



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Biología

Fauna helmintológica de la rana *Lithobates
psilonota* (Webb, 2001) en dos localidades
del Occidente de México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

Biol. Angeles Rocío Romero Mayén

TUTORA PRINCIPAL: Dra. Virginia León Rêgagnon
COMITÉ TUTOR: Dr. Aurelio Bautista Ramírez
M. en C. Luis García Prieto

MÉXICO, D.F.

JUNIO, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 28 de febrero de 2011, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** de la alumna **ROMERO MAYEN ANGELES ROCÍO** con número de cuenta 97308719 con la tesis titulada "Fauna helmintológica de la rana *Lithobates psilonota* (Webb, 2001) en dos localidades del Occidente de México", realizada bajo la dirección de la **DRA. VIRGINIA LEON REGAGNON**:

Presidente: DR. GERARDO PÉREZ PONCE DE LEÓN
Vocal: DRA. ROSARIO MATA LÓPEZ
Secretario: DR. ANDRÉS GARCÍA AGUIYO
Suplente: M. EN C. LUIS GARCÍA PRIETO
Suplente: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 27 de abril de 2011.

M. del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo otorgado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

Al proyecto “Códigos de barras de helmintos de anfibios y reptiles de México” HB026 financiado por la CONABIO por el apoyo otorgado.

Al proyecto “Sistemática y evolución de helmintos parásitos de *Rana forreri* (Amphibia: Anura) y *Sceloporus* spp. (Reptilia: Squamata) en la vertiente del Pacífico Mexicano” No. 54475 financiado por el CONACyT por el apoyo otorgado.

A los miembros del Comité Tutorial: Dr. Aurelio Ramírez Bautista, M. en C. Luis García Prieto y Dra. Virginia León Règagnon, por sus observaciones y comentarios a lo largo del trabajo.

A los miembros del Jurado: Dr. Gerardo Pérez Ponce de León, Dra. Rosario Mata López y al Dr. Andrés García Aguayo por sus comentarios y sugerencias al trabajo.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A la Dra. Virginia León Regàgnon por todo su apoyo, dedicación y paciencia en adentrarme en el estudio de los parásitos y poder desarrollar esta tesis.

Al M. en C. Luis García Prieto por el préstamo de ejemplares y material de consulta de la colección y por su ayuda y gran paciencia en la revisión de la redacción.

A Aline Rojas, Amalia Andrade, Amaury Romero, Jeff Streicher, Joel Morfín, Lorena Garrido, Guadalupe Velarde, María Antonieta Arizmendi y Paulino Ponce por la ayuda en las recolectas de los hospederos.

A la familia Méndez por las facilidades prestadas para la obtención de los ejemplares en campo.

A la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), que es parte del megaproyecto de la UNAM “Sistema de Informática para la Biodiversidad y el Ambiente” (SIBA), por las facilidades para el registro fotográfico de los ejemplares.

Al M. en C. David Osorio Sarabia por su ayuda.

A la M. en C. Berenit Mendoza por la ayuda proporcionada con las fotos de microscopía electrónica de barrido del material trabajado.

A Jeff Streicher y Joel Morfín las fotos de los hospederos.

A la Dra. Rosaura Mayén, por su apoyo durante este tiempo.

A mis hermanas, Viole y Tan, por todo su cariño.

A Angel, por su paciencia, por estar a mi lado todo este tiempo y ser una de las personas más importantes en mi vida y dejarme ser parte de la suya.

A mi segunda familia, Angel, Martha, David y Columba, por su cariño y dejarme entrar en su vida.

A Lupita, por su amistad, por el apoyo, por los chistes que solo nosotras entendemos, por nuestras conversaciones y por la compañía.

A mis amigos del Instituto: Chayito, David, Rogelio, Rodo, Aline, Lore, Andrés, Jorge, Ulises, Javier, Amalia, Crhistina, Lidio, Sara, Carlos, Aldo, Lety y Lupita por su compañía y apoyo.

A mis compañeros de la maestría: Liz, Víctor y Marilyn por su apoyo.

DEDICATORIAS

A mi papá, Rafael, por haber sido y ser un ejemplo a seguir para nunca darme por vencida

A mi mamá, Rosaura, por ser todo aquello que admiro y aspiro

A mis hermanas, Viole y Tan, por todo su apoyo y cariño

A Angel, por estar a mi lado y darme todo el amor, apoyo y confianza para llegar hasta aquí

A Ernesto

A mi otra familia, Angel, Martha y David, por todo su cariño

A la memoria de mis abuelitos Jacinto, Pedro y Aurora; y de mi abuelita política,
Columba.

A mi abuelita Isabel.

A mis tías y tíos: Isabel, Ale, Paty, Gaby, Maru, Mercedes, Claudia, Jorge, Fernando,
Gerardo, Aarón, Carlos, David y Miguel

A mis primos y primas: Abril, Alayde, Alged, Alo, Ambar, Amaranta, Amaury,
Amilcar, Andrea, Anthar, Atahualpa, Aura, Aurora, Gerardo, Isra, Karla, Pedro,
Tamara, Ana, Alan, Jacqueline y Mario.

A mis sobrinos y sobrinas: Arzú, Hemzani, Luis, Regina, Astrid, Aline, Santiago y
Aimara.

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	4
Helmintos como bioindicadores indirectos.....	5
Estudios previos.....	6
BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO	7
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVO	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
MATERIALES Y MÉTODOS	13
ANÁLISIS ECOLÓGICO	14
RESULTADOS	17
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS HELMINTOS EN	
<i>Lithobates psilonota</i>	
<i>Glyphelmis quieta</i>	20
<i>Haematoloechus</i> n. sp.	25
<i>Megalodiscus americanus</i>	30
<i>Halipegus</i> n. sp.	34
<i>Foleyellides</i> n. sp.	39
<i>Eustrongylides</i> sp.	44
ECOLOGÍA	48
DISCUSIÓN	51
CONCLUSIONES	60
LITERATURA CITADA	62

Índice de Figuras.

Figura 1. <i>Lithobates psilonota</i> en Zapopan, Jalisco.....	8
Figura 2. <i>Lithobates psilonota</i> en Atenquique, Jalisco.....	8
Figura 3. Mapa de las localidades de muestreo.....	10
Figura 4. Zapopan Jalisco.....	11
Figura 5. Zapopan Jalisco.....	11
Figura 6. Atenquique Jalisco.....	12
Figura 7. Atenquique Jalisco.....	12
Figura 8. Curva acumulativa de las especies de helmintos en individuos de <i>L. psilonota</i> en la localidad de Zapopan, Jalisco.....	17
Figura 9. Curva acumulativa de las especies de helmintos en individuos de <i>L. psilonota</i> en la localidad de Atenquique, Jalisco	18
Figura 10. Vista ventral de <i>Glyphelmis quieta</i>	23
Figura 11. Ciclo de vida de <i>Glyphelmis quieta</i>	24
Figura 12. Vista ventral de <i>Haematoloechus</i> n. sp.	27
Figura 13. Ciclo de vida de <i>Haematoloechus</i> sp.	28
Figura 14. Vista ventral de <i>Megalodiscus americanus</i>	32
Figura 15. Ciclo de vida de <i>Megalodiscus temperatus</i>	33
Figura 16. Vista ventral de <i>Halipegus</i> n. sp.	37
Figura 17. Huevos de <i>Halipegus</i> n. sp.	38
Figura 18. Ciclo de vida de <i>Halipegus</i> sp.	38
Figura 19. <i>Foleyellides</i> n. sp. a) Región anterior mostrando el esófago y vulva de una hembra (10x) b) Región caudal del macho mostrando las espículas y las papilas caudales (40x).....	41
Figura 20. a) Región caudal del macho de <i>Foleyellides</i> n. sp. con cinco pares de papilas caudales b) Región caudal de <i>Foleyellides striatus</i> con cuatro pares caudales.....	42
Figura 21. Ciclo de vida de <i>Foleyellides</i> sp.	43
Figura 22. <i>Eustrongylides</i> sp. a) Región cefálica mostrando las 12 papilas acomodadas en dos círculos y la boca.....	46
Figura 23. Ciclo de vida de <i>Eustrongylides</i> sp.	47

Apéndice 1. Parásitos del género <i>Lithobates</i> en México	72
Apéndice 2. Técnicas para tinción de helmintos	77

Índice de Tablas.

Tabla 1. Helmintos registrados en <i>Lithobates psilonota</i> de Zapopan, Jalisco...	17
Tabla 2. Helmintos registrados en <i>Lithobates psilonota</i> de Atenquique, Jalisco..	18
Tabla 3. Registros de los helmintos en las dos localidades.	19
Tabla 4. Comparación de <i>Haematoloechus</i> n. sp. con algunas especies de <i>Haematoloechus</i> sp. descritas en México.	29
Tabla 5. Diferencias entre las tres especies de <i>Halipegus</i> y los ejemplares obtenidos.	35
Tabla 6. Parámetros poblacionales para <i>Lithobates psilonota</i> en Zapopan y Atenquique, Jalisco.	49
Tabla 7. Atributos obtenidos de las infracomunidades de helmintos de Zapopan y Atenquique, Jalisco.	50
Tabla 8. Registros previos de infracomunidades de helmintos especies del género <i>Lithobates</i> en México.	54

RESUMEN

Lithobates es uno de los géneros más diversos de anfibios en México, con 27 especies descritas y varios taxones reconocidos molecularmente, pero sin describir. Los parásitos aportan información importante acerca de la biología de sus hospederos y de las condiciones ambientales que les rodean, pero el conocimiento de la helmintofauna de anfibios está muy lejos de completarse. De las especies de *Lithobates* descritas, solo se ha estudiado la helmintofauna de 11 y existen registros aislados de helmintos de algunas otras. El objetivo del trabajo es describir la helmintofauna de *Lithobates psilonota*, comparando el registro helmintológico en dos localidades del estado de Jalisco, una se encuentra sobre la carretera a Saltillo, Zapopan, y la otra se ubica a las orillas del Río Tuxpan, en Atenquique. Se recolectaron 20 ejemplares de *L. psilonota* en los meses de junio de 2010 en Atenquique (diez) y Zapopan (diez), Jalisco. Se realizó el examen helmintológico de los hospederos en las siguientes horas de su captura; los helmintos recolectados se fijaron y conservaron en frascos con alcohol al 70% para su procesamiento y estudio morfológico.

Se identificaron cuatro especies de tremátodos (*Haematoloechus* n. sp., *Megalodiscus americanus*, *Halipegus* n. sp., *Glyphelmins quieta*) y dos especies de nemátodos (*Eustrongylides* sp. y *Foleyellides* n. sp.). *Glyphelmins quieta* se registró solamente en Zapopan, mientras *Halipegus* n. sp. y *Eustrongylides* sp. sólo se registraron en Atenquique. La prevalencia elevada de *Eustrongylides* sp. en un hospedero considerado accidental nos indica que Atenquique puede presentar un nivel de eutrofización alto.

