa). Los tiempos que utilicé los fuí determinando conforme procesaba cada tipo de material colectado ya que noté ciertas diferencias de fijación del colorante conforme transcurría el tiempo en que se tenían los helmintos en viales con el formol frío después de la fijación en el campo, es decir, entre más tiempo pasa el material en formol, más tiempo requiere conservarlos en alcohol al 70% y en el colorante.

Se comenzó por extraer los helmintos del vial con formol frío con ayuda de un pincel 00 ó 5 x 0 marca Windsor and Newton de pelo natural (para evitar dañar el tegumento) y se colocaron en una caja de Petri con alcohol al 70% que se dejó reposar por 40 minutos, transcurrido este periodo de tiempo se colocaron en otra caja de Petri con el colorante Paracarmín de Mayer por 10 minutos, después se regresaron a alcohol al 70% para verificar que el tremátodo estuviera teñido por completo, ya que algunas veces sólo se tiñen de manera superficial y no se distinguen adecuadamente las estructuras internas, después se colocaron en otra caja de vidrio en alcohol acidulado al 2% para lograr la diferenciación de los tejidos y poder observar los órganos internos, la estimación de un tiempo exacto durante esta etapa es poco confiable ya que depende mucho del material, es preciso observar el ejemplar aproximadamente cada minuto hasta que se observe el tegumento de un tono rosa pálido, casi translúcido y se noten las estructuras internas bien teñidas y definidas.

Después de la diferenciación los helmintos se colocaron en alcohol al 96% para hacer dos lavados de 10 minutos cada uno, después fueron cambiados a una caja de Petri con alcohol absoluto por 30 minutos para asegurar una buena deshidratación del ejemplar, ya que al

trasladarlos al aclarante pueden rehidratarse, provocando que los huevos se tornen de color negro en lugar de amarillo o que todo el cuerpo tome un color oscuro evitando la visualización de las estructuras y órganos. Posteriormente, se tomaron los helmintos uno a uno y se fueron colocando rápidamente en el aclarante de aceite de clavo o salicilato de metilo, tapando las cajas de inmediato para evitar la rehidratación, por un periodo de tiempo de 20 minutos. También se utilizó xilol como aclarante pero el tiempo de exposición es mucho más corto, sólo 5 minutos ya que si se deja el material por más tiempo se puede trozar al contacto con el cubreobjetos. Cabe mencionar que el procedimiento al usar el colorante para la técnica Tricrómica de Gomori es el mismo, con la única excepción del tiempo de exposición al colorante; puesto que penetra con mayor facilidad en el tegumento se dejaron sólo por seis minutos y después se revisaron en alcohol al 70% que estuvieran muy oscuros para llevar a cabo la diferenciación.

III.II Técnica de tinción acuosa.

En esta técnica en especial fue más largo el procedimiento y se modificaron algunos pasos para fines prácticos a partir del procedimiento descrito por Lamothe-Argumedo, 1997. Primero se colocó el material en alcohol al 70% por 30 minutos, después se realizaron 2 lavados en alcohol al 50% y 30%, cada uno de 10 minutos, a continuación se colocó cada helminto en agua destilada por 5 minutos cuidando que el tiempo fuera preciso para después colocarlo en el colorante Hematoxilina de Ehrlich por 10 minutos, después se volvió a colocar en agua destilada para verificar que todo el individuo estuviera teñido y de inmediato pasarlo a agua acidulada al 2% para la primera etapa de diferenciación, al observar las estructuras internas bien definidas el ejemplar se enjuagó rápidamente en agua destilada y se colocó en

agua corriente agregándole unas gotas de solución sobresaturada de carbonato de litio, ésta es la segunda etapa de diferenciación ya que se observa un viraje de color, de sepia a azul intenso, lo que permite una mayor definición en las estructuras. Ya terminada la diferenciación se prosiguió con otro lavado rápido en agua destilada y se colocó el material directamente en alcohol al 70% por 10 minutos, normalmente la técnica indica que después del lavado, los tremátodos se coloquen en alcohol al 30% y en alcohol al 50% por 10 minutos cada uno y después en alcohol al 70%. Sin embargo, se decidió evitar esos pasos ya que observé que los ejemplares se decoloraban. Después del lavado en alcohol al 70%, seguí con dos lavados en alcohol al 96% uno de 10 minutos y otro de 20 minutos, después un lavado en alcohol absoluto por 30 minutos y posteriormente el aclaramiento con cualquiera de las sustancias mencionadas en la técnica alcohólica.

Por último cada ejemplar fue montado entre porta y cubreobjetos con bálsamo de Canadá (independientemente de la técnica utilizada), teniendo así preparaciones permanentes para su posterior estudio.

IV. Análisis morfométrico y determinación taxonómica.

Las preparaciones permanentes se observaron en un microscopio óptico Olympus CX31 utilizando la técnica de iluminación Köhler. Los ejemplares fueron medidos con ayuda de un ocular calibrado micrométricamente y se realizaron dibujos con ayuda de la cámara clara del microscopio óptico. Las fotografías se tomaron con la ayuda del programa Infinity Camera V: 5.0.2 Lumenera Corporation, 2009.

RESULTADOS.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se realizó la tinción de 691 tremátodos haploporidos y la observación y análisis de otras 620 preparaciones permanentes, de los cuales se obtuvieron nuevos datos morfológicos y nuevos registros de hospederos, lo que aumenta la variedad fenotípica de las tres especies, así como la ampliación de su distribución geográfica.

Culuwiya cichlidorum

Phylum: Platyhelminthes

Clase: Trematoda

Superfamilia: Haploporoidea Nicoll, 1914

Familia: Haploporidae Nicoll, 1914

Subfamilia: Waretrematinae Srivastava, 1937

Género: *Culuwiya* Overstreet y Curran, 2005

Especie: *Culuwiya cichlidorum* Aguirre-Macedo y Scholz, 2005

Hospedero: *Paraneetroplus fenestratus* Günther, 1860 (Teleostei: Cichlidae)

Localidad: Arroyo Apazapán, cuenca del río La Antigua, Xalapa-Veracruz, México

Fecha de colecta: 17 de noviembre de 2009

Redescripción

La siguiente redescripción se basa en 22 ejemplares, de los cuales se midieron sólo 5 ejemplares grávidos. Las medidas que se muestran a continuación están dadas en micras, entre paréntesis se anota el promedio y el número de estructuras que se midieron. Uno de los ejemplares medidos mostró cierto grado de contracción como producto de una fijación incorrecta, por lo tanto se tomaron en cuenta sólo los datos de estructuras clave.

Cuerpo piriforme con una longitud de 460-530 (490; n=5) y un ancho de 230-290 (254; n=5) (Figura 1). Tegumento con espinas cortas y angostas que cubren toda su superficie. Con un par

de manchas oculares difusas localizadas a nivel de la faringe. Ventosa oral subesférica, subterminal, midiendo 97.5-115 (104.5; n=5) de largo y 90-102.5 (97; n=5) de ancho. Acetábulo ecuatorial, esférico, mide de largo 105-130 (115; n=5) y de ancho 90-102.5 (96; n=5); es ligeramente más grande o del mismo tamaño que la ventosa oral; la proporción del largo entre ventosa oral y acetábulo es 1: 1.102 (0.95 – 1.23) y la proporción del ancho es 1: 0.992 (0.9 – 1.083). Prefaringe ovalada con longitud de 15 a 20 (18.33; n=4) y esófago largo, que mide 87.5-100 (90.625; n=4), bifurcación cecal a nivel de la mitad posterior del acetábulo, los ciegos intestinales son gruesos y llegan hasta la parte media del testículo.

Con un solo testículo de forma ovalada, midiendo 80-87.5 (83.75; n=2) de largo y 57.5-75 (66.25; n=2) de ancho; el testículo está situado en el tercio posterior del cuerpo. Saco hermafrodita ovalado, voluminoso, conspicuo, dorsal al acetábulo, el acetábulo sobrelapa un poco el saco hermafrodita. La mayor parte del saco está ocupada por la vesícula seminal la cual se comunica con la *pars prostática* larga, en forma de S. El saco hermafrodita mide 77.5-92.5 (87,5; n=3) de largo y 65-92.5 (75; n=3) de ancho. El poro genital es preacetabular y prominente, está situado justo antes del acetábulo en la línea media ventral del cuerpo. El ovario puede ser ovalado a esférico, de contorno entero, de 55 (n=1) de largo por 36 (n=1) de ancho.

El útero se extiende entre el testículo y el acetábulo. Los folículos vitelinos son grandes y densos, se distribuyen lateralmente a ambos lados del cuerpo, desde el nivel posterior del acetábulo hasta el extremo posterior del testículo, donde concluyen. Los huevos son grandes, carecen de opérculo y en su interior no se observan miracidios. Las dimensiones de los huevos son de 75-87 (83.5; n=9) de largo y 40-62 (50.5; n=9) de ancho. La vesícula excretora tiene forma de Y, extendiéndose hacia el área posterior al testículo. Poro excretor terminal.

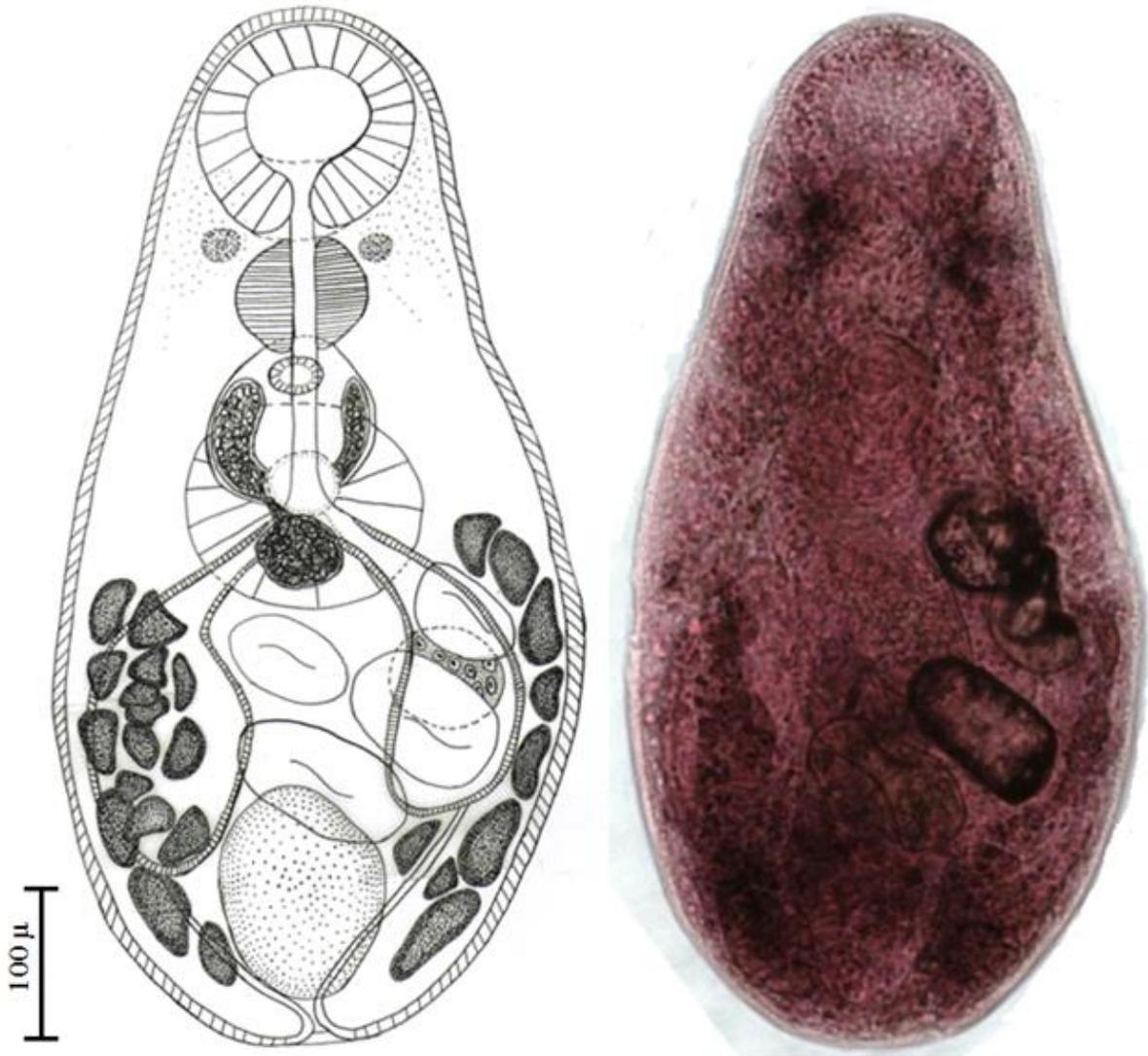


Figura 1. *Culuwiyia cichlidorum* Aguirre-Macedo y Scholz, 2005 de *Paraneetroplus fenestratus* del arroyo Apazapán, cuenca del río La Antigua, Xalapa-Veracruz, México. Esquema y fotografía por Soriano-Espinosa.