El análisis de las infracomunidades realizado en las dos poblaciones de *Lithobates psilonota* estudiadas durante el mes de Junio de 2010, mostró que los hospederos de la primera localidad registraron los valores más altos para todos los atributos obtenidos e incluso algunos de ellos (abundancia y diversidad) fueron casi del doble. En ambas localidades la especie dominante fue un digéneo (*Halipegus* n. sp. en Atenquique y *Glyphelmins quieta* en Zapopan). Una característica común en las dos localidades fue la presencia de un gran número de infracomunidades alojando 0 o 1 especie de helmintos (50% en Atenquique y 60% en Zapopan).

Los valores de los atributos considerados son los más bajos dentro de los registrados para infracomunidades de helmintos en otras especies de este género de hospederos. La diferencia en la composición del registro helmintológico en ambas localidades se relaciona con sus ciclos de vida, la presencia de hospederos intermediarios, la mecánica de infección de los parásitos y el grado de perturbación de cada localidad.

Abstract

Lithobates is one of the most diverse genera of amphibians in México, with 27 described species and several taxa detected using DNA sequences, but not described yet. Parasites provide important information about the biology of their host and environmental conditions around them, nonetheless, the knowledge of the helminth fauna of amphibians in Mexico is far from complete. Of the *Lithobates* species described, the helminth fauna of only 11 has been studied, and isolated records exist of some other helminths. The aims of this paper are to describe the helminth fauna of *Lithobates psilonota*, comparing helminthological records in two locations in the state of Jalisco, Mexico, the first is in Zapopan Municipality, and the other is located on the edges of the Tuxpan river in Atenquique. 20 specimens of *Lithobates psilonota* were collected in June 2010 from Zapopan (10) and Atenquique (10), and examined for helminth parasites in the hours following their capture, the collected worms were fixed and preserved in 70% alcohol for processing and morphological study. Four trematode (*Haematoloechus* n. sp., *Megalodiscus americanus*, *Halipegus* n. sp., *Glypthelmins quieta*) and two nematode species (*Eustrongylides* sp. y *Foleyellides* n. sp.) were found. *Glypthelmins quieta* was only found in Zapopan, while *Halipegus* n. sp. and *Eustrongylides* sp. only occurred in Atenquique. The high prevalence of *Eustrongylides* sp., which is considered to be an accidental infection in amphibians, indicates that Atenquique presents a high level of eutrophication. Infracommunity analyses carried out in two populations of *Lithobates psilonota* during June 2010, showed that the hosts of the first site had the highest values for all the calculated ecological attributes, some of them (abundance and diversity) almost as double than those recorded in the second locality. In both locations the dominant species was a digenean (*Halipegus* n. sp. in Atenquique and *Glypthelmins quieta* in Zapopan). A common characteristic in both locations was the presence of a large number of frogs hosting 0 or 1 helminth species (50% in Atenquique and 60% in Zapopan).

The ecological attributes values reported in this work are the lowest in the helminth infracommunities registered in other species of *Lithobates*. The differences in the composition of the helminthological record in both locations was related with the life cycle of the parasites, the presence of an intermediate host, the mechanism of infection of the parasites, and the degree of perturbation in each location.

INTRODUCCIÓN

Contando a nivel mundial con aproximadamente el 10% de los anfibios y reptiles, México se considera uno de los países más ricos en diversidad de estos taxa con 1203 especies confirmadas (Ramírez–Bautista *et al.*, 2009, Jonhson *et al.*, 2010). Además tiene un alto porcentaje de endemismos, con más del 60% (Flores–Villela & Gerez, 1994; Ochoa–Ochoa & Flores–Villela, 2006 y Ramírez–Bautista *et al.*, 2009) con 723 especies (Jonhson *et al.*, 2010). Los anfibios son un taxón con una gran diversidad de especies (361 especies) (Flores–Villela & Canseco–Márquez, 2004). A pesar de que el número de nuevos registros continúa incrementándose en los últimos años, las poblaciones de anfibios se encuentran en riesgo en la mayoría de los ambientes. Por su condición, este grupo de vertebrados es uno de los más vulnerables a las alteraciones en sus hábitats que son consecuencia directa de fenómenos naturales y antropogénicos. Una de las principales causas que los afectan es la pérdida o la modificación de su hábitat causando el declive o hasta la extinción de algunas poblaciones (Flores–Villela & Gerez, 1994; Young *et al.*, 2000; Ochoa–Ochoa & Flores– Villela, 2006; Ramírez–Bautista, *et al.*, 2009). *Lithobates* es uno de los géneros más diversos del grupo, con 27 especies descritas (Ochoa–Ochoa & Flores–Villela, 2006) y varios taxones reconocidos con bases moleculares, pero aún no descritos (Hillis *et al.*, 1983, Hillis & Wilcox, 2005; Zaldivar–Riverón *et al.*, 2004).

Los helmintos parásitos son un grupo muy diverso; son organismos muy bien adaptados a sus diferentes hábitats, ya sea a los intestinos, la piel, músculos, etc., y presentan una gran variedad de formas, tamaños y ciclos de vida (León–Règagnon, 2008). Los helmintos en particular, además de ser responsables de numerosas enfermedades, tanto en animales silvestres y domésticos, como en los humanos, tienen una gran importancia como parte de los ecosistemas (León–Règagnon, 2008). Los anfibios representan un excelente sistema para explorar los procesos y patrones que influyen en la organización de las comunidades de helmintos. Han invadido una multitud de hábitats y tienen una sorprendente diversidad de patrones de historias de vida, modos de reproducción, tamaños de cuerpo, tipos de alimentación y relaciones tróficas (Aho, 1990).

ANTECEDENTES

Los estudios sobre parásitos de anfibios son relativamente comunes, refiriendo generalmente registros aislados de helmintos y siendo muy pocos los que analizan la helmintofauna completa de un hospedero en particular (Harwood, 1932; Brandt, 1936; Rankin, 1937, 1945; Fischthal, 1955; Campbell, 1968; Dunbar & Moore, 1979; Coggins y Sajdak, 1982 y Goater *et al.*, 1987).

A pesar de la gran diversidad de anfibios que se distribuyen en México, se ha estimado que solo entre el 20% y 25% de las especies de este grupo se ha estudiado con relación a sus parásitos (Pérez-Ponce de León & García-Prieto, 2001; Paredes-León *et al.*, 2008).

Baird (1858) hizo el primer registro de un helminto como parásito de anfibios en México, pero no fue sino hasta la década de los 30's que se inició el estudio formal de los parásitos de algunos hospederos anfibios (Sokoloff & Caballero-Caballero, 1933; Bravo-Hollis & Caballero, 1940; Bravo-Hollis, 1941, 1943; Caballero, 1942, 1949; Lamothe-Argumedo, 1972, 1976), desarrollándose más extensamente en las últimas dos décadas (García-Altamirano *et al.*, 1993; León-Règagnon *et al.*, 1999; Razo-Mendivil *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Razo-Mendivil & León-Règagnon, 2001; León-Règagnon & Paredes-Calderón, 2002; Mata-López *et al.*, 2002, 2005; Paredes-Calderón *et al.*, 2004; Mata-López, 2006; Martínez-Salazar & León-Règagnon, 2007).

Los parásitos metazoarios de anfibios se encuentran distribuidos en cinco Phyla: Platyhelminthes (Trematoda, Monogeneoidea y Cestoidea), Acanthocephala, Nematoda, Annelida (Hirudinea) y Arthropoda (Acari y Crustacea). De las 68 especies de anfibios que han sido estudiadas en México se han registrado 430 taxa de parásitos asociados, de ellos 173 son nemátodos (40.1%), 137 corresponden a tremátodos (31.8%), 51 pertenecen a Acari (11.9%), 29 son céstodos (6.74%) y 14 son acantocéfalos (3.25%). Con menor incidencia están los monogéneos, con diez especies (2.3%), los hirudíneos con ocho (1.9%) y crustáceos con ocho (1.85%). También se ha observado que los nemátodos son más comunes en especies terrestres y que los trematodos se presentan más en especies que viven principalmente en hábitats acuáticos (Paredes-León *et al.*, 2008).

Para el género *Lithobates*, se han registrado 51 especies de helmintos en 17 especies de hospederos estudiadas en el país siendo: 19 tremátodos, cinco céstodos, tres

acantocéfalos, 18 nemátodos, cinco ácaros y un hirudíneo (Paredes–León *et al.*, 2008) (Apéndice A).

La especie de rana que presenta una mayor riqueza de helmintos es *L. vaillanti* con 34, entre tremátodos, acantocéfalos y nemátodos. En contraste, hay especies en las que se ha registrado una sola especie de parásito, lo que podría atribuirse a diferencias en el esfuerzo de muestreo entre otras razones; tal es el caso de *L. psilonota* en la cual solo se ha registrado una especie de tremátodo (Razo–Mendivil & Pérez–Ponce de León, 2008).

Helmintos como bioindicadores indirectos.

A pesar de la imagen negativa que por lo general se tiene de los helmintos, algunos de los grupos que lo conforman han sido utilizados como bioindicadores, tal es el caso de los digéneos, céstodos, acantocéfalos y larvas de nemátodos (Geetanjali *et al.*, 2002). De éstos, los helmintos han sido históricamente utilizados -entre otros aspectos- como monitores de los estados de salud o calidad ambiental de los ecosistemas, tal es el caso de *Dactylogyrus* sp., un monogéneo de peces que fue el agente causante de importantes epidemias en varios animales en Europa y Norteamérica en los setenta, o las larvas del nemátodo *Contracaecum* spp. las cuales se distribuyen ampliamente en peces, principalmente, pero en algunas ocasiones se pueden encontrar en ranas, ajolotes, culebras y tortugas por causa de alteraciones en el entorno, que incluyen la presencia de contaminantes dándose un incremento o ausencia de su prevalencia, abundancia o distribución (Osorio–Sarabia, 2000). Algunas de las características que les confieren esta cualidad son:

- a) Diferencias en la prevalencia y la intensidad media de la infección.
- b) Un rango de vida largo.
- c) Un alto grado de especificidad. No todos los helmintos presentan esta característica, solo algunos trematodos presentan este grado de especificidad con sus hospederos.
- d) Las condiciones ambientales, en donde se encuentran los hospederos, deben ser adecuadas y estar dentro de los rangos fisiológicos de tolerancia de los parásitos.
- e) No tener un efecto patológico muy marcado en el hospedero, este tipo de efecto no se ha estudiado en todos los grupos de helmintos y sus hospederos. Entre los trabajos que se enfocan a este tema están los de Osorio–Sarabia & Ramírez–Lezama, 2002; Vázquez – Nuñez *et al.*, 2004.

Y dentro de los helmintos se ha visto que es a partir del estudio de los ciclos de vida que se puede conocer mucho del medio ambiente en que se encuentran los hospederos. Asimismo, las condiciones de las comunidades y poblaciones de parásitos pueden ser indicadores del estrés ambiental, de la estructura de las cadenas alimenticias, del comportamiento reproductivo y alimentario de sus hospederos anuros y de la biodiversidad de los ecosistemas (Esch & Fernández 1993; Brooks *et al.*, 2001; Marcogliese, 2005; King *et al.*, 2007).

Los tremátodos pueden ser un buen grupo bioindicador, debido a que es muy común que muchas especies tengan como primer hospedero intermediario a la misma especie de caracol, pero divergen al utilizar a otros hospederos para completar sus ciclos de vida, por lo que se encuentran asociados a muchas especies de niveles tróficos más altos (Hechinger *et al.*, 2007).

Las características que tienen los nemátodos y que los hacen útiles como bioindicadores es que se encuentran en casi cualquier ambiente que tenga fuentes de carbono orgánico y condiciones ambientales que pueden variar de normales a contaminadas; no migran rápidamente en ambientes de condiciones estresantes y muchas especies sobreviven a la deshidratación y a temperaturas bajas y pueden responder rápidamente a la perturbación (Geetanjali *et al.*, 2002).

En los trabajos realizados por Hechinger y Lafferty (2005) y Hechinger *et al.* (2007) se estudió como la diversidad y la abundancia de las larvas de tremátodos en el primer hospedero intermediario, el caracol, reflejan directamente la diversidad y la abundancia de las poblaciones del hospedero final, en este caso aves. Y si esta relación se ve alterada, podría inferirse que algo la está afectando, lo que puede indicar indirectamente un grado de perturbación en el medio ambiente.

ESTUDIOS PREVIOS

La mayoría de los trabajos sobre helmintos parásitos se encuentran enfocados principalmente al conocimiento de los ciclos de vida de los parásitos y son muy pocos los que examinan la dinámica de las poblaciones. A pesar esto, los datos existentes derivados del estudio de los helmintos han sido invaluable para el entendimiento de la estructura de la comunidad, particularmente para el conocimiento de patrones a nivel de componente de comunidad. La variación en la estructura de la comunidad también ha sido atribuida a los efectos del cambio en el ambiente (Aho, 1990).

En anfibios, las comunidades de larvas y juveniles albergan un número escaso de especies de parásitos comparadas con los adultos; esto se puede deber al menor tiempo de exposición; de estos estadios a los helmintos con respecto a los hospederos adultos (Aho, 1990).

Se considera que el estudio de las comunidades de helmintos inició en 1964 con Dogiel, quien sentó las bases para realizar el análisis ecológico en sus hospederos (Vidal, 1990; García–Altamirano *et al.*, 1993). A partir de ahí se han realizado más trabajos de comunidades de helmintos en diferentes hospederos (Muzzal, 1991; McAlpine, 1997; Barton, 1999; Muzzal *et al.*, 2001; Bolek & Coggins, 2001). Aho (1990) efectuó una síntesis de todos los trabajos realizados hasta ese año sobre anfibios y reptiles de zonas templadas, concluyendo que las comunidades de helmintos de estos taxa son altamente variables, depauperadas y que tienen rasgos característicos de una estructura aislacionista.

En México, los trabajos en esta área son escasos, sobre comunidades de helmintos en anfibios se han realizado siete: Guillén–Hernández (1992), García–Altamirano *et al.*, (1993), Galicia–Guerrero (1998), Cañeda–Guzmán (2001), Baez–Vale (2001), Cabrera–Guzmán (2002) y Paredes–Calderón *et al.* (2004).

BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO

Lithobates psilonota (Figs. 1 y 2) es una especie recientemente descrita (Webb, 2001). En la clasificación del género *Lithobates* propuesta por Hillis & Wilcox (2005), con base en secuencias de ADN mitocondrial, *L. psilonota* se encuentra en el grupo Torrentirana (antiguamente llamado grupo “tarahumare”) junto con *L. sierramadrensis*, *L. pustulosa*, *L. tarahumarae* y *L. zweifeli*. Este grupo se encuentra distribuido a lo largo de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur en el oeste de México (Hillis & Wilcox, 2005). *Lithobates psilonota* se distribuye en los estados de Aguascalientes, Colima, Jalisco y Nayarit. Está asociada con los afluentes del Río Ameca y el Río Grande de Santiago (Río de Bolaños y Río Verde) y se ha registrado a una altitud de 876 a 2000 msnm (Webb, 2001). Las especies del grupo son de hábitos acuáticos; generalmente habitan arroyos y charcos en montañas y depositan sus puestas en la superficie del agua (Hillis & Wilcox, 2005). Poco se sabe de la historia natural de *L. psilonota*, y aún menos de sus parásitos. Solo se cuenta con dos estudios sobre parasitología de las especies del grupo Torrentirana (Burse & Goldberg, 2001 y Mata–López, 2006).

Lithobates psilonota tiene un pequeño tímpano, la mayoría con una área superlabial no tuberculada, piernas y cabeza ligeramente más largas y en algunas ranas de menor tamaño tienen pequeñas rayas dorsolaterales y supralabiales. El tímpano es liso y cerca del doble de el tamaño del ojo. La superficie dorsal es relativamente lisa, con algunos tubérculos dispersos de color blanco aperlado. Cada extremidad posterior presenta tres barras. Y la superficie ventral puede presentar varias tonalidades de gris. La talla de los ejemplares examinados muestran que *L. psilonota* es pequeña (hembras con una longitud de 91.5 mm y machos de 77 mm) (Webb, 2001).



Fig. 1 *Lithobates psilonota* en Zapopan, Jal.



Fig. 2 *L. psilonota* en Atenquique Jal.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que México tiene el cuarto lugar a nivel mundial de especies de anfibios, y de que los parásitos aportan información importante acerca de la biología de los hospederos y de las condiciones ambientales que les rodean, el conocimiento de la fauna parasitaria de anfibios está muy lejos de completarse (Paredes–León *et al.*, 2008). Hasta el momento se ha estudiado la fauna helmintológica del 24.6% de las especies de anfibios registradas en México (Paredes–León *et al.*, 2008), y no existen estudios en el país que documenten el efecto que causan las alteraciones antropogénicas al ambiente sobre las comunidades de helmintos de anfibios por lo que en este proyecto se proponen los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Registrar la fauna helmintológica de la rana *Lithobates psilonota* en dos localidades del Occidente de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir y comparar las infracomunidades de helmintos en ambas localidades utilizando parámetros ecológicos como abundancia, riqueza específica, diversidad y equidad.
- Determinar si las infracomunidades de helmintos de *Lithobates psilonota* son indicadoras indirectas del grado de perturbación en las dos localidades muestreadas, Zapopan y Atenquique, Jalisco.

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Jalisco se ubica en el centro-occidente del territorio mexicano. Colinda con los estados de Nayarit hacia el noroeste; con Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí hacia el norte; con Guanajuato hacia el este y con Colima y Michoacán hacia el sur. Las lluvias comprenden de junio a septiembre y el invierno es la estación seca. En mayo y junio son las temperaturas más altas (INEGI, 2000).

El estado se encuentra conformado por 125 municipios. Los muestreos se llevaron a cabo en los municipios de Zapopan y Tuxpan que es donde se encontraron poblaciones del hospedero (Figura 3).



Fig. 3 Mapa de las localidades de muestreo. Fuente www.cuentame.inegi.org.mx, INEGI. Marco Geográfico Municipal 2005.

- LOCALIDADES DE RECOLECTA

El municipio de Zapopan se localiza en la parte central del estado, limita hacia el norte con los municipios de San Cristóbal de la Barranca, Tequila e Ixtlahuacán del Río, al este con los municipios de Ixtlahuacán del Río y Guadalajara, al sur con los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y Tala, y al oeste con los municipios de Tala, El arrenal, Amatitlán y Tequila.

Su relieve se caracteriza por ser muy accidentado y contar con numerosas elevaciones y fracturas, una pequeña parte de la superficie en el noreste y noroeste del municipio forma parte de la Sierra Madre Occidental, mientras que el resto de la superficie es parte del Eje Neovolcánico. La morfología de la mayor parte de este relieve se encuentra compuesta por sierra, lomerío y mesetas con cañadas, también se encuentra el cañón que representa la totalidad de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental.

La vegetación del municipio se compone básicamente de bosques pino y encino con una extensión de 11, 400 ha. en la sierra de La Primavera, el Bosque el Nixticuil y el Centinela.

La primera localidad de recolecta se encuentra en el camino a la maquinaria de la CFE, sobre la carretera a Saltillo, las coordenadas son $20^{\circ} 47'19.8''$ N $103^{\circ} 19'57.5''$ W a 1063 msnm. Se encuentra en una barranca que presenta una vegetación de bosque tropical caducifolio (Figs. 4 y 5).

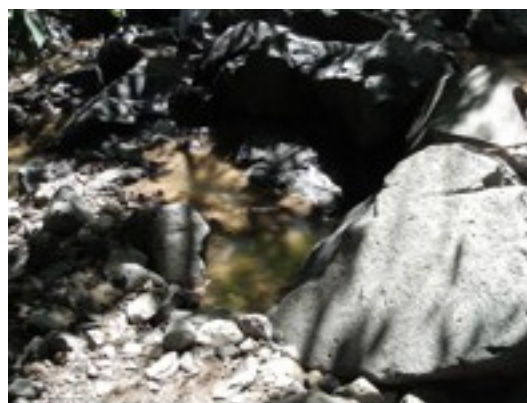


Fig. 4 y 5 Zapopan Jalisco.

La segunda localidad se encuentra en el municipio de Tuxpan. Este se ubica al sur del estado. Limita al norte de Zapoltitic y Zapotlán el Grande, al sur con Pihuamo y el estado de Colima, al Oriente con Zapotiltic y al poniente con Tonilla. Cuenta con una extensión territorial de 550.23 km².

El municipio presenta una topografía irregular, dando cabida a las estribaciones de la Sierra Volcánica Transversal y el Valle del Río Tuxpan. En sus partes sur y centro se extiende el valle con latitudes de 600 a 1500 msnm, en el resto del territorio y hacia el oeste, se localizan altitudes más pronunciadas que varían entre 1 500 y 3000 m.