Además, se realizó un estudio de ejemplares inmaduros de tres especies de cíclidos: *Paraneetroplus fenestratus*, *Cichlasoma istlanum* y *Oreochromis aureus* obtenidos de las localidades El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán y arroyo Apazapán cuenca del río La Antigua, Veracruz, el cual nos reveló, después de comparar las medidas entre sí (Tabla 1), que pertenecen también a la especie *C. cichlidorum*. Si bien estos datos no

aportan nuevos registros de localidades, sí nos da una muestra de la variabilidad morfológica de la especie (Figura 2).

Tabla 1. Morfometría de ejemplares inmaduros de *C. cichlidorum* Aguirre – Macedo y Scholz, 2005. Medidas en micras.

	Presente trabajo.	Presente trabajo.	Presente trabajo.
Número de ejemplares medidos	n= 13	n= 5	n= 6
Forma del cuerpo	Piriforme	Piriforme	Fusiforme
Longitud total	237.5 – 302.5	257.5 – 302.5	275 – 462.5
Anchura máxima	95-142.5	115 – 160	112.5 – 180
Ventosa oral (largo x ancho)	52.5 - 67.5 40 - 55	57.5 – 75 40 – 60	62.5 – 80 55 – 72.5
Acetábulo (largo x ancho)	47.5 – 67.5 47.5 – 60	50 – 75 45 – 67.5	62.5 – 85 60 – 75
Proporción entre ventosas	Largo 1: 0.93 (0.83 – 1) Ancho 1: 1.05 (0.95 – 1.25)	Largo 1: 0.86 (0.83 – 1) Ancho 1: 1.125 (1 – 1.13)	Largo 1: 1.06 (1 – 1.15) Ancho 1: 1.04 (1 – 1.09)
Longitud de la prefaringe	12.5 – 22.5	12.5 – 15	12.5 – 25
Faringe (largo x ancho)	35 – 50 30 – 40	42.5 – 52.5 22.5 – 42.5	42.5 – 60 40 – 60
Testículo (largo x ancho)	72 – 175 58 – 145	—	40 – 62.5 35 – 42.5
Hospedero	<i>Oreochromis aureus</i>	<i>Cichlasoma istlanum</i>	<i>Paraneetroplus fenestratus</i>

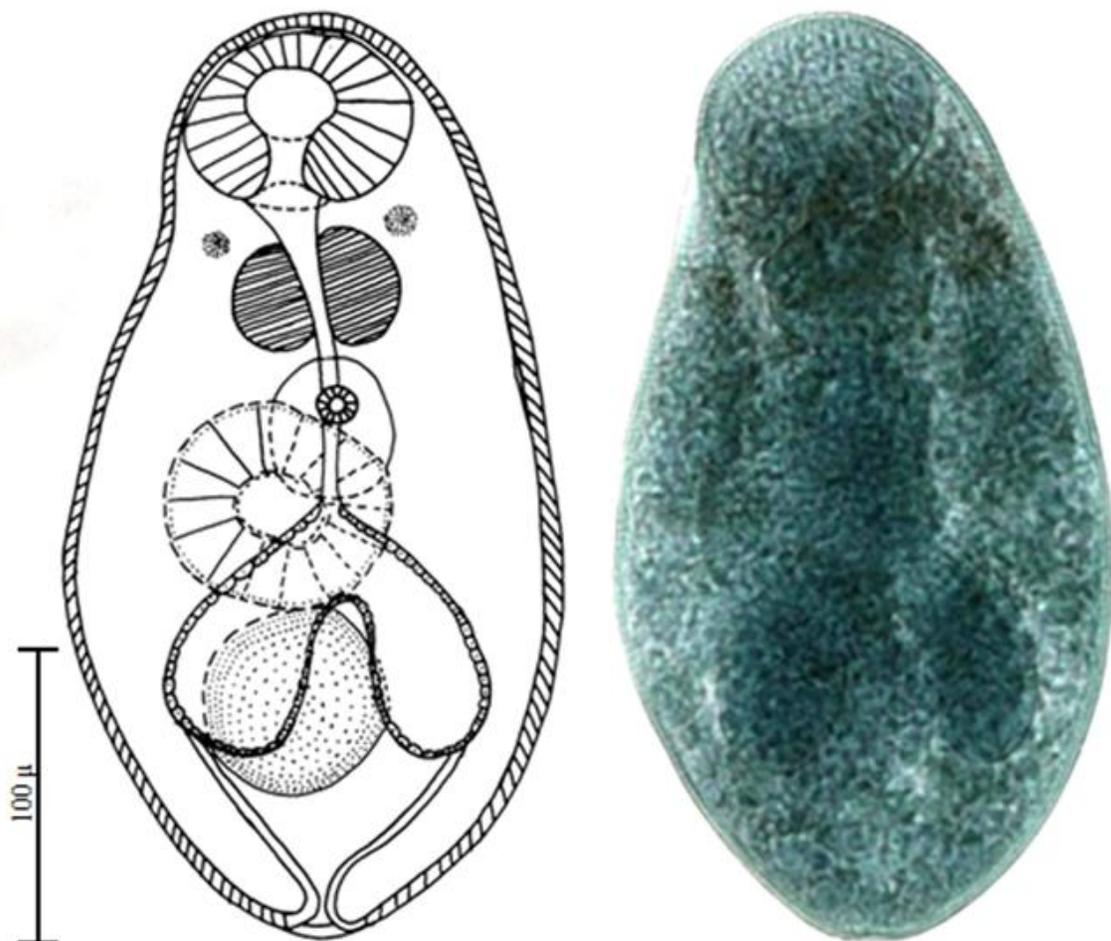


Figura 2. Ejemplar inmaduro de *Culuwiya cichlidorum* parásito de *Cichlasoma istlanum*, El Camichín, Jalisco. Esquema y fotografía por Soriano – Espinosa.

Finalmente, también se analizaron dos series más de ejemplares de haploporidos grávidos de los hospederos *Allodontihcthis zonistius* e *Ilyodon furcidens* (ambos de la familia Goodeidae) de la localidad El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, los cuales fueron identificados como la especie *C. cichlidorum* (Tabla 2; Figura 3).

Tabla 2. Morfometría de *Culuwiya cichlidorum* en tres especies de peces estudiadas en la presente investigación. Medidas dadas en micras.

Número de ejemplares medidos.	n=5	n= 9	n = 6
Estructura			
Longitud Total	460 – 530	350 – 565	402.5 – 512.5
Anchura máxima	230 – 290	177.5 – 305	185 – 285
Ventosa Oral (largo x ancho)	97.5 – 115 90 – 102.5	75 – 105 55 – 77.5	75 – 95 57.5 – 75
Acetábulo (largo x ancho)	105 – 130 90 – 102.5	72.5 – 102.5 60 – 87.5	77.5 – 100 62.5 – 100
Proporción entre ventosas	1: 1.102 (0.95 – 1.23) 1: 0.992 (0.9 – 1.083)	1: 1 (0.93 – 1.24) 1:1.12 (0.96 – 1.4)	1: 0.99 (0.93 – 1.05) 1: 1.13 (0.92 – 1.33)
Faringe (largo x ancho)	57.5 – 90 40 – 62.5	57.5 – 70 35 – 57.5	52.5 – 75 50 – 62.5
Testículo (largo x ancho)	80 – 87.5 57.5 – 75	77.5 – 140 62.5 – 112.5	75 – 137.5 65 – 82.5
Huevos (largo x ancho)	75 – 87 40 – 62	57.5 – 92.5 37.5 – 62.5	60 – 92.5 40 – 60
Hospedero	<i>Paraneetroplus fenestratus</i>	<i>Allodontihcthis zonistius</i>	<i>Ilyodon furcidens</i>

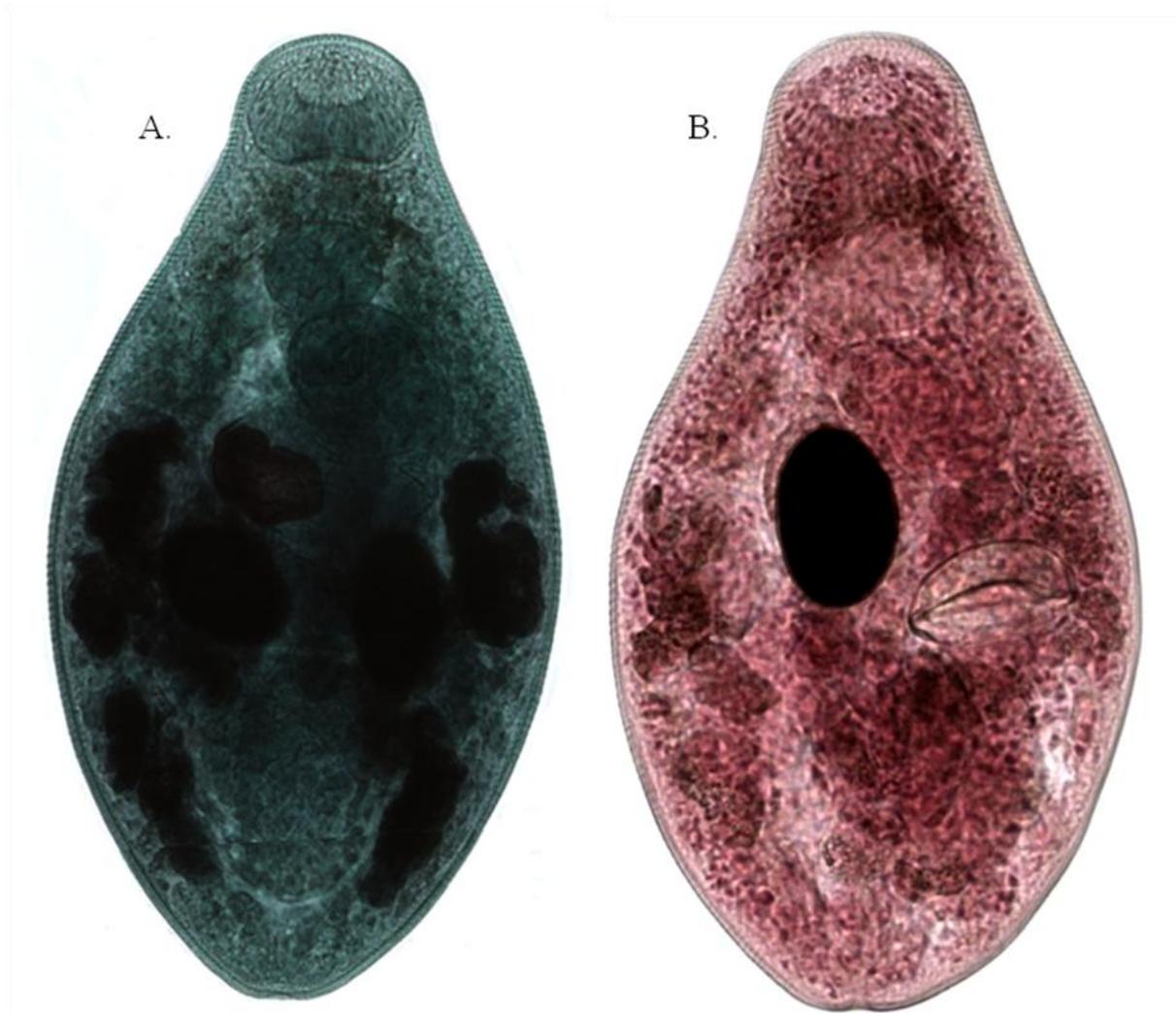


Figura 3. *Culuwiya cichlidorum* parásito de *Allodontichthys zonistius* (A) e *Ilyodon furcidens* (B) recolectados en “El Camichín”, Reserva de la Biósfera – Sierra de Manantlán, Jalisco. Foto por Soriano – Espinosa.