El clima es semiseco con primavera e inviernos secos, semicálido sin estación invernal definida. El régimen de lluvia es en los meses de julio a octubre.

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos Tuxpan y el Tule por los arroyos Barranca de Beltrán, Las Margaritas y Atenquique.

La vegetación del municipio se encuentra compuesta, en las partes altas, por especies maderables de pino, encino, madroño, nogal, pinabeto y oyamel, y en algunas lomas y barranquitas de huizache, higuera, palo dulce, granejo, nopal, entre otras especies. La mayor parte del suelo tiene uso agrícola.

La segunda localidad de recolecta se ubica a las orillas del Río Tuxpan, en Atenquique, su ubicación geográfica es 19° 31'49.4'' N, 103° 25'40.2'' W con un altitud de 1022 msnm. Cerca se encuentra una fábrica de papel (Figs. 6 y 7).



Fig. 6 Atenquique, Jalisco.



Fig. 7 Atenquique, Jalisco

MÉTODOS

- CAMPO

La recolecta fue realizada del 26 de junio al 2 de julio de 2010 en Zapopan y Atenquique, Jalisco. Se recolectaron 20 ejemplares en total.

En la primera localidad (Zapopan, Jalisco sobre el camino a la CFE), se recolectaron diez ejemplares de *Lithobates psilonota* a lo largo del arroyo, situado en una barranca con muchas rocas. Algunas ranas se encontraron en charcos someros, otras debajo de las piedras y otras en algunos cuerpos de agua con mayor profundidad.

En la segunda localidad, Atenquique Jalisco, se recolectaron diez ejemplares de *L. psilonota*. Las ranas se encontraron a las orillas del río somero o a la orilla de éste.

Todos los ejemplares se revisaron externa e internamente con un microscopio estereoscópico en busca de parásitos. En la revisión externa se observó la superficie del cuerpo y la boca. Para la revisión interna se llevó a cabo la disección de los ejemplares por medio de un corte longitudinal sobre la línea media en la región ventral del cuerpo; se revisaron las cavidades antes de extraer los órganos. Una vez revisadas las cavidades, se extrajeron los diferentes órganos y se colocaron en cajas de Petri con solución salina al 0.65%. Se revisaron detenidamente en busca de helmintos parásitos, éstos se removieron con pinceles finos y se colocaron en cajas de Petri con solución salina 0.65% para observarlos en vivo.

Los organismos recuperados se fijaron en alcohol al 70% caliente y se conservaron en alcohol al 70% frío almacenándose en frascos pequeños.

-LABORATORIO

Se realizaron curvas acumulativas de especies de helmintos para garantizar una buena representación de la riqueza de la comunidad componente de helmintos de *L. psilonota* en cada localidad.

Para la tinción, en los digéneos se utilizaron las técnicas de paracarmín de Meyer y la de Hematoxilina de Erlich. En el caso de los nemátodos se colocaron en soluciones aclarantes, lactofenol y glicerina, de unos minutos a varias horas, según el tamaño y el grosor de los ejemplares. Una vez aclarados si eran demasiado gruesos, antes de observarlos al microscopio se colocaron en un portaobjetos limpio entre dos calcitas, con suficiente líquido y se les colocó un cubreobjetos, las calcitas evitaban que se aplanaran demasiado o que se rompieran. Una vez que se observaron se desmontaron

con la ayuda de un pincel y se colocaron en alcohol al 70% o líquido conservador de helmintos (Lamothe–Argumedo, 1997).

Se estudiaron las características morfométricas de los helmintos utilizando microscopía óptica y se realizaron dibujos con ayuda de una cámara clara adaptada al microscopio compuesto. Se llevó a cabo la identificación de los helmintos por medio de claves taxonómicas (Yamaguti, 1969, 1971; Anderson *et al.*, 1974; Gibson *et al.*, 2002) y de literatura especializada que incluye descripciones de especies.

En el caso de los nemátodos y de un tremátodo se utilizó microscopía electrónica de barrido para la observación más detallada de algunas estructuras. Para esto se deshidrataron gradualmente con alcohol y fueron secados usando dióxido de carbono. Los especímenes secos fueron montados en talones de muestras de aluminio, recubiertas con una mezcla de oro-paladio con ayuda de un aplicador por pulverización catódica Emitech K550, y examinados con un microscopio electrónico de barrido Hitachi S2460N operado a 15 KV.

Se comparó la composición taxonómica de las comunidades de *L. psilonota* en las dos localidades, así como los parámetros ecológicos tales como prevalencia y abundancia de cada especie de helminto, riqueza de especies, diversidad y equidad (Magurran, 1988; Bush *et al.*, 1997).

ANÁLISIS ECOLÓGICO.

En este trabajo se utilizaron los siguientes parámetros poblacionales y de infracomunidad para el estudio y comparación de las infracomunidades de helmintos estudiados:

POBLACIONALES

- **Abundancia promedio.** La abundancia media es el número total de individuos de una especie particular de parásitos en una muestra de un hospedero en particular, dividido por el número total de hospederos de la especie que se está estudiando.
- **Prevalencia.** La prevalencia es el porcentaje de hospederos infectados por una especie de parásito en particular, con respecto al número de hospederos examinados para esa especie de parásito.

- **Intensidad promedio.** Número total de individuos de una especie particular de un parásito encontrado en el número de hospederos infectados en la muestra.
- **Intervalo de intensidad.** Número mínimo y máximo de individuos en una especie particular de parásitos encontrados en la muestra.

COMUNIDAD

- **Riqueza.** Es el número de especies presentes en la comunidad.
- **Equidad.** La equidad cuantifica la representación proporcional de las especies en una comunidad.
- **Diversidad.** Las comunidades con una alta riqueza, uniformidad o ambas son consideradas generalmente más diversas en comparación con las comunidades con baja riqueza, uniformidad o ambas (Bush *et al.*, 1997). Para esto se utilizó el índice de Brillouin.

INFRACOMUNIDADES

La estructura de las comunidades de parásitos tiene componentes y procesos dinámicos (Esch *et al.*, 1990), por lo que se presentan las siguientes definiciones para poder establecer lo que se considera en una comunidad de parásitos.

- Una infrapoblación es aquella que incluye a todos los miembros de una especie de parásito dentro de un hospedero individual (Esch *et al.*, 1990).
- Una infracomunidad (Bush y Holmes, 1986; Esch *et al.*, 1990) incluye a todas las infrapoblaciones de todas las especies de parásitos en un hospedero individual.
- **Similitud.** Evalúa la semejanza que existe entre las infracomunidades dentro y entre las localidades. Se evaluó cualitativa y cuantitativamente. Para la evaluación cualitativa se utilizó el índice de Jaccard:

$$C_s = 2j/2j+a+b$$

Donde:

j= número de especies encontradas en ambas muestras

a= número de especies en la muestra A pero no en la B

b=número de especies en la muestra B pero no en la A

El índice cuantitativo que se utilizó fue el de Holmes y Modesta (1968). Este índice se obtiene sumando las abundancias proporcionales (p_i) más bajas de las especies de helmintos compartidas por el par de infracomunidades comparadas.

p_i es la proporción de cada especie de helminto, con respecto al total de helmintos recolectados de todas las especies de la infracomunidad.

- **Índice de Brillouin.**

$$HB = 1/N \log (N! / n_1! n_2! n_3!)$$

Donde:

HB=Índice de Brillouin

N= número total de individuos en la muestra

n_1 = número de individuos de la especie 1

n_2 = número de individuos de la especie 2.

n_3 = número de individuos de la especie 3

RESULTADOS

POBLACIÓN ZAPOPAN, JALISCO

En la localidad de Zapopan se recolectaron diez ranas (hembras y machos, adultos y juveniles) con una longitud promedio de hocico cloaca de 6.22 cm. De estas se obtuvieron 62 individuos de cuatro especies, distribuidas en dos Phyla: 18 nemátodos y 44 tremátodos (Tabla 1).

Tabla 1. Helmintos registrados en *Lithobates psilonota* de Zapopan Jalisco.

Helminto	Abundancia	Hábitat	Prevalencia
<i>Foleyellides</i> n. sp.	18	Mesenterio	5/10
<i>Megalodiscus americanus</i>	18	intestino	3/10
<i>Glypthelmins quieta</i>	21	intestino	3/10
<i>Haematoloechus</i> n. sp.	1	Pulmón	1/10
Metacercarias	4	Subdérmicas	1/10

Se elaboró la curva acumulativa de la muestra de la localidad de Zapopan, Jalisco, observándose que la curva se estabilizó por lo que el muestreo se considera suficiente para tener una muestra representativa (Fig. 8).

Curva de acumulación, Zapopan Jal.

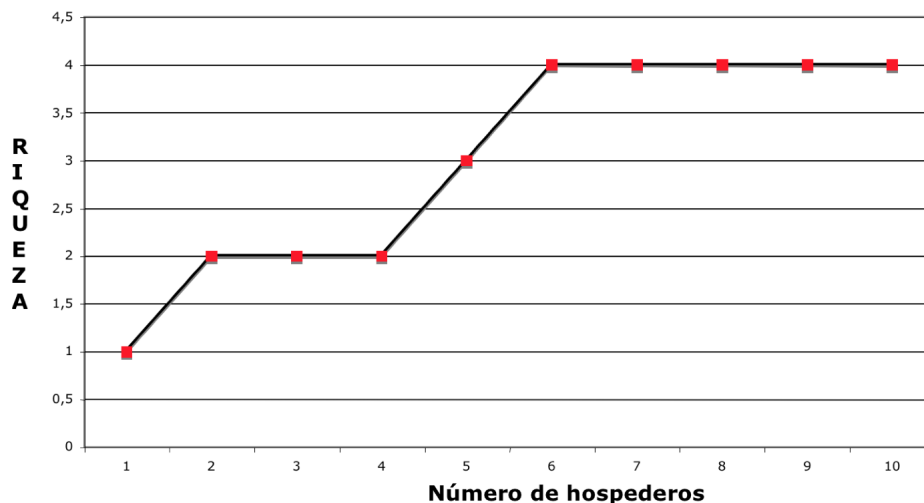


Fig. 8 Curva acumulativa de las especies de helmintos en individuos de *L. psilonota* en la localidad de Zapopan Jalisco.

POBLACIÓN DE ATENQUIQUE JALISCO

En la segunda localidad, Atenquique, se recolectaron diez ranas (hembras y machos, adultos y juveniles) con una longitud promedio de hocico cloaca de 5.97 cm. De estos se obtuvo un total de 97 individuos de cinco especies, distribuidas en dos Phyla: siete nemátodos y 90 tremátodos (Tabla 2).

Tabla 2. Helmintos registrados en *Lithobates psilonota* de Atenquique Jal.

Helminto	Abundancia	Hábitat	Prevalencia
<i>Eustrongylides</i> sp.	3	Mesenterio	1/10
<i>Foleyellides</i> n. sp.	3	Mesenterio	1/10
Nematodo 1	1	Mesenterio	1/10
<i>Haematoloechus</i> n.sp.	5	Pulmón	3/10
<i>Megalodiscus americanus</i>	36	Intestino	6/10
<i>Halipegus</i> n. sp.	49	Boca	4/10

Se realizó la curva acumulativa de especies de helmintos de la muestra de la localidad de Atenquique, Jalisco, observándose que la curva se estabilizó por lo que el muestreo se considera suficiente para tener una muestra representativa (Fig.9).

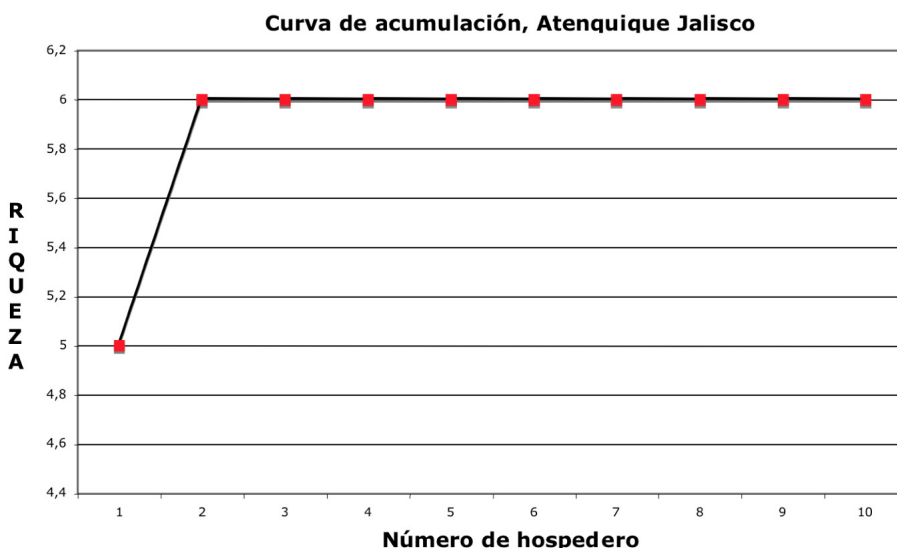


Fig. 9 Curva acumulativa de especies de helmintos en individuos de *L. psilonota* en la localidad de Atenquique Jalisco.

De las 20 ranas se obtuvieron 159 helmintos (62 en las de Zapopan y 97 en las de Atenquique) pertenecientes a seis taxa. En Zapopan se encontraron cinco especies, un nemátodo y cuatro tremátodos. De estos solo un tremátodo se encontró en estado larvario (metacercarias) y cuatro en estado adulto. El nemátodo fue el único en el mesenterio. De los tremátodos, dos se encontraron en el intestino, uno en los pulmones y las larvas fueron subdérmicas.

En Atenquique se encontraron cinco especies; dos nemátodos (la forma larvaria de *Eustrongylides* sp., y el adulto *Foleyellides* n. sp.) y tres tremátodos adultos. Los dos nemátodos se encontraron en el mesenterio, mientras que los tremátodos estaban en pulmón, intestino y boca.

Los hospederos de ambas localidades compartieron a *Foleyellides* n. sp., *Haematoloechus* n. sp., y *Megalodiscus americanus*. *Halipegus* n. sp. y *Eustrongylides* sp. se encontraron solamente en Atenquique, y *Glypthelmins quieta* fue exclusiva para las ranas de Zapopan. Dos de las especies recolectadas no pudieron ser identificadas: las metacercarias debido a que no pudieron desenquistarse y el nemátodo 1 debido al mal estado de conservación en que se encontró (Tabla 3).

Tabla 3. Registros de los helmintos en las dos localidades.

Helmintos	ZAPOPAN	ATENQUIQUE	HABITAT	GRUPO
<i>Megalodiscus americanus</i>	X	X	Intestino	Tremátodo
<i>Glypthelmins quieta</i>	X		Intestino	Tremátodo
<i>Haematoloechus</i> n. sp.	X	X	Pulmón	Tremátodo
<i>Halipegus</i> n. sp.		X	Boca	Tremátodo
Metacercarias	X		Subdérmicas	Tremátodo
<i>Eustrongylides</i> sp.		X	Mesenterio	Nemátodo
<i>Foleyellides</i> n. sp.	X	X	Cavidad del cuerpo	Nemátodo
Nemátodo 1		X	Cavidad del cuerpo	Nemátodo

A continuación se presenta una breve caracterización de las especies de helmintos encontradas en los hospederos de ambas localidades, discutiendo su identificación con respecto a las especies incluidas en sus respectivos géneros y su ciclo de vida.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS HELMINTOS DE *Lithobates psilonota*

Phylum Platyhelminthes

Familia Glypthelminthidae Cheng, 1959

Género *Glypthelmins* Stafford, 1905

Glypthelmins quieta (Stafford, 1900) (Figura 10)

Diagnosis.

Se recolectaron 17 ejemplares adultos.

La diagnosis se realizó con base en tres ejemplares adultos. El cuerpo es alargado con una longitud total de 0.506 – 0.979 (0.824), con una anchura máxima de 0.29 – 0.531(0.42) al nivel de los testículos y una mínima de 0.149 – 0.249 (0.201) en la parte posterior del cuerpo; sus extremos son redondeados, aunque el posterior es más pronunciado que el anterior; el tegumento es grueso y se encuentra provisto de pequeñas espinas, excepto en el extremo posterior del cuerpo. La ventosa oral es subterminal con una longitud de 0.247 – 0.19 (0.218) por 0.210 – 0.279 (0.234) de ancho; el acetábulo se sitúa en el primer tercio del cuerpo, anterior a los testículos y por debajo de la bifurcación cecal, es de forma circular, mide 0.093 – 1.32 (0.116) de longitud y 0.130 – 0.158 (0.142) de ancho y se encuentra a 0.332–0.415 (0.387) del extremo anterior. La faringe es grande y redonda, con una longitud de 0.132 – 0.173 (0.140) por 0.083–0.184 (0.137) de ancho; a cada lado presenta prominentes glándulas perifaríngeas, agrupadas en forma de racimo; anteriormente se extienden hasta el borde anterior de la faringe y posteriormente sobrepasan el nivel de la bifurcación cecal; los ciegos intestinales se localizan laterodorsalmente, alcanzando casi el borde posterior del cuerpo. Los testículos son intercecales, localizados en la región preecuatorial del cuerpo y posteriores al acetábulo, de forma esférica, casi simétricos y situados uno al lado del otro. El testículo derecho mide 0.97–0.101 (0.099) de longitud por 0.082–0.116 (0.102) de ancho, el izquierdo tiene una longitud de 0.91–0.11 (0.099) por un ancho de 0.106–0.186 (0.160). El ovario es ovoide, intercecal, ventral, preecuatorial y está situado hacia el lado izquierdo del acetábulo, al mismo nivel o ligeramente hacia atrás de éste; presenta una longitud de 0.067–0.127 (.096) por 0.041–1.07 (0.078). El útero es sinuoso, constituido por numerosas asas transversales que van desde la región anterior de los testículos, hasta el borde posterior del cuerpo. El útero ocupa el área intercecal.

Las glándulas vitelógenas están formadas por numerosos folículos y su distribución es variable a lo largo del cuerpo, ya que en algunos ejemplares pueden extenderse hasta el nivel anterior de la faringe, localizarse en el región media del esófago o bien, a nivel de la bifurcación cecal. Los folículos ocupan una posición dorsal, ventro-lateral y extracecal e intercecal, correspondiendo al área extracecal el mayor conjunto de ellos.

Resumen taxonómico

Localidad: Zapopan, Jalisco

Hábitat: Intestino anterior

Números de catálogo: CNHE 8004 y CNHE 8005

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares que se estudian se incluyeron en este taxón debido a que presentan glándulas perifaríngeas, los testículos ligeramente oblicuos y simétricos, glándulas vitelógenas desde el esófago hasta el segundo tercio del cuerpo y por la posición de las asas uterinas, en la región intercecal.

En México existen cinco especies más de este género registradas para *Lithobates* (Paredes-León *et al.*, 2008). La característica distintiva de esta especie es la presencia de glándulas prefaríngeas prominentes, que forman racimos cuando se agrupan. Las glándulas se extienden desde el borde anterior de la faringe a un poco más allá de la bifurcación cecal. Esta especie posee testículos simétricos o ligeramente oblicuos. Adicionalmente, las glándulas vitelógenas tienen forma folicular, y se extienden desde el esófago hasta el segundo tercio de la longitud del cuerpo. El útero, formado por varias asas uterinas transversales, ocupando la zona intercaecal con algunas asas que se extienden a la región cecal (Razo-Mendivil & Pérez-Ponce de León, 2008).

El ciclo de vida de esta especie (Fig. 11) lo hizo Schell en 1962. Actualmente se ha estado trabajando con esta especie y el grado de especificidad que presenta el parásito con sus hospederos.

Registros previos de *Glyphelmins quieta* en ranas del género *Lithobates* en México (Paredes-León *et al.*, 2008; Razo-Mendivil & Pérez-Ponce de León, 2008):

- *L. magnaocularis*: Comitlán, Colima (Razo-Mendivil *et al.*, 2006) y Sinaloa, (Goldberg & Bursey, 2002).

- *L. montezumae*: Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, Estado de México (León–Règagnon, 1992; Razo–Mendivil *et al.*, 1999 y Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000), Lago de Texcoco, Estado de México.

- *L. psilonota*: Atenquique, Jalisco (Razo–Mendivil & Pérez–Ponce de León, 2008).

- *L. megapoda*: Lago de Chapala (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000); Lago de Cuitzeo y Manantiales de Cointzio, Michoacán (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. neovolcanica*: Tapalpa, Jalisco (Razo–Mendivil *et al.*, 2006); Manteales de Cointzio, Michoacán (Razo–Mendivil *et al.*, 1999).

- *L. dumni*: Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Michoacán (Razo–Mendivil *et al.*, 1999 y Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. spectabilis*: Huitzo, Oaxaca ((Razo–Mendivil & Pérez–Ponce de León, 2008).

- *L. tarahuamarae*: Yecora, Sonora (Burse & Goldberg, 2001).

El presente corresponde a un nuevo registro para la localidad.