Registros de hospederos de C. cichlidorum

La revisión de ejemplares procesados y conservados en el laboratorio de Helmintología, permitió constatar la presencia de *C. cichlidorum*, es decir, tremátodos con características morfológicas y estructurales compatibles con nuestra redescrición anterior, en los siguientes hospederos, localidades y fechas de colecta:

Ex.: *Paraneetroplus fenestratus* (Teleostei: Cichlidae) de arroyo Apazapán (19° 19' 00'' N, 96° 43' 00'' W) cuenca del río La Antigua, Veracruz, 22 ejemplares recolectados el 17 de noviembre de 2009.

Ex.: *Cichlasoma istlanum* (Teleostei: Cichlidae) 5 ejemplares obtenidos del intestino de El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (19° 38' 51'' N, 104° 02' 56'' W) recolectados el 24 de febrero de 2001.

Ex.: *Oreochromis aureus* (Teleostei: Cichlidae) de El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco (19° 38' 51'' N, 104° 02' 56'' W) se recolectaron 13 ejemplares el día 24 de febrero de 2001.

Ex.: 36 ejemplares recolectados del intestino de *Ilyodon furcidens* (Godeidae) de El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco (19° 38' 51'' N, 104° 02' 56'' W) de los días 24 y 25 de febrero de 2001.

Ex.: 141 ejemplares recolectados del intestino de *Allodontichthys zonistius* (Godeidae) de El Camichín, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco (19° 38' 51'' N, 104° 02' 56'' W) de los días 24, 25 y 26 de febrero de 2001.

Ex.: *Poecilia mexicana* (Poeciliidae) de Río Apazapán (19° 19' 00'' N, 96° 43' 00'' W), Río “La Palma” (18° 40' N, 95° 03' W) y Arroyo Balzapote (18° 40' N, 95° 10' W), Veracruz del 20 de noviembre de 2009.

Ex.: *Poeciliopsis gracilis* (Poeciliidae) de Arroyo Apazapán (19° 19' 00'' N, 96° 43' 00'' W), Veracruz del 15, 17, 19 y 20 de noviembre de 2009.

Discusión taxonómica

La morfología y propiedades merísticas de los ejemplares estudiados permiten asignarlos a la especie *Culuwiya cichlidorum*, ya que concuerda con la descripción original; esto es, los datos de la longitud total, anchura máxima, ventosa oral, acetábulo, proporción entre las ventosas, faringe y huevos son consistentes y entran en los intervalos establecidos en la primera diagnosis (Tabla 3). Las únicas diferencias encontradas entre el material estudiado con respecto a la descripción original de la especie (Figura 4) son la presencia de un par de manchas oculares y la prefaringe corta en los 5 ejemplares estudiados (Figura 1). *Culuwiya cichlidorum* ha sido registrada en *Vieja maculicauda* de Nicaragua Aguirre-Macedo y Scholz, (2005) y en: *Cichlasoma istlanum*, *Cichlasoma urophthalmum*, *Herichthys minckleyi*, *Oreochromis aureus*, *Parachromis managuensis*, *Petenia splendida*, *Theraps coeruleus*, *Tilapia* sp., *Paraneetroplus bifasciatus* y *Paraneetroplus synspilus* en peces dulceacuícolas de México (Salgado – Maldonado, 2006).

El hallazgo de *C. cichlidorum* en los goodeidos *Allodontichthys zonistius* e *Ilyodon furcoidens* (Tabla 2; Figura 3), de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán es nuevo para esta especie de tremátodo y por lo tanto se determina que su especificidad no se restringe a una sola familia de peces.

Tabla 3. Morfometría comparativa de *Culuwiya cichlidorum*. Medidas dadas en micras.

	Aguirre-Macedo y Scholz, 2005.	Adultos grávidos. Presente trabajo.
Número de ejemplares medidos	n= 15	n= 5
Forma del cuerpo	Piriforme y fusiforme en individuos inmaduros.	Piriforme y fusiforme en individuos inmaduros.
Longitud total	470 – 720	460 – 530
Anchura máxima	150 – 335	230 – 290
Ventosa oral (largo x ancho)	67 – 105 75 – 125	97.5 – 115 90 – 102.5
Acetábulo (largo x ancho)	57 – 120 50 – 125	105 – 130 90 – 102.5
Proporción entre ventosas (largo x ancho)	1: 1 – 1.17	1: 1.102 (0.95 – 1.23) 1: 0.992 (0.9 – 1.083)
Longitud de la prefaringe	36 – 72	15 – 20
Faringe (largo x ancho)	50 – 82 47 – 75	57.5 – 90 40 – 62.5
Saco hermafrodita (largo x ancho)	77 – 162 62 – 135	77.5 – 92.5 65 – 92.5
Ovario (largo x ancho)	37 – 87 35 – 85	55 36
Testículo (largo x ancho)	72 – 175 58 – 145	80 – 87.5 57.5 – 75
Huevos (largo x ancho)	67 – 81 36 – 47	75 – 87 40 – 62
Hospedero	<i>Vieja maculicauda</i>	<i>Paraneetroplus fenestratus</i>

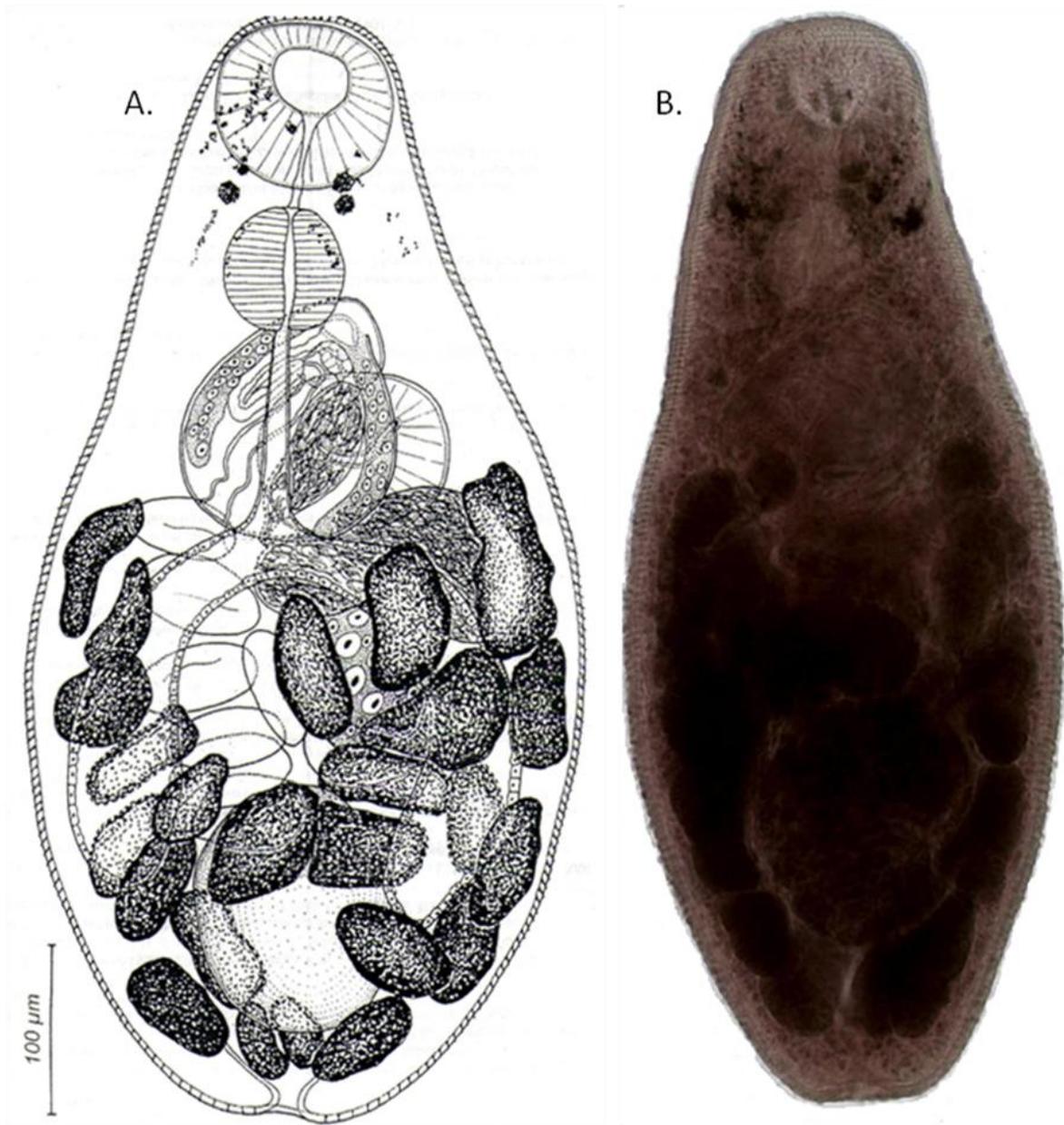


Figura 4. A. *Culuwia cichlidorum* de *Vieja maculicauda* de Nicaragua, tomado de Aguirre – Macedo y Scholz, (2005). B. Holotipo de *C. cichlidorum* (CNHE, 5298).

Culuwiya sp.

Phylum: Platyhelminthes

Clase: Trematoda

Superfamilia: Haploporoidea Nicoll, 1914

Familia: Haploporidae Nicoll, 1914

Subfamilia: Waretrematinae Srivastava, 1937

Género: *Culuwiya* Overstreet y Curran, 2005

Especie: *Culuwiya* sp.

Hospedero: *Sicydium multipunctatum* Regan, 1906 (Teleostei: Gobiidae)

Localidad: “El Camichín” en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México

Fechas de colecta: 24, 25 y 26 de febrero de 2001

Descripción

La siguiente descripción está basada en 115 ejemplares observados y 23 medidos, teñidos con Paracarmín de Meyer, Hematoxilina de Ehrlich y Tricrómica de Gomori y preservados como preparaciones permanentes en Bálsamo de Canadá. Las medidas están dadas en micras y entre paréntesis se anota el promedio de cada una.

Cuerpo ovalado con una longitud de 546 – 770 (653) y con una anchura máxima de 260 – 415 (326) localizada a la mitad del cuerpo (Figura 5). El tegumento se encuentra totalmente espinado; las espinas son cortas y se disponen en hileras horizontales regulares. Los ejemplares inmaduros presentan dos pares de manchas oculares a nivel de la prefaringe y faringe; manchas oculares no visibles en individuos maduros. Ventosa oral subterminal y subesférica con una longitud de 112.5 – 147.5 (129) y un ancho de 92.5 – 125 (106).

Acetábulo subesférico, pre-ecuatorial con 107.5 – 145 (122) de longitud y 87.5 – 127.5 (105) de ancho; es aproximadamente del mismo tamaño que la ventosa oral; las proporciones entre

ventosa oral y acetábulo son: largo 1: 0.99 (0.89 – 1.2) y ancho 1: 0.99 (0.76 – 1.13).

Prefaringe ausente (ocasionalmente) o muy corta con 7.5 – 27.5 (19) de longitud. Faringe voluminosa, conspicua, ovalada, fuertemente muscular, ocupa todo el espacio entre la ventosa oral y el acetábulo, tiene el mismo tamaño que la ventosa oral y el acetábulo; presenta una longitud de 102.5 – 145 (118) y un ancho de 85 – 125 (104). El esófago es grueso, su longitud es similar a la de los ciegos intestinales y la bifurcación cecal es post – ecuatorial, justo posterior al margen del acetábulo; los ciegos intestinales son inflados y su extensión varía; pueden llegar al primer tercio del testículo, a la mitad de éste o hasta el nivel del extremo posterior. Con un solo testículo ovalado, situado a la mitad de la parte posterior del cuerpo, bien separado del final posterior del cuerpo, con un largo de 72 – 162.5 (109) y ancho de 55 – 125 (83). Conducto espermático dilatado formando una vesícula seminal externa conspicua, sacular a tubular, usualmente más grande que la vesícula seminal interna. Saco hermafrodita ovalado, voluminoso, dorsal al acetábulo y sobrelapado por éste; tiene una longitud de 95 – 177.5 (137) y un ancho de 75 – 115 (96). Vesícula seminal interna conspicua, con dos secciones continuas, primera sección masiva, ocupa por completo el área basal del saco hermafrodita donde se enrolla dando lugar a una parte menos amplia de la vesícula, la cual empata con el conducto hermafrodita. Conducto hermafrodita muscular con órgano eyaculador eversible. Este último largo y cilíndrico cuando se encuentra evertido. Células prostáticas dispersadas en la región periférica del saco hermafrodita, especialmente alrededor de la sección terminal del ducto. El poro genital es prominente, inmediatamente anterior al acetábulo en la parte media del cuerpo. El ovario es ovalado a elongado, pequeño, entero, postacetabular y pretesticular; tiene un largo de 60 – 87.5 (66.25) y un ancho de 37.5 – 62.5 (48.75). El receptáculo seminal es una porción no delimitada del oviducto que contiene esperma. Canal de Laurer observado. El útero se extiende entre el margen anterior del testículo

y el saco hermafrodita; se inserta lateralmente dentro del saco hermafrodita. Metratermo muscular dentro del saco hermafrodita uniéndose con el conducto eyaculatorio para formar un largo, muscular y protusible conducto hermafrodita que se abre al poro genital. Vitellarium folicular en campos laterales, folículos vitelinos compactos, de tamaño medio, con forma ovoide a irregular, típicamente arreglados en dos grupos simétricos en la parte ventro-lateral formados por 7 a 10 folículos; cada grupo lateral de folículos se extiende entre el ovario y el nivel posterior del testículo, no convergen en el área post-testicular.

Los huevos son grandes, operculados y en su interior se observan miracidios sin manchas oculares, miden de largo 55 – 87.5 (74) y de ancho 45 – 57.5 (51); el número máximo de huevos observados en el útero fue de doce. Vesícula excretora en forma de I; poro excretor terminal.

Discusión taxonómica

Overstreet y Curran (2005) propusieron un nuevo género, denominado *Culuwiya*, en el cual incluyeron cuatro especies que anteriormente pertenecían al género *Saccocoelioides* y una a *Carassotrema*, las cuales fueron separadas debido a las siguientes características: cuerpo fusiforme a piriforme, prefaringe corta, esófago largo, ovario ligeramente separado del testículo, folículos vitelinos y huevos grandes donde se observan miracidios sin manchas oculares; además, en ese mismo año se describió una nueva especie denominada *Culuwiya cichlidorum* por lo que el número total de especies pertenecientes al género se eleva a seis: *Culuwiya beauforti* Hunter y Thomas, 1961, *C. overstreeti* Fernández – Bargiela, 1988, *C. papernai* Fernández – Bargiela, 1988, *C. tilapiae* Nasir y Gómez, 1976 y *C. cichlidorum*.

Considerando las características diagnósticas del género *Culuwiya*, ejemplares revisados en el presente trabajo fueron determinados como *Culuwiya* sp. ya que se observaron las siguientes particularidades: ventosa oral y acetábulo aproximadamente del mismo tamaño, esófago más largo que la faringe, posición pre-ecuatorial del acetábulo, ovario pre-testicular, un solo testículo localizado en la región posterior del cuerpo, el útero se extiende entre el margen anterior del testículo y el saco hermafrodita, los folículos vitelinos son grandes y se encuentran en los campos laterales y hay pocos huevos pero relativamente grandes (Tabla 4; Figura 5). Overstreet y Curran, (2005) mencionaron que éste género parasita principalmente a peces de las familias Mugilidae, Cichlidae y Gobiidae.

Por otro lado, propongo a *Culuwiya* sp. como una especie diferente a las señaladas anteriormente por la forma ovalada del cuerpo, la prefaringe es corta (ocasionalmente la faringe es más larga). Acetábulo, faringe y ventosa oral casi del mismo tamaño, las dos hileras de folículos vitelinos se disponen a manera de cordones laterales situados desde la zona ovárica hasta el extremo posterior del testículo, no convergen y presenta un saco hermafrodita con un órgano eyaculador muscular evertible (Figura 6).

De acuerdo con la literatura, la especie que más se asemeja a *Culuwiya* sp. es *Culuwiya papernai* ya que en ésta última se describió el saco hermafrodita con el órgano eyaculador muscular evertible en el cual pareciera que se incluye la *pars prostatica* y la prefaringe de ambas especies es muy similar en longitud. Sin embargo, hay una serie de diferencias que distinguen una de otra: *C. papernai* tiene un tegumento con pocas espinas pequeñas que se distribuyen irregularmente en la parte anterior del cuerpo, en cambio en *Culuwiya* sp. todo el tegumento está cubierto por hileras horizontales regulares de espinas, la posición del acetábulo varía de ecuatorial a pre-ecuatorial (pre-ecuatorial en *Culuwiya* sp.), es más grande que la

ventosa oral y casi del mismo tamaño que la faringe (el acetábulo, faringe y ventosa oral son aproximadamente del mismo tamaño en *Culuwiya* sp.); los folículos vitelinos se distribuyen rodeando los márgenes del cuerpo entre la zona de los ciegos intestinales y el margen posterior del cuerpo, donde confluyen, no así en *Culuwiya* sp. extendiéndose desde la región ovárica hasta el nivel del extremo posterior del testículo y no convergen). Finalmente, la longitud y número de huevos en el útero es mayor en *C. papernai*.

Culuwiya agonostomus fue descrita en *Agonostomus monticola* y en el góbido *Sicydium multipunctatum*, no obstante éste último ha sido reportado como el hospedero típico de este parásito (Overstreet y Curran, 2005). De acuerdo con lo anterior, *C. agonostomus* y *Culuwiya* sp. comparten algunas características, tales como: la longitud total del cuerpo y el tamaño de los huevos es muy similar, el tegumento de ambas especies está completamente cubierto por espinas, el acetábulo se encuentra en la zona pre-ecuatorial y en *C. agonostomus* se puede apreciar dentro del saco hermafrodita un ducto hermafrodita largo, de paredes gruesas y altamente muscular que conduce al poro genital. Algunas características por las cuales pueden diferenciarse ambas especies son que *C. agonostomus* carece de prefaringe, no así *Culuwiya* sp. quien posee una prefaringe corta, la bifurcación cecal es al nivel del acetábulo, en cambio en *Culuwiya* sp. es post-ecuatorial. La extensión de los ciegos intestinales es hasta el margen anterior del testículo (en *Culuwiya* sp. la mayoría de los ejemplares muestra una extensión hasta el extremo posterior del testículo) y los folículos vitelinos se distribuyen desde el nivel posterior del acetábulo hasta el extremo posterior del cuerpo donde convergen, mientras que en *Culuwiya* sp. dichos folículos pueden observarse desde la zona ovárica hasta el extremo posterior del cuerpo pero no convergen.

Las otras especies pertenecientes al género son *Culuwiya beauforti*, *Culuwiya tilapiae*, *Culuwiya overstreeti*, y *Culuwiya cichlidorum*, sin embargo, los datos merísticos no concuerdan con los proporcionados para *Culuwiya* sp. y las características morfológicas que pueden ayudar a diferenciar entre éstas especies son: los folículos vitelinos, los cuales se distribuyen desde el margen posterior del acetábulo hasta el extremo posterior del cuerpo donde convergen, los ciegos llegan al margen anterior del testículo, la prefaringe es más larga que en *Culuwiya* sp., la proporción entre ventosas es diferente, la distribución de las espinas es variada (en *C. overstreeti* la ventosa oral y el acetábulo tienen espinas asociadas; en *C. tilapiae* las espinas sólo se distribuyen hasta el nivel del testículo) y no en todas las especies se ha registrado la presencia de un aparato eyaculador evertible.

Tabla 4. Medidas comparativas entre *Culuwiya* sp. y *C. cichlidorum*. (Medidas dadas en micras).