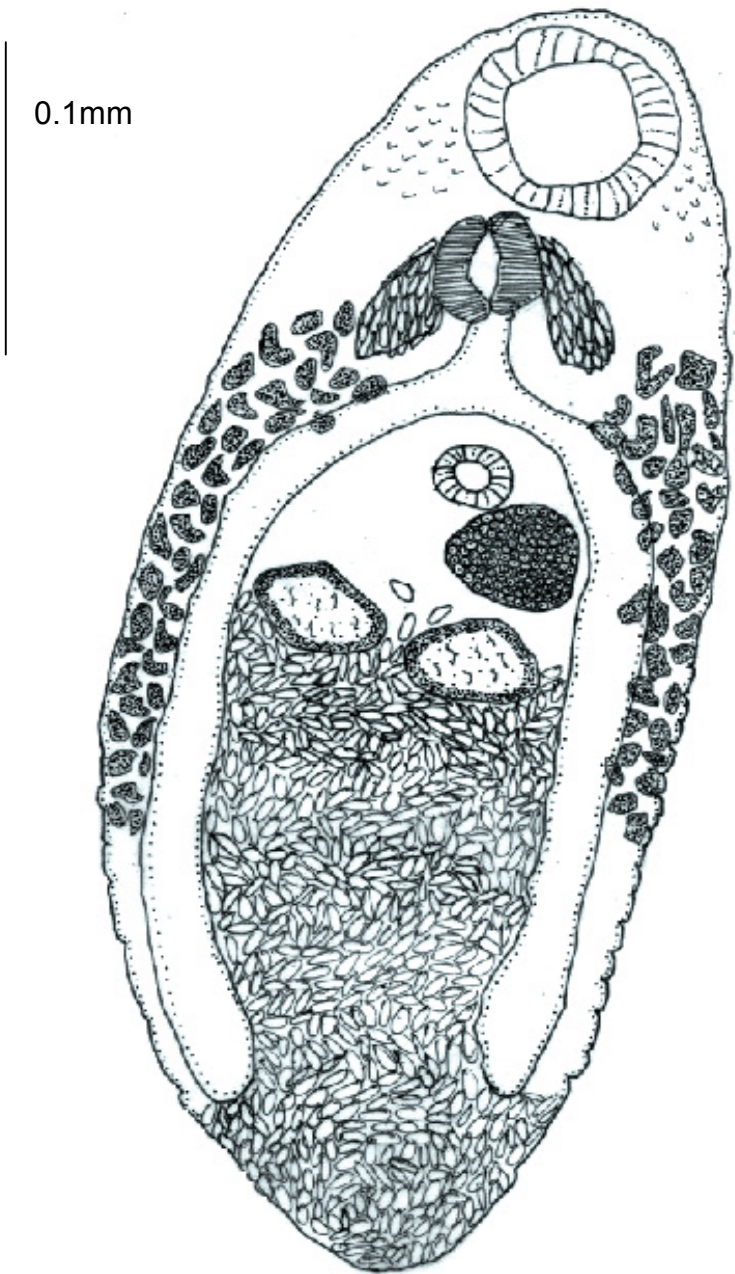


Fig. 10 Vista ventral de *Glythelmins quieta*

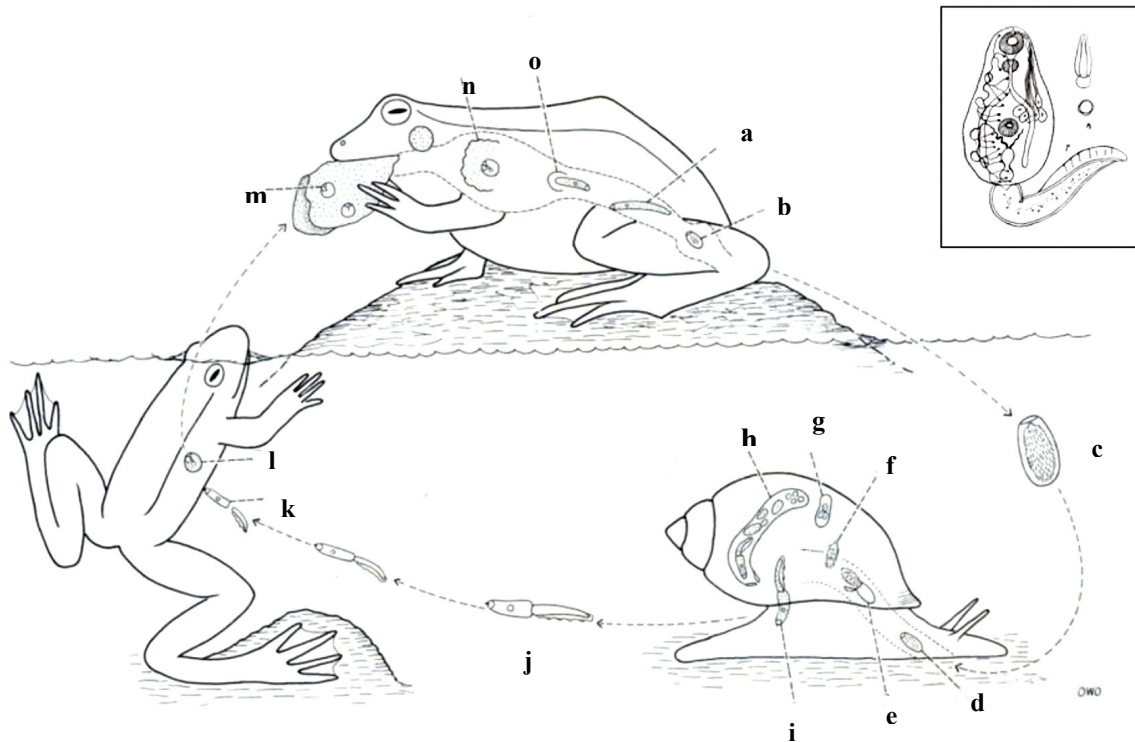


Fig. 11. Ciclo de vida de *Glythelmins quieta*. El adulto, (a), libera huevos que pasan a través del intestino (b) y que posteriormente son expulsados al agua (c), este va a ser ingerido por el segundo hospedero intermediario, el caracol (d). Ahí van a eclosionar en el intestino (e) dando lugar al miracidio el cual va a pasar por el intestino (f) convirtiéndose en el esporocisto madre (g). Posteriormente el esporocisto hijo (h) va a liberar la cercaria, la cual va a salir del caracol (i). La cercaria va a estar en el agua (j) hasta que encuentre a una rana y penetre su piel (k) en la cual se va enquistar como metacercaria (l). La metacercaria es ingerida por la rana cuando esta se ingiere su muda (m). Ya en el interior la metacercaria empieza a salir (n) hasta estar libre totalmente (o) y llega hasta el intestino donde madura hasta convertirse en adulto (a) (Modificado de Olsen, 1986).

Género *Haematoloechus* Looss, 1899

***Haematoloechus* n. sp.** (Figura 12)

Diagnosis

Se recolectaron cinco ejemplares adultos.

La diagnosis se realizó con base en cuatro ejemplares adultos; gusanos de cuerpo alargado, con una longitud total de 5.02–5.70 (5.25), un ancho máximo a nivel de los testículos de 0.456–1.74 (1.10) y uno mínimo en la parte anterior de 0.199 – 0.479 (0.372). El acetábulo es pequeño, situado en la parte anterior o en medio del primer tercio del cuerpo, con diámetro longitudinal de 0.174 – 0.190 (0.18) por 0.190 – 0.240 (.213) de diámetro transversal. La relación ventosa oral/ventosa ventral es de 1:1.09 - 0.69 (1:0.86). La distancia del acetábulo a la parte anterior es de 1.51 – 2.18 (1.88) y a la ventosa oral es de 1.54 – 1.90 (1.77). Los testículos son ovalados, usualmente en la parte posterior del cuerpo y ventrales al útero. El testículo posterior presenta una longitud de 0.307 – 0.439 (0.396) por 0.224 – 0.365 (0.304) de ancho y el anterior 0.423 – 0.539 (0.477) por 0.257 – 0.390 (0.313), respectivamente. El ovario se localiza en la parte media del cuerpo, anterior a los testículos, siendo más grande que éstos; mide 0.356 – 0.581 (0.437) de longitud por 0.207 – 0.365 (0.281) de ancho. Las vitelógenas se extienden a lo largo de los ciegos intestinales, los cuales terminan en la parte posterior del cuerpo. El útero es intercecal en la parte anterior del cuerpo y a partir de la región media se dispone extracecalmente sin presentar asas longitudinales. Los huevos son muy numerosos, amarillos y negros cuando son inmaduros.

Resumen taxonómico

Localidad: Atenquique y Zapopan, Jalisco

Hábitat: Pulmones

Número de catálogo: CNHE 7991–7995

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares estudiados se incluyeron en este género debido a que presentan los siguientes caracteres: ventosa oral subterminal, más larga que el acetábulo; ventosa ventral en la parte anterior o media del primer tercio del cuerpo; testículos oblicuos o casi simétricos, intercalados, en la región media o un poco posteriores; los folículos vitelógenos en forma de racimos, extendiéndose posteriormente pasando a nivel de los testículos; las asas uterinas ocupando más de la mitad del cuerpo son intercecales; las

asas extracecales son pequeñas y por que son parásitos del pulmón de anuros, específicamente de ránidos (Bray *et al.*, 2008).

En México se han reportado 12 especies de *Haematoloechus* que parasitan a ranas del género *Lithobates* (Paredes–León *et al.*, 2008). La diferencia entre estas especies y los ejemplares del presente estudio radica principalmente en el tamaño y posición de los testículos, del ovario, de la ventosa oral y del acetábulo, así como en la distancia que hay de la ventosa oral al acetábulo, la posición de las vitelógenas y la longitud de las asas uterinas, así como de la forma del animal.

La ausencia de asas longitudinales es una característica que comparten con once especies de este género: *H. danbrooksi*, *H. meridionalis*, *H. parviplexus*, *H. medioplexus*, *H. humboldtensis*, *H. coloradensis*, *H. complexus*, *H. parcvitellarius*, *H. illimis*, *H. pulcher* y *H. elongatus* (Tabla 5). El material que se describe se distingue de las primeras cuatro por el tamaño del acetábulo, el cual es más pequeño en estas especies. Se diferencia de *H. elongatus* por que éste tiene una longitud casi del doble, la relación de las ventosas es mayor (1:2 vs 1:086) y, al igual que *H. coloradensis* y *H. humboldtensis*, por el tamaño de los testículos que son más grandes que en los ejemplares de este trabajo. De *H. complexus*, *H. pulcher* y *H. illimis* difieren por el arreglo del útero; en el primero el útero ascendente y descendente bajan en dos filas que invaden los dos lados del cuerpo y muestran dos campos definidos, y en los dos últimos se vuelven más compactas, por lo que no se puede distinguir el recorrido.