	<i>Culuwiya</i> sp. (presente trabajo)	<i>Culuwiya cichlidorum</i> Aguirre-Macedo y Scholz, (2005)
Número de ejemplares medidos	n= 23	n= 15
Forma del cuerpo	Ovalada	Piriforme y fusiforme en individuos inmaduros.
Longitud total	546 – 770 (653)	470 – 720
Anchura máxima	260 – 415 (326)	150 – 335
Ventosa oral	112.5 – 147.5 (129) 92.5 – 125 (106)	67 – 105 75 – 125
Acetábulo	107.5 – 145 (122) 87.5 – 127.5 (105)	57 – 120 50 – 125
Proporción entre ventosas	Largo 1: 0.99 (0.89 – 1.2) Ancho 1: 0.99 (0.76 – 1.13)	1: 1 – 1.17
Prefaringe	7.5 – 27.5 (19)	36 – 72
Faringe	102.5 – 145 (118) 85 – 125 (104)	50 – 82 47 – 75
Saco Hermafrodita	95 – 177.5 (137) 75 – 115 (96)	77 – 162 62 – 135
Ovario	60 – 87.5 (66.25) 37.5 – 62.5 (48.75)	37 – 87 35 – 85
Testículo	72 – 162.5 (109) 55 – 125 (83)	72 – 175 58 – 145
Huevos	55 – 87.5 (74) 45 – 57.5 (51)	67 – 81 36 – 47
Hospedero	<i>Sicydium multipunctatum</i>	<i>Vieja maculicauda</i>

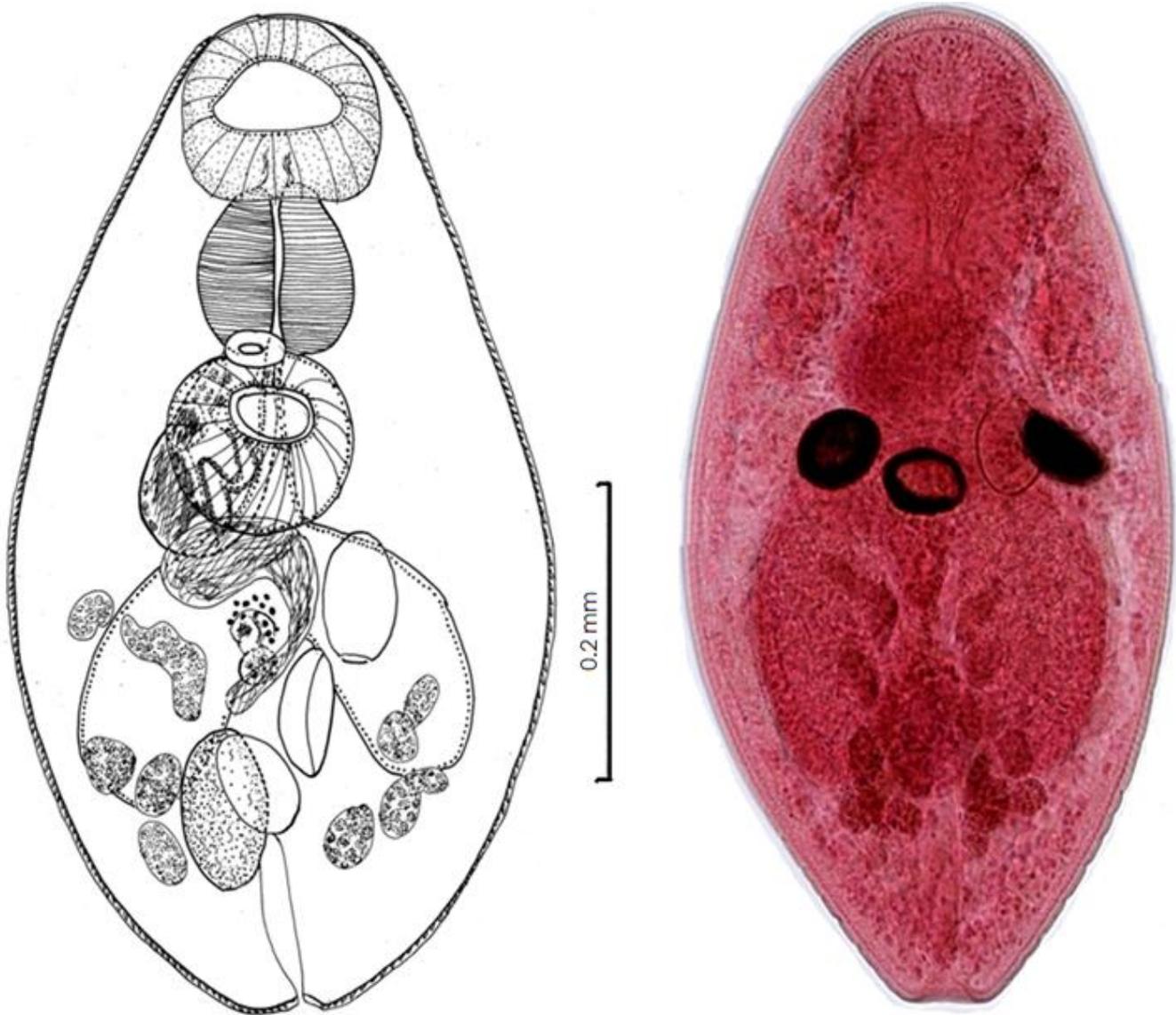


Figura 5. Esquema de *Culuwiya* sp. parásito de *Sicydium multipunctatum* de “El Camichín” en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Esquema por Salgado – Maldonado. Fotografía por Soriano – Espinosa.

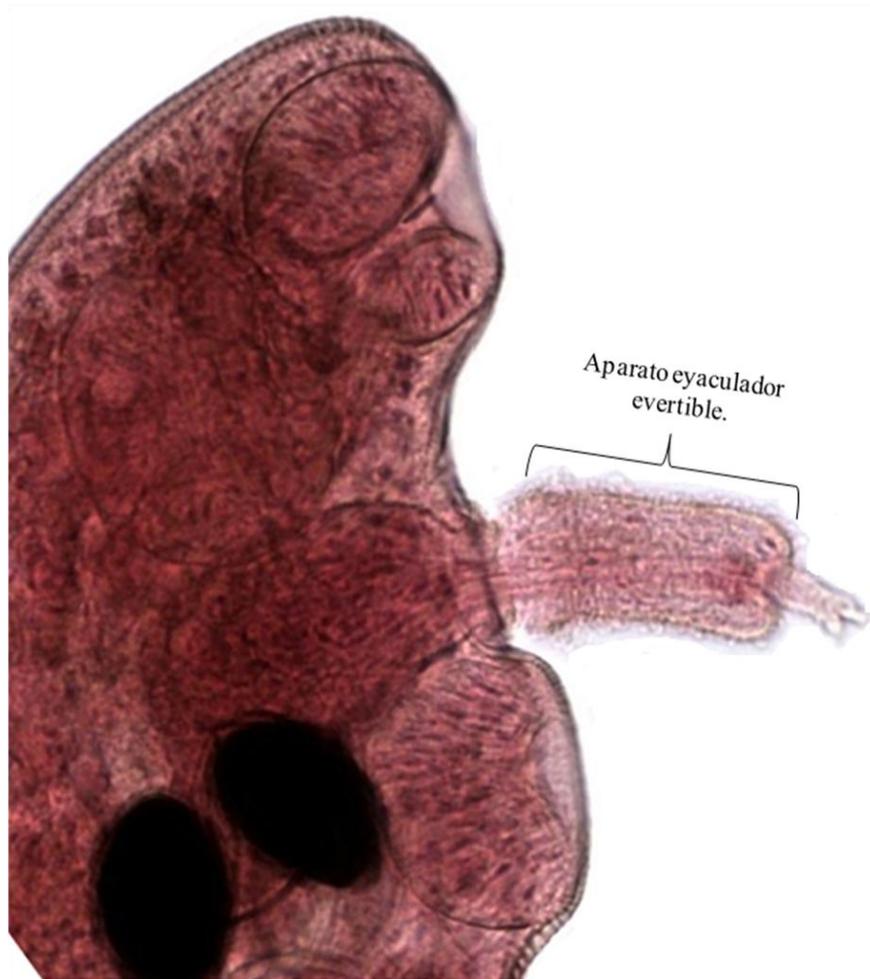


Figura 6. Aparato eyaculador eversible de *Culuwiya* sp. Foto por Soriano – Espinosa.

Saccocoelioides chauhani

Phylum: Platyhelminthes

Clase: Trematoda

Superfamilia: Haploporoidea Nicoll, 1914

Familia: Haploporidae Nicoll, 1914

Género: *Saccocoelioides* Szidat, 1954

Especie: *Saccocoelioides chauhani* Lamothe-Argumedo, 1974

Hospedero: *Astyanax aeneus* Günther, 1860

Localidad: Lago de Catemaco, Veracruz, México

Fechas de colecta: 11, 12 y 13 de octubre, 2012

Redescripción

La siguiente redescripción está basada en 4 ejemplares grávidos teñidos con una técnica de tinción alcohólica usando el colorante Paracarmín de Meyer y preservados como preparaciones permanentes. Las medidas están dadas en milímetros para facilitar la comparación con la descripción original escrita por Lamothe – Argumedo en 1974 y entre paréntesis se anota el promedio de cada una.

Forma del cuerpo alargada con una longitud de 1.72 - 2.21 (1.98) y un ancho de 0.48 - 0.8 (0.68) (Figura 7). El tegumento está cubierto totalmente por espinas, sin embargo son más abundantes y más largas en la parte anterior del cuerpo. Hay pigmentos dispersados desde el nivel de la ventosa oral hasta el nivel del borde anterior del acetábulo. Ventosa oral subterminal casi circular que tiene un largo de 0.24 - 0.31 (0.28) y un ancho de 0.21 - 0.3 (0.26). Acetábulo pre – ecuatorial de forma subesférica con largo de 0.25 - 0.35 (0.31) y ancho de 0.25 - 0.32 (0.29); es ligeramente más pequeño que la ventosa oral; las proporciones entre ventosas son las siguientes: 1: 1.105 (1.03 - 1.29) de largo y 1: 1.11 (1.03 - 1.19) de ancho.

Prefaringe corta pero bien definida con una longitud de 0.05 - 0.1 (0.08). Faringe ovalada más pequeña que la ventosa oral y el acetábulo con una musculatura más marcada. Las dimensiones de esta estructura son: 0.12 - 0.2 (0.16) de largo y 0.12 - 0.19 (0.15) de ancho. El esófago es delgado con una longitud aproximadamente del mismo tamaño que los ciegos intestinales y la bifurcación cecal se encuentra justo detrás del acetábulo; los ciegos intestinales varían en extensión, es decir tres ejemplares presentaron una extensión hasta el primer tercio del testículo y uno de ellos hasta la mitad del testículo.

Posee un solo testículo subsférico de contorno entero; largo de 0.25 - 0.4 (0.34) y ancho de 0.2 - 0.32 (0.26). Conducto espermático no observado. Saco hermafrodita dorsal al acetábulo; teniendo una longitud de 0.26 - 0.34 (0.3) y un ancho de 0.21 - 0.24 (0.22); contiene la *pars prostatica*, células prostáticas y el metratermo. La vesícula seminal interna es voluminosa y ocupa la mayor parte del saco hermafrodita; sin embargo, la vesícula seminal externa no pudo observarse en ninguno de los ejemplares ya que la rehidratación y posición de los huevos no lo permitió. El poro genital es pre - acetabular, pequeño y bien definido. Ovario pequeño y de forma ovalada, con contorno entero; posee una longitud de 0.13 - 0.26 (0.18) y un ancho de 0.1 - 0.17 (0.14), es pretesticular y se sitúa sobre la línea media del cuerpo. El útero se encuentra dispuesto desde el nivel del margen anterior del ovario y hasta la mitad del acetábulo. Los folículos vitelinos son muy grandes, la mayoría de forma ovoide y se encuentran dispuestos desde el margen posterior del acetábulo hasta la zona posterior del cuerpo donde claramente convergen. Huevos poco abundantes, operculados y en su interior no se observaron miracidios por el grado de rehidratación al montar las preparaciones, tienen un largo de 0.3 - 0.42 (0.35) y un ancho de 0.19 - 0.23 (0.20). La vesícula excretora es en forma de Y y el poro excretor es terminal.