Esta especie es única por la forma en que el cuerpo se adelgaza en la parte anterior, por la posición del ovario que se encuentra alejado del acetábulo y por el arreglo del útero.

Con base en lo anterior, se considera que este material representa una especie nueva que se describirá en un trabajo aparte.

Se conocen los ciclos de vida de las especies: *H. parviplexus* que parasita a *Lithobates clamitans* y tiene como segundo hospedero al caracol de la especie *Gyraulus parvus* y en las libélulas *Smpetrum rubicundium* y *S. obtrusum*; *H. longiplexus* en *L. catesbeianus* cuya metacercaria se enquistas en la larva de la libélula de la especie *Lestes vigilax* pero no se sabe la especie del caracol; *H. complexus* tiene como primer hospedero intermediario al caracol *Pseudosuccinea columella* y de segundo hospedero a la libélula *Tetratagoneuria cynosura* y a las larvas de las libélulas *Chromagrion conditum*, *Enallagma divagans*, *Lestes vigilax* y *Argia* sp. (Olsen, 1986). En la figura 13 se presenta el ciclo de vida general de este género.



Fig. 12 Vista ventral de *Haematoloechus* n. sp

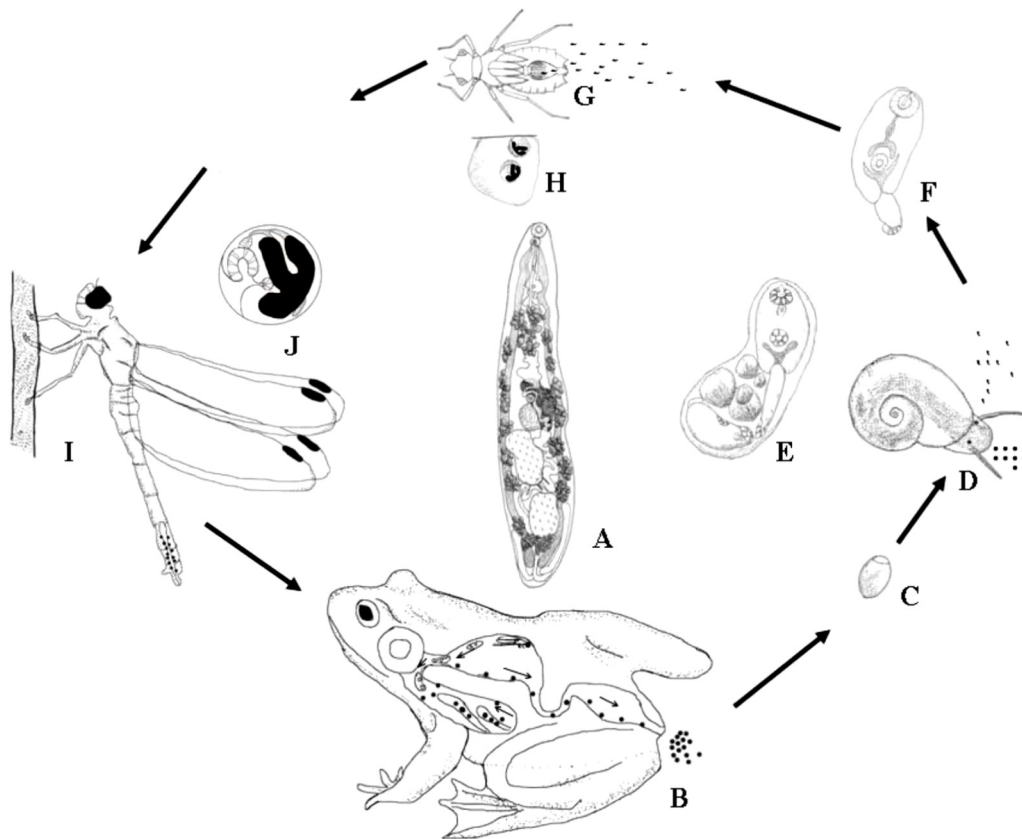


Fig. 13. Ciclo de vida de *Haematoloechus* sp. Los huevos son liberados por el adulto (A) y pasan a las vías respiratorias de la rana y son ingeridos pasando al tracto digestivo para posteriormente ser liberados en las heces (B). El miracidio es ingerido por el caracol (D) donde se convierte en esporocisto (E) en la glándula hepática. El esporocisto produce cercarias, que son liberadas (F) y cuando encuentran ninfas de libélulas se enquistan en las branquias del renacuajo (G y H) y permanecen así hasta después de la metamorfosis de la libélula (I y J). Cuando la ninfa o la libélula es ingerida por la rana migra hacia el esófago (B) y posteriormente a los pulmones donde se desarrolla el adulto (A) (Modificado de Olsen 1986).

Tabla 5. Comparación de *Haematoloechus* n. sp. con algunas especies de *Haematoloechus* descritas en México (medidas en mm).

	<i>H. elongatus</i>	<i>H. complexus</i>	<i>H. coloradensis</i>	<i>H. parvivittarius</i>	<i>H. illimis</i>	<i>H. pulcher</i>	<i>H. humboldtensis</i>	<i>Haematoloechus</i> n. sp.
longitud total	9 - 10	5.2	8.1	5.4	6.372	3.348 - 4.86	5.64 - 6.68 (6.16)	5.02-5.7 (5.25)
ancho máximo	1.5 - 1.75	2.0	1.55	1.512	2.754	1.22	1.24 - 1.66 (1.42)	0.46 - 1.74 (1.1) 0.199 - 0.479 (0.372)
ancho mínimo			3.3			0.972		0.232 - 0.273 (0.254)
longitud v.o.		0.39	0.54			0.32 - 0.38	0.46 - 0.516 (0.493)	0.174 - 0.273 (0.225)
ancho v.o.	0.416	0.38		0.408	0.58	0.35 - 0.4	0.452 - 0.535 (0.489)	
ancho acetábulo	0.270 - 0.312	0.31		0.358	0.48	0.244 - 0.3	0.346 - 0.419 (374)	0.19 - 0.24 (0.213)
relación v.o./v.v	1: 2	1: 0.82	1: 0.75 - 0.86 (0.8)	1: 0.88	1: 0.83	1: 0.7 - 0.75	1: 0.72 - 0.78 (0.76)	1: 0.64 - 1.09 (0.86) 0.307 - 0.439
longitud testículo anterior	0.936 - 1.04	0.54	0.64	0.525	1.36	0.48 - 0.9	0.645 - 1.048 (0.785)	0.224 - 0.365 (0.304)
ancho testículo anterior	0.790 - 0.832	0.285	0.6	0.5	1.24	0.34 - 0.4	0.484 - 0.725 (0.610)	0.423 - 0.539 (0.477)
longitud testículo posterior	0.997 - 1.114	0.571	0.74	0.641	1.333	0.56 - 1	0.758 - 1.13 (0.905)	
ancho testículo posterior	0.728 - 0.832	0.27	0.86	0.483	0.999	0.37 - 0.42	0.597 - 0.774 (0.667)	0.257 - 0.39 (0.313) 0.356 - 0.581 (0.437)
longitud ovario	0.665 - 0.748	0.338	0.49	0.508	1.0	0.253 - 0.4	0.452 - 0.485 (0.465)	0.207 - 0.365 (0.281)
ancho ovario	0.478 - 0.586	0.255	0.42	0.5	0.6	0.18 - 0.258	0.290 - 0.323 (0.306)	
posición del ovario	a un lado del acetábulo	a un lado del acetábulo	dorsal al acetábulo	a nivel del acetábulo	a nivel del acetábulo	lado derecho de la región postacetabular	inmediatamente posterior al acetábulo	alejado del acetábulo
número de grupos de vitelógenas	de 20-21	22 ó 23	de 8 a 14	de 3 a 15	de 18 a 20	de 8 a 10	15 - 18	
longitud huevo	0.036	0.03 - 0.035	0.032 - 0.039	0.045	0.033	0.031 - 0.04	0.035 - 0.041	
ancho huevo	0.012	0.017 - 0.02	0.018 - 0.021	0.018 - 0.02	0.016 - 0.018	0.020	0.018 - 0.021	

Superfamilia Paramphistomoidea Fiscoeder, 1901

Familia Schizamphistominae Looss, 1912

Género *Megalodiscus* Chandler, 1923

Megalodiscus americanus Chandler, 1923 (Figura 14)

Diagnosis.

Se obtuvieron 30 organismos adultos.

La caracterización se realizó con base en 12 individuos adultos. El cuerpo es cónico con una longitud total de 1.02 – 2.74 (1.88), una anchura máxima a nivel del acetábulo de 0.282 - 1.07 (0.703) y una mínima de 0.479 – 1.74 (0.307) en el extremo anterior. La ventosa oral es terminal, con un diámetro de 0.116 – 0.431 (0.212); el acetábulo, situado en el extremo posterior del cuerpo, es mucho más grande que la ventosa oral. De la bifurcación cecal parten los ciegos que llegan hasta el límite entre el acetábulo y el cuerpo, frecuentemente uno más extendido que el otro; los testículos esféricos, son generalmente grandes, situados pre-ecuatorialmente, el anterior mide 0.190 - 0.398 (0.259) de largo por 0.174 – 0.519 (0.227) de ancho y el posterior 0.132 – 0.348 (0.236) por 0.138 – 0.348 (0.219), respectivamente; el poro genital está situado dorsalmente a nivel del arco bifurcal. El ovario es pequeño, post-ecuatorial, colocado muy cerca del acetábulo; tiene un diámetro de 0.074 - 0.375 (0.126); el útero, largo y sinuoso, se localiza en toda la zona intercecal no ocupada por los demás órganos; glándulas vitelógenas constituidas por siete a 14 folículos de cada lado, arreglados en un solo grupo; la mayoría de los folículos son intercecales, muy pocos cecales y los del extremo posterior de cada lado casi se juntan en la línea media.

Resumen taxonómico

Localidad: Atenquique y Zapopan, Jalisco.

Hábitat: Cloaca

Número de catálogo: CNHE 8006 y 8007

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares estudiados se asignaron a esta especie por la posición del poro genital, el cual se encuentra a nivel de la bifurcación de los ciegos intestinales y por la disposición de las glándulas vitelógenas, arregladas en un solo grupo a cada lado del cuerpo, alcanzando el borde posterior del testículo posterior (Bravo–Hollis, 1941).