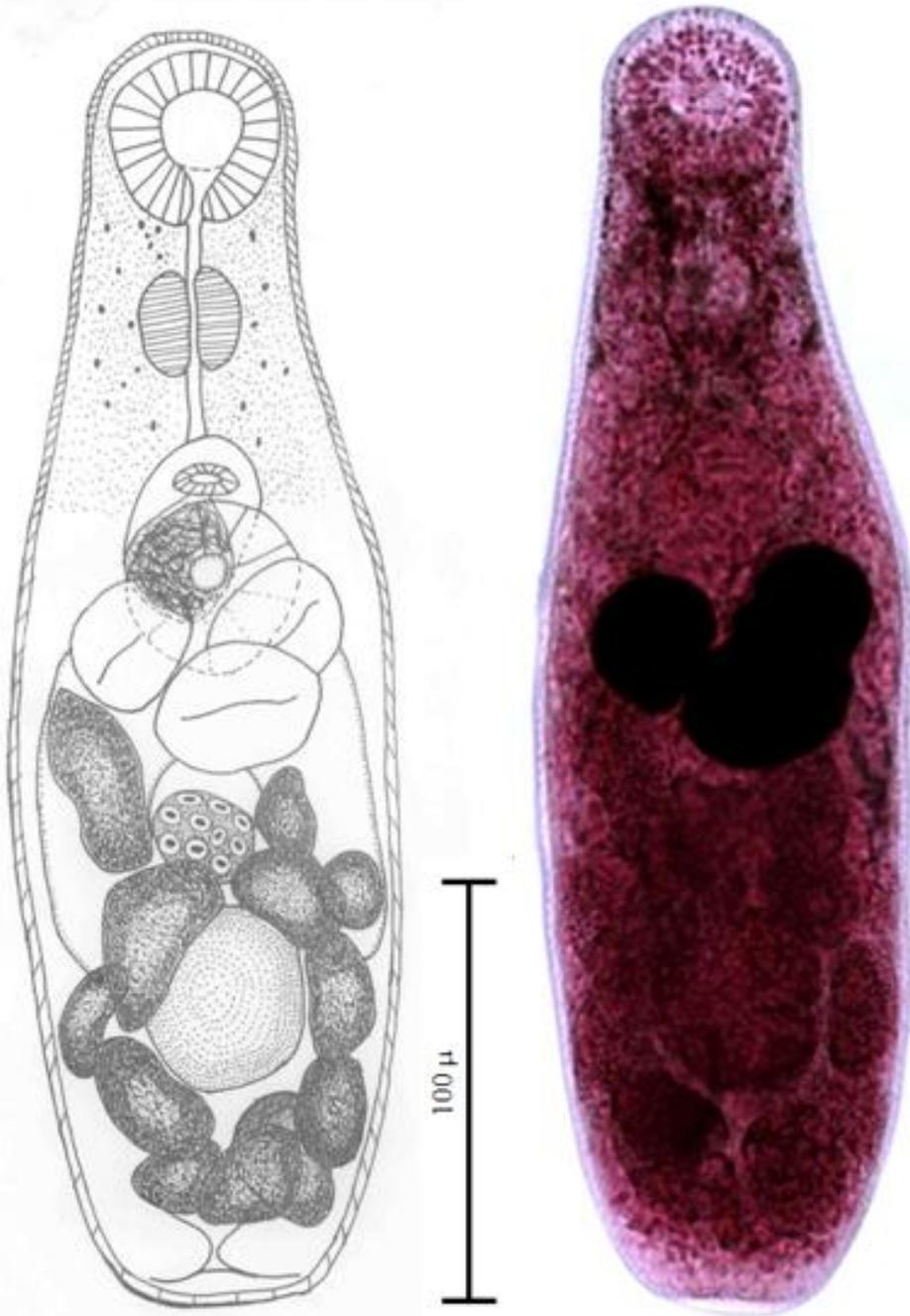


Figura 7. *Saccocoelioides chauhani* recolectado en Lago de Catemaco, Veracruz, México. Esquema y fotografía por Soriano – Espinosa.

Discusión taxonómica.

La descripción original de *S. chauhani*, realizada por Lamothe – Argumedo (1974), indica que sólo se basó en la observación de 2 ejemplares con huevos que fueron aplanados ligeramente, lo que no proporciona certeza en las medidas de longitud total y anchura máxima. Por lo tanto, al compararlas con el material analizado en ésta investigación, se observan diferencias importantes (Tabla 6). Con respecto a las diferencias encontradas entre ambos lotes son: la prefaringe que se muestra corta pero bien definida en la redescipción de este trabajo (Figura 7) (contra una prefaringe muy poco distintiva en la descripción original) (Figura 9) y la longitud de los ciegos intestinales en el material que nosotros colectamos varía pero nunca se aleja del margen anterior del testículo, contra una longitud corta que nunca llega a la parte anterior del testículo en la descripción original de la especie.

Durante la comparación de ambos lotes se realizó un análisis descriptivo de las preparaciones que se encuentran depositadas en la CNHE, Instituto de Biología, UNAM como el holotipo y el paratipo (Figura 8), en donde se menciona que no se observaron miracidios dentro de los huevos. No obstante, en el presente trabajó sí se lograron observar al menos dos miracidios en el holotipo y no poseen manchas oculares (Figura 10). Esto puede ser indicativo de una errónea determinación taxonómica de esta especie ya que la presencia o ausencia de manchas oculares es una característica importante para diferenciar especies dentro de los géneros *Saccocoelioides* y *Culuwiya*.

De acuerdo a los comentarios anteriores, considero que la denominación original de *Saccocoelioides chauhani* propuesta por Lamothe – Argumedo, 1974 debe ser revisada. Es posible que el número de ejemplares analizados en ambos estudios sea insuficiente para mostrar la variabilidad morfológica de la especie o para asegurar que se trata de una especie diferente. Sin embargo, dadas las dificultades con el estudio de las características

estructurales básicas de los tremátodos de esta familia, es necesario hacer más recolecciones de este material en el carácido hospedero de la localidad del Lago de Catemaco, Veracruz, fijando los helmintos adecuadamente para así lograr material suficiente para un estudio más detallado.

Tabla 6. Medidas de *Saccocoelioides chauhani* y el presente trabajo. (Medidas en milímetros).

	Presente trabajo.	Lamothe – Argumedo, (1974)
Número de ejemplares medidos	n = 4	n = 2
Forma del cuerpo	Alargada	Ovoide
Longitud total	1.72 - 2.21 (1.98)	0.536 – 0.966
Anchura máxima	0.48 - 0.8 (0.68)	0.289 – 0.418
Ventosa oral (largo x ancho)	0.24 - 0.31 (0.28) 0.21 - 0.3 (0.26)	0.108 – 0.112
Acetábulo (largo x ancho)	0.25 - 0.35 (0.31) 0.25 - 0.32 (0.29)	0.101 – 0.105
Proporción entre ventosas (largo x ancho)	1: 1.105 (1.03 - 1.29) 1: 1.11 (1.03 - 1.19)	1: 0.93 X 1: 0.96
Longitud de la prefaringe	0.05 - 0.1 (0.08)	0.018 – 0.026
Faringe (largo x ancho)	0.12 - 0.2 (0.16) 0.12 - 0.19 (0.15)	0.048 – 0.060 0.045 – 0.052
Saco hermafrodita (largo x ancho)	0.26 - 0.34 (0.3) 0.21 - 0.24 (0.22)	0.112 – 0.128 0.075 – 0.082
Testículo (largo x ancho)	0.25 - 0.4 (0.34) 0.2 - 0.32 (0.26)	0.112 – 0.120 0.075 – 0.180
Ovario (largo x ancho)	0.13 - 0.26 (0.18) 0.1 - 0.17 (0.14)	0.045 – 0.082 0.052 – 0.075
Huevos (largo x ancho)	0.3 - 0.42 (0.35) 0.19 - 0.23 (0.20)	0.101 – 0.105 0.056 – 0.063
Hospedero	<i>Astyanax aeneus</i>	<i>Astyanax aeneus</i>

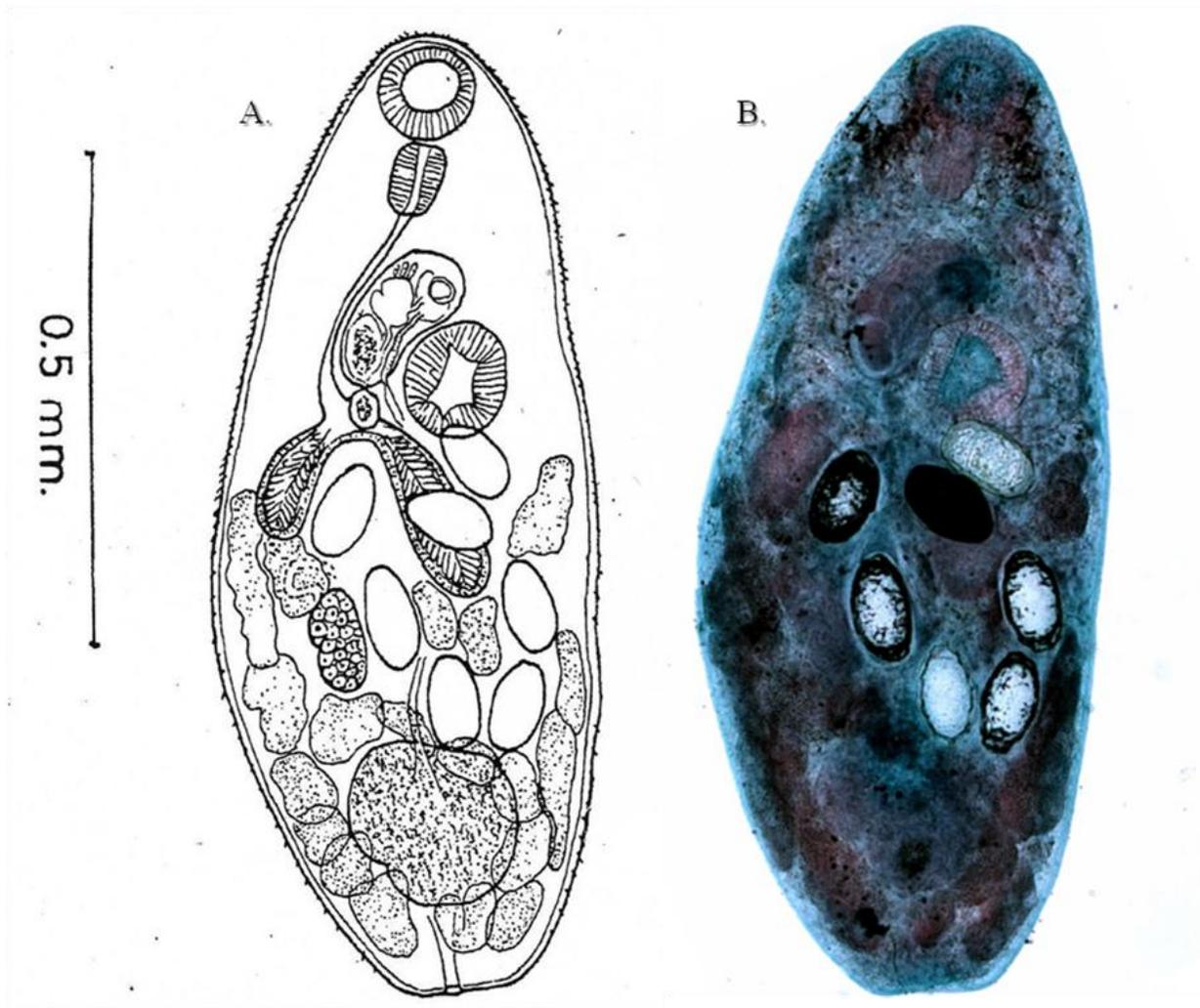


Figura 8. A. Esquema de *Saccocoelioides chauhani* tomado de Lamothe – Argumedo, (1974). B. Holotipo, CNHE.

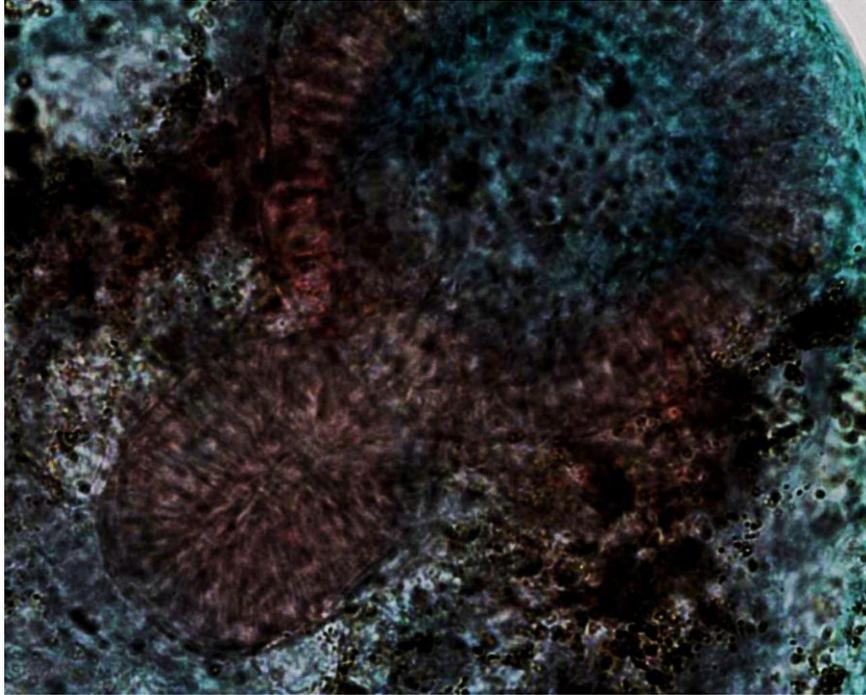
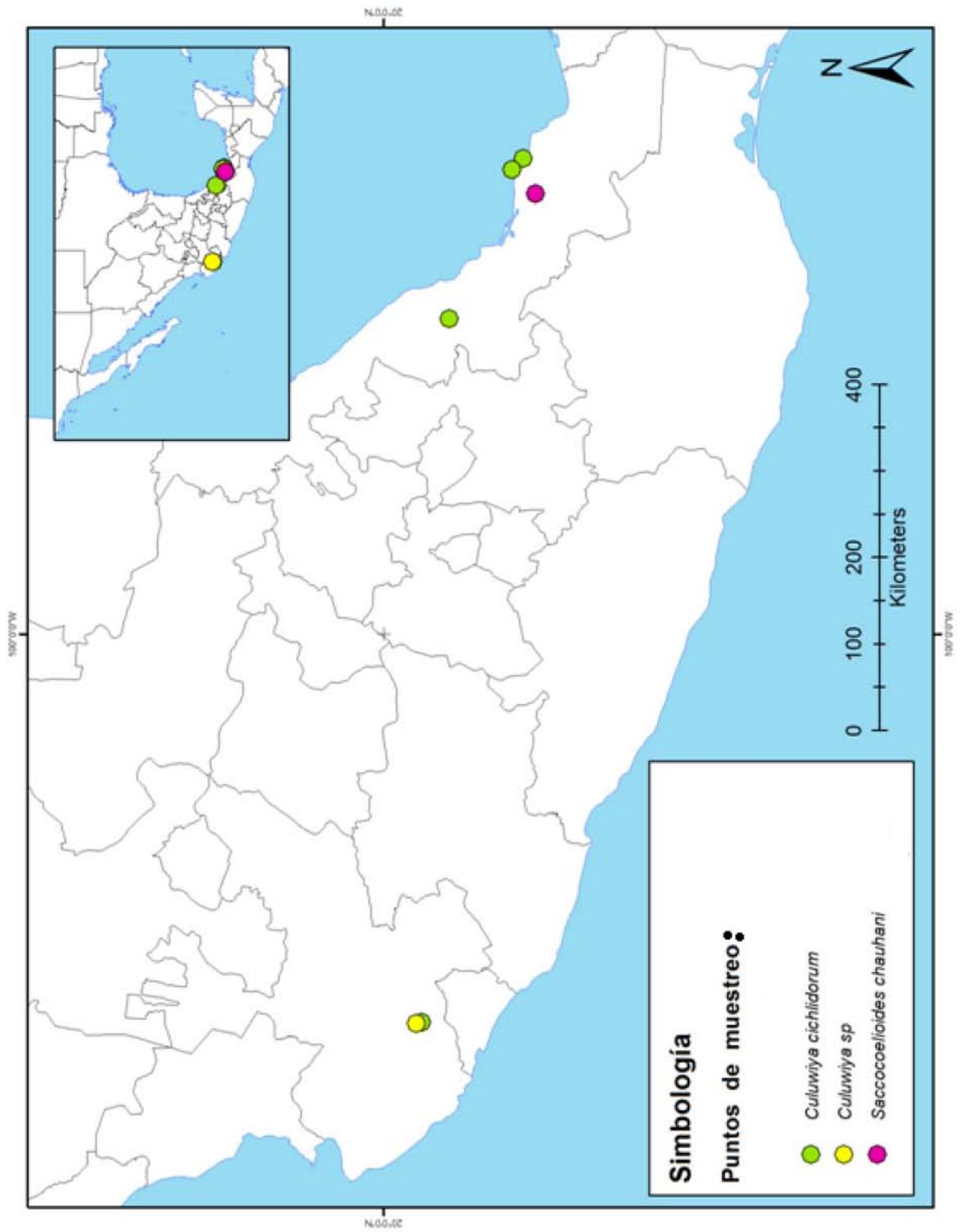


Figura 9. Faringe y prefaringe de *Saccocoelioides chauhani*. Holotipo CNHE. Técnica Tricrómica de Gomori. Fotografía por Soriano – Espinosa.



Figura 10. Huevo con miracidio de *Saccocoelioides chauhani*. Holotipo, CNHE. Técnica Tricrómica de Gomori. Fotografía por Soriano – Espinosa.

Figura II. Distribución geográfica de tremátodos haploónidos analizados en el presente trabajo.



Conclusión

Con este trabajo se constata que los parásitos pertenecientes al género *Culuwiya* son más bien generalistas y tienen mayor capacidad de propagación hacia hospederos de diversas familias. El caso de las especies *Culuwiya* sp. y *C. cichlidorum* es interesante ya que a pesar de encontrarse en una misma localidad poseen características morfológicas que las hacen diferentes y, por lo tanto un siguiente punto a investigar sería si se trata de un fenómeno de especiación, y sí es el caso, encontrar los posibles factores que han provocado dicho proceso.

El género *Saccocoelioides* también muestra una amplia distribución en los peces dulceacuícolas mexicanos, sin embargo se necesitan más muestreos para poder afirmar con mayor robustez la presencia o ausencia de alguna especie, la variabilidad morfológica y la especificidad hospedatoria como es el caso de *S. chauhani*.

Es importante también crear nuevos procedimientos en las técnicas de recolección, fijación y tinción de éstos tremátodos para facilitar la identificación de especies.

Por último, el interés por el estudio de los haplopóridos parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos se ha incrementado a lo largo de los últimos años y ha dado paso a nuevas interrogantes, no obstante, hay que considerar que para obtener estudios ecológicos, análisis poblacionales, biogeográficos, etc. Es importante establecer una fácil y confiable identificación taxonómica que nos indique qué especies de haplopóridos son las que se encuentran en cada localidad y así tener una base que nos dirija hacia el desarrollo de investigaciones más complejas como es el uso de técnicas moleculares que sin duda sería de gran ayuda para complementar y dar cierto respaldo a estudios de taxonomía clásica, ya que algunos investigadores la consideran obsoleta hoy en día; por lo tanto, este trabajo es un punto de partida para conseguirlo.

Bibliografía.

- Aguirre-Macedo, M. L. and 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.
- Aguirre-Macedo, M.L. and Scholz, T. (2005) *Culuwiya cichlidorum* n. sp. (Digenea: Haploporidae) from the black-belt cichlid *Vieja maculicauda* (Pisces: Cichlidae) from Nicaragua. *Journal of Parasitology*, 91: 1379–1384.
- Andrade-Salas, O. (1987) *Dinámica poblacional de los tremátodos del tubo digestivo de la mojarra Cichlasoma synspilum en la laguna de Santa Anita, Centla, Tabasco*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 109 pp.
- Díaz, M. T., Bashirulla, A. K., Hernández, L. E. y Gómez, E. (2009). Life cycle of *Culuwiya tilapiae* (Nasir and Gómez, 1976) (Trematoda: Haploporidae) in Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XIX: 439 – 445.
- Dyer, W. G., Bunkley-Williams, L. y Williams, E. H. (1999). *Saccocoelioides agonostomus* sp. n. (Digenea: Haploporidae) from the Mountain Mullet and the Serajo Goby in Puerto Rico, with a summary of the genus. *Caribbean Journal of Science*. 35: 225 – 230.
- Fernández – Bargiela, J. (1987). Los parásitos de la lisa *Mugil cephalus* L, en Chile: sistemática y aspectos poblacionales (Perciformes: Mugilidae). *Gayana, Zool*. 51: 3 – 58.
- Garrido-Olvera, L., García-Prieto, L. & Mendoza-Garfias, B. (2004) Helminth parasites of the Pacific fat sleeper, *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) (Osteichthyes: Eleotridae) from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *American Midland Naturalist*, 151, 165–169.
- Guajardo-Martínez, G. (1984) Preliminary survey of parasites of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. *Journal of the Arizona Nevada Academy of Science*, 19, 81–83.
- Lamothe – Argumedo, R. (1997). Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editor, México D. F. 43 pp.

- Lamothe-Argumedo, R. (1974) Estudio helmintológico de los animales silvestres de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz. Trematoda I. Una nueva especie de *Saccocoeloides* Szidat, 1954, parásita de *Astyanax fasciatus aeneus* Günther. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 45, 39–44.
- López-Jiménez, S. (2001) Estudio parasitológico de los peces de aguas dulces del estado de Tabasco. *Gaceta Sigolfo Sistema de Investigación del Golfo de México*, 2001, 8–10.
- Osorio – Sarabia, D. et. al. (2008). Diagnóstico parasitológico en peces con énfasis en sus helmintos. En: Manual de procedimientos de laboratorio. 1er curso teórico – práctico de actualización en protozoarios y helmintos de importancia médica y veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Secretaría de Educación Continua y Tecnología. UNAM. México, D.F. 44 pp.
- Overstreet R. M. & Carrant, S. S. (2005) *Family Haploporidae Nicoll, 1914*. pp. 129-165 In: Gibson, D.I., Jones, A. & Bray, R.A. (Eds.) (2005) *Keys to the Trematoda Volume II*. CAB International and The Natural History Museum, London.
- Overstreet, R. M. (1971) Some adult trematodes in striped mullet from the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Parasitology*. 57: 967 – 974.
- 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) Helminth parasites of viviparous fishes in Mexico. In: Grier, H. & Uribe, M.C. (Eds.), *Viviparous Fishes*. New Life Publications, Homestead, Florida. pp. 437–456.
- Pineda-López, R. (1994) *Ecology of the helminth communities of cichlid fish in the flood plains of Southeastern Mexico*. Ph. D. Thesis. University of Exeter UK, 237 pp.
- Salgado – Maldonado, G. y Quiroz – Martínez, B. (2013). Taxonomic composition and endemism of the helminth fauna of freshwater fishes of Mexico. *Parasitology Research*, 112: 1 – 18.
- Salgado – Maldonado, G. (2009) Manual de prácticas de Parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México. Dirección General de Asuntos del Personal Académico, DGAPA, UNAM. México, D. F. 56 pp.

- Salgado – Maldonado, G. (2008) Helminth parasites of freshwater fish from Central America. *Zootaxa*, 1915: 29 – 53.
- Salgado-Maldonado, G. (2006) Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, 1324, 357 pp.
- Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R., Cabañas-Carranza, G. Soto-Galera, E. y Mendoza-Palmero, C. (2005b) Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. *Parasitology Research*, 96, 69–89.
- Salgado-Maldonado, G., Pineda-López, R., García-Magaña, L., López-Jiménez, S., Vidal-Martínez, V.M. y Aguirre-Macedo, M.L. (2005c) Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. *In*: Bueno, J., Álvarez, F. & Santiago, S. (Eds.) *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico pp. 145–166.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E., Pineda-López, R.F., Caspeta-Mandujano, J.M., Aguilar-Castellanos, E. & Mercado-Silva, N. (2004a) Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, east central Mexico. *Comparative Parasitology*, 71, 190–202.
- Salgado-Maldonado, G., Mercado-Silva, N., Cabañas-Carranza, G., Caspeta-Mandujano, J.M., Aguilar-Aguilar, R. & Iñiguez-Dávalos, L.I. (2004b) Helminth parasites of freshwater fishes of the Ayuquila river, Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, west-central Mexico. *Comparative Parasitology*, 71, 67–72.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., Caspeta-Mandujano, J.M., Soto-Galera, E., Mayén-Peña, E., Brailovsky, D. & Báez-Valé, R. (2001a) Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas River drainage basin southwestern Mexico. *Comparative Parasitology*, 68, 196–203.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E., Caspeta-Mandujano, J.M., Moreno-Navarrete, R.G., Sánchez-Nava, P. & Aguilar-Aguilar, R. (2001b) A checklist of helminth parasites of freshwater fishes from the Lerma-Santiago river basin, Mexico. *Comparative Parasitology*, 68, 204–218.
- Salgado-Maldonado, G. & Kennedy, C.R. (1997) Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology*, 114, 581–590.

- Scholz, T. & Vargas-Vázquez, J. (1998) Trematodes from fishes of the Río Hondo River and freshwater lakes of Quintana Roo, Mexico. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 65, 91–95.
- Scholz, T., Vargas-Vázquez, J., Moravec, F., Vivas-Rodríguez, C. & Mendoza-Franco, E. (1995b) Cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula, Mexico as a habitat of adult trematodes of fish. *Folia Parasitologica*, 42, 37–47.
- Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, M.L., Scholz, T., González-Solís, D. & Mendoza-Franco, E.F. (2001a) *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Praha pp. 165.
- Vidal-Martínez, V.M. (1995) *Processes structuring the helminth communities of native cichlid fishes from Southern Mexico*. Ph. D. Thesis University of Exeter, UK pp. 164.
- Violante-González, J. y M. L. Aguirre-Macedo. (2007) Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa* 1531: 39 – 48.

Apéndice I

Registros de especies de los géneros *Saccocoelioides* y *Culuwiya* en México (modificada de Salgado-Maldonado, 2006).

<i>Saccocoelioides chauhani</i> Lamothe-Argumedo, 1974.		
Characidae:		
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lago de Catemaco, Ver 18°25'00''N, 95°07'00''W	Lamothe-Argumedo (1974)
<i>Saccocoelioides</i> sp.		
Eleotridae:		
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna Tres Palos, Gro 16°41'00'' - 16°50'00''N, 99°37'00''-99°47'00''W	Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
<i>Saccocoelioides lamothei</i> Aguirre – Macedo y Scholz, 2008.		
Eleotridae:		
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna Tres Palos, Gro 16°41'00'' - 16°50'00''N, 99°37'00''-99°47'00''W	Aguirre-Macedo y Violante González (2008)
<i>Dormitator latifrons</i>	Coyuca, Gro.	Aguirre-Macedo y Violante- González (2008)
<i>Saccocoelioides sogandaresi</i> Lumnsden, 1963		
Poeciliidae:		
<i>Poecilia sphenops</i>	Laguna Tres Palos, Gro 16°41'00'' - 16°50'00''N, 99°37'00''-99°47'00''W	Violante- González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Culuwiya cichlidorum</i> Aguirre-Macedo y Scholz, 2005		
Hospederos y registros:		
Cichlidae:		
<i>Cichlasoma istlanum</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal. 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (2004b)
<i>Cichlasoma urophthalmum</i>	Río Usumacinta en El Corozal (=El Guanál), Tab 17°44'00''N, 91°35'33''W	Pineda-López (1994), Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (1997)
<i>Cichlasoma urophthalmum</i>	Lago El Espino (=El Horizonte) (Cuenca del Río Grijalva), Tab 18°14'57''N,	Pineda-López (1994), Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (1997)

	92°49'59''W	
<i>Herichthys minckleyi</i>	Poza La Becerra, Río Mezquites, Cuatro Ciénegas, Coah 26°59'00''N, 102°04'00''W	Guajardo-Martínez (1984)
<i>Oreochromis aureus</i>	Laguna Amela, Col 18°50'20''N, 103°46'20''W	Vidal-Martínez <i>et. al.</i> (2001a)
<i>Oreochromis aureus</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (2004b)
<i>Parachromis managuensis</i>	Río Usumacinta en El Corozal (=El Guanál), Tab 17°44'00''N, 91°35'33''W	Pineda-López (1994), Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (1997)
<i>Petenia splendida</i>	Ponds Tucta, Tab 18°10'40''N, 92°56'01''W	Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (1997)
<i>Theraps coeruleus</i>	Río Cedros, Chis 16°45'21''N, 91°09'30''W	Vidal-Martínez <i>et. al.</i> (2001a)
<i>Tilapia sp.</i>	Camellones Chontales, Tab 17°45'08''N, 92°35'10''W	Vidal-Martínez (1995)
<i>Paraneetroplus bifasciatus</i>	Río San Pedro (Cuenca del Río Usumacinta), Tab 17°45'00''N, 91°23'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005c)
<i>Paraneetroplus synspilus</i>	Lago Santa Anita (Cuenca de los Ríos Grijalva y González), Tab 18°22'15''N, 92°53'10''W	Andrade-Salas (1987), Pineda-López (1994), Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (1997)
<i>Paraneetroplus synspilus</i>	Lago Las Ilusiones (Cuenca del Río Grijalva), Tab 17°59' 46''N, 92°56'17''W	Pineda-López (1994), Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (1997)
<i>Paraneetroplus synspilus</i>	Cenote Azul Bacalar, QROO 18°38'11''N, 88°24'46''W	Scholz <i>et al.</i> (1995b)
<i>Culuwiya sp. /CNHE 4790, 4797, 4807.</i>		
Characidae:		
<i>Astyanax aeneus</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et. al.</i> (2004b)
<i>Astyanax aeneus</i>	Puente Valle Nacional, Oax 17°46'15''N, 96°18'33''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Astyanax aeneus</i>	Los Tuxtlas Río Máquinas, Ver 18°36'41''N, 95°06'27''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
Eleotridae:		
<i>Dormitator maculatus</i>	Río Papaloapan en	Salgado-Maldonado <i>et al.</i>

	Tlacotalpan, Ver 18°36'00''N, 95°39'00''W	(2005b)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Río Papaloapan en Tlacotalpan, Ver 18°36'00''N, 95°39'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
Gobiidae:		
<i>Sicydium multipunctatum</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004b)
Goodeidae:		
<i>Allodontichthys zonistius</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004b)
<i>Ilyodon furcidens</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004b)
<i>Ilyodon whitei</i>	Río Amacuzac en El Chisco, Mor 18°33'00''N, 99°13'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001a)
Mugilidae:		
<i>Agonostomus monticola</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004b)
Poeciliidae:		
<i>Heterandria bimaculata</i>	Río La Antigua, Agua Bendita, Ver 19°24'41''N, 97°00'52''W	Salgado-Maldonado (2006)
<i>Poecilia latipunctata</i>	Cenote Azul Puerto Aventuras, QROO 20°22'00''N, 87°20'00''W	Scholz <i>et al.</i> (1995b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Río Puyacatengo (Cuenca del Río Grijalva), Tab 17°34'58''N, 92°53'22''W	López-Jiménez (2001)
<i>Poecilia mexicana</i>	Río Tecoloco, Hgo 21°11'16''N, 98°17'18''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)
<i>Poecilia mexicana</i>	Río Amajac, Hgo 20°19'08''N, 98°44'17''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)
<i>Poecilia mexicana</i>	Río Verde en La Planta, SLP 21°56'28''N, 99°58'45''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)
<i>Poecilia mexicana</i>	Arroyo San Juan Evangelista, Ver	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Arroyo El Saltillo - Taller, Ver 18°33'55''N, 95°25'44''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)

<i>Poecilia mexicana</i>	Cascada El Saltillo, Ver 18°31'00''N, 95°25'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Los Tuxtlas Lago Escondida, Ver 18°38'09''N, 95°07'28''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Los Tuxtlas Arroyo Balzapote, Ver 18°40'00''N, 95°10'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Los Tuxtlas Río La Palma, Ver 18°33'21''N, 95°02'59''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia mexicana</i>	Los Tuxtlas Río Máquinas, Ver 18°36'41''N, 95°06'27''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilia petenensis</i>	Río Puyacatengo (Cuenca del Río Grijalva), Tab 17°34'58''N, 92°53'22''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005c)
<i>Poecilia sphenops</i>	Atenango del Río, Mor 18°06'02''N, 99°06'28''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001a)
<i>Poecilia sphenops</i>	Río Amacuzac en El Chisco, Mor 18°33'00''N, 99°13'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001a)
<i>Poecilia velifera</i>	Cenote Chek-há (cerca de Celestún), Yuc 20°51'39''N, 90°06'49''W	Scholz <i>et al.</i> (1995b)
<i>Poecilia velifera</i>	Cenote Chen-há, Yuc 20°41'24''N, 89°52'36''W	Scholz <i>et al.</i> (1995b)
<i>Poecilia velifera</i>	Río Hondo en El Ramonal, QROO 18°16'00''N, 88°38'00''W	Scholz y Vargas-Vázquez (1998)
<i>Poecilopsis catemaco</i>	Lago de Catemaco, Ver 18°25'00''N, 95°07'00''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b)
<i>Poecilopsis gracilis</i>	Atenango del Río, Mor 18°06'02''N, 99°06'28''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001a)
<i>Poecilopsis gracilis</i>	Río Tecoloco, Hgo 21°11'16''N, 98°17'18''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)
<i>Poecilopsis gracilis</i>	Río San Pedro, Hgo 21°10'17''N, 98°35'17''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Río Ayuquila en El Camichín, Jal 19°38'51''N, 104°02'56''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004b)
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Los Tuxtlas Lago Escondida, Ver 18°38'09''N, 95°07'28''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b), Pineda-López <i>et al.</i> (2005)
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Los Tuxtlas Arroyo	Salgado-Maldonado <i>et al.</i>

	Balzapote, Ver 18°40'00''N, 95°10'00''W	(2005b), Pineda-López <i>et al.</i> (2005)
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Los Tuxtlas Río La Palma, Ver 18°33'21''N, 95°02'59''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b), Pineda-López <i>et al.</i> (2005)
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Los Tuxtlas Río Máquinas, Ver 18°36'41''N, 95°06'27''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2005b), Pineda-López <i>et al.</i> (2005)
<i>Xiphophorus sp.</i>	Río Tempoal en Arroyo Tenango, Hgo 20°43'18''N, 98°38'34''W	Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2004a)

Apéndice II

Preparación de colorantes

Paracarmín de Mayer

Ácido carmínico	1.0 g
Cloruro de Aluminio hidratado	0.5 g
Cloruro de Calcio anhidro	4.0 g
Alcohol etílico al 70%	100 ml

Tricrómica de Gomori

Cromotrope 2R	0.6 g
Verde rápido (fast green)	0.3 g
Ácido fosfotungstico	0.7 g
Ácido acético glacial	1.0 g
Agua destilada	100 ml