Además de esta especie, en México se encuentra registrada una más: *Megalodiscus temperatus* (Paredes–León *et al.*, 2008). Esta especie se distingue de *M.*

americanus por la disposición de las glándulas vitelógenas puesto que en *M. temperatus*, están arregladas en dos grupos de folículos a cada lado, terminando el anterior a la altura del borde posterior del testículo anterior aunque en ocasiones lo sobrepasan; en cambio en *M. americanus*, forman un solo grupo; los folículos anteriores llegan hasta el nivel del borde posterior del testículo posterior, los posteriores tienden a unirse en la línea media; así mismo, el acetábulo de *M. temperatus* es un poco más grande en relación con el diámetro del cuerpo que el de *M. americanus*, así como la papila acetabular, que es más visible en *M. americanus* que en *M. temperatus*. Por último, el poro genital en *M. americanus* está situado al nivel del bifurcación cecal y en *M. temperatus* es posterior a éste (Bravo–Hollis, 1941).

El ciclo de vida de *Megalodiscus temperatus*, de acuerdo con Olsen, 1986 (Fig. 15) en base a las descripciones de Krull & Price (1932), muestra dos alternativas en el ciclo de vida, la primera es cuando la metacercaria se enquistada en ranacuajos o es ingerida por estos y la segunda enquistándose en ranas jóvenes. Esta especie es la más cercana a *M. americanus*.

Registros previos de *M. americanus* en México en el género *Lithobates*:

- *L. montezumae*, Lago de Xochimilco, Distrito Federal (Bravo–Hollis, 1941) y Ciénega de Lerma, Estado de México (Bravo–Hollis, 1941, Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. megapoda*, Manantiales de Cointzio y Lago de Cuitzeo, Michoacán (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. neovolcanica*, Manantiales de Cointzio, Michoacán (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. dunni*, Lago de Zacapu, Michoacán (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000).

- *L. berlandieri*, La Laguna (Higueras), Nuevo León (León–Regàgnon *et al.*, 2005).

El presente representa un nuevo registro para la localidad y para la especie de hospedero.

0.1 mm

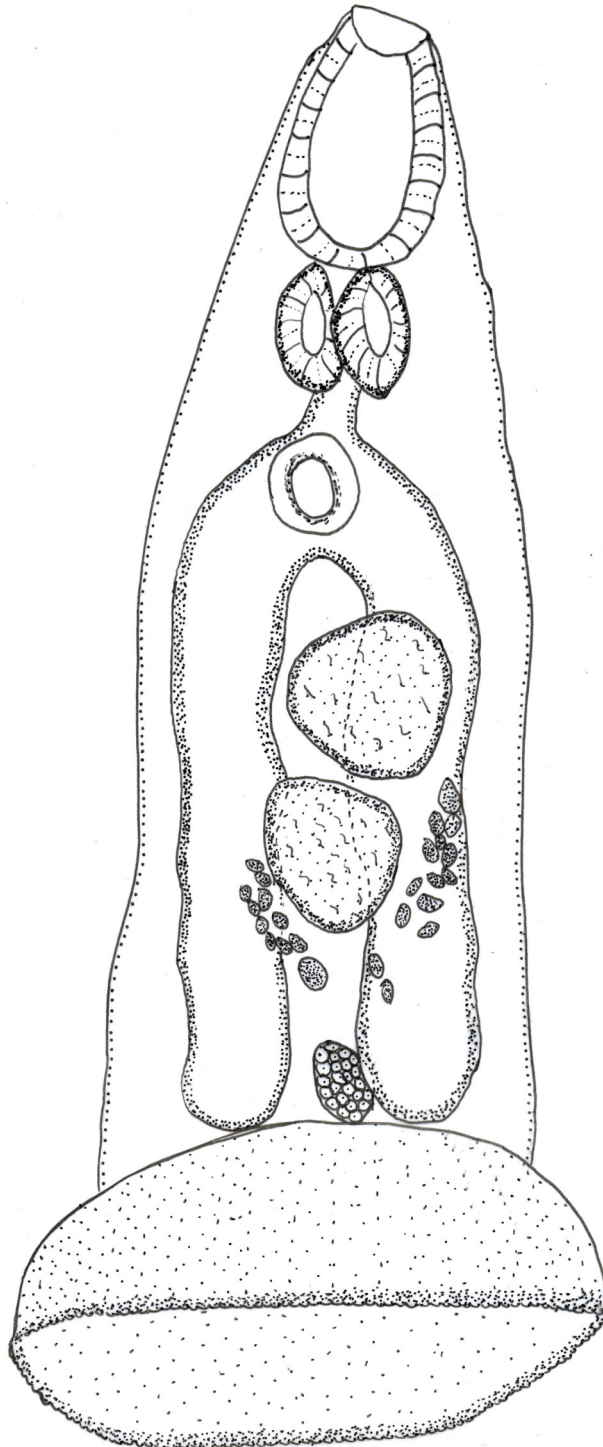


Fig. 14 Vista ventral de *Megalodiscus americanus*

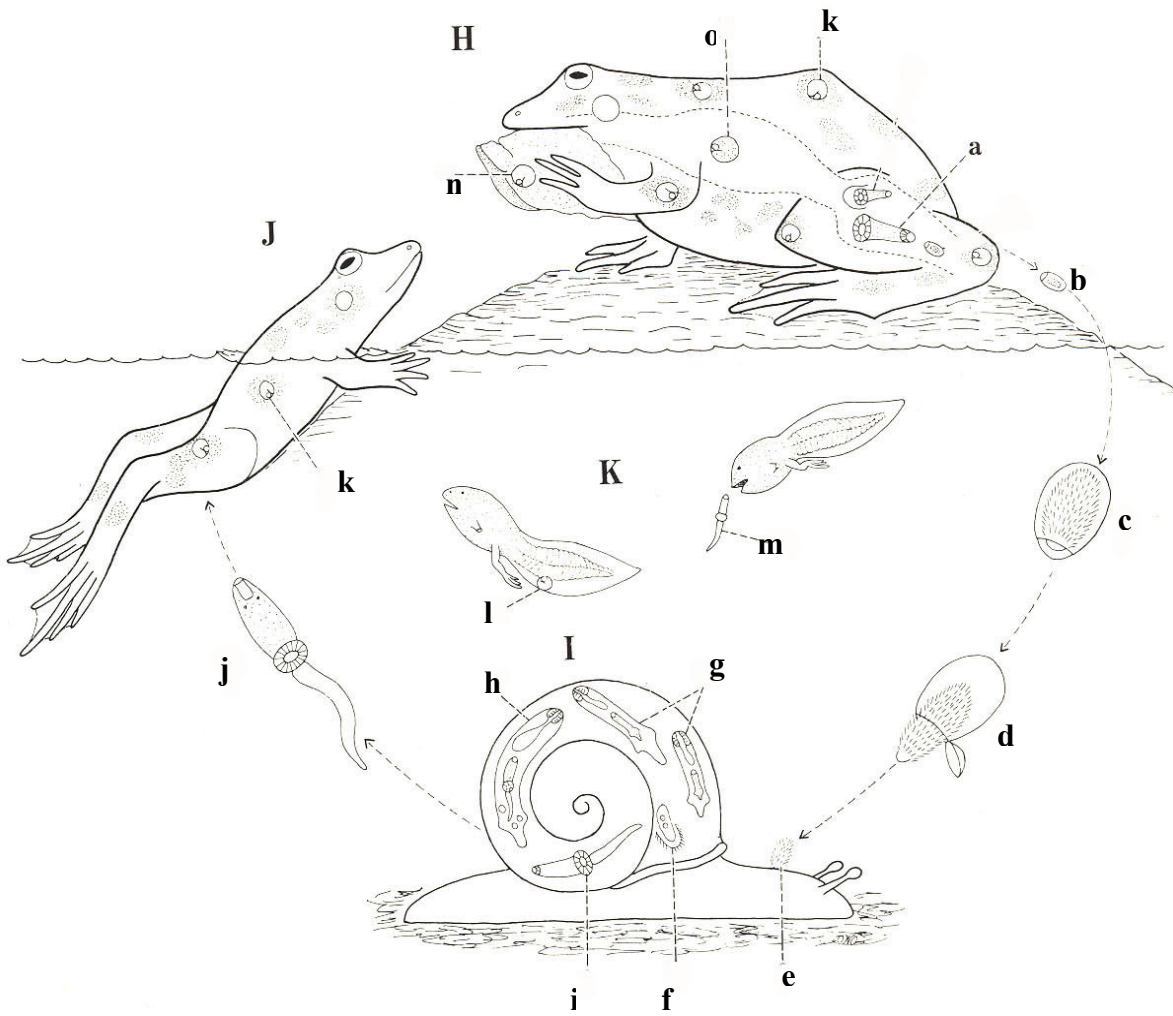


Fig. 15 Ciclo de vida de *Megalodiscus temperatus*. Los adultos habitan el recto de ranas (**a, H**), los huevos embrionados se liberan con las heces (**b y c**), el miracidio eclosiona (**d**) penetrando al caracol (**e, I**), y se transforma en esporocisto madre (**f**) y se desarrollan tres generaciones de redias en el hepatopáncreas (**g y h**) siendo la tercera generación la que da lugar a la redia la cual sale del caracol (**i**) y nada libre en el agua (**j**). Puede enquistarse en las parte oscuras de la rana (**k, J**), pegarse a los renacuajos (**l, K**) o ser ingeridas por renacuajos enquistándose en el tracto digestivo (**m, K**). Los adultos se infectan cuando ingieren su muda con las metacercarias enquistadas (**n**), la metacercaria enquistada (**o**) se desenquista y llega al recto donde se convierte en adulto (**a**) (Modificado de Olsen, 1986).

Familia: Derogenidae Nicoll, 1910

Subfamilia: Halipeginae Poche, 1926

Género: *Halipegus* Looss, 1899

Halipegus n. sp. (Figura 16)

Se obtuvieron 30 organismos adultos; la caracterización se realizó con base en 16 de ellos. El cuerpo es alargado con una longitud total de 1.70 – 4.77 (2.82), una anchura máxima de 0.456 – 1.22 (0.684) al nivel de los testículos y una mínima de 0.249 – 0.98 (0.374) en la parte posterior del cuerpo. La ventosa oral es sub-terminal, con una longitud de 0.562 – 0.240 (0.358) y un ancho de 0.58 – 0.145 (0.292). El acetábulo se encuentra en la parte media del cuerpo y presenta una longitud de 0.395 – 0.896 (0.491) y ancho de 0.39 – 0.833 (0.5). Proporción del radio de la ventosa oral: ancho del acetábulo 1:1.71. Los testículos son esféricos y grandes, están ubicados en el tercio posterior del cuerpo; la parte anterior del testículo anterior en contacto o sobrelapada con la parte posterior del acetábulo y algunas veces los dos testículos se encuentran al mismo nivel pero la mayoría de las veces están a desnivel. El testículo anterior presenta una longitud de 0.298 – 0.645 (0.446) por 0.166 – 0.583 (0.388) de ancho, y el posterior 0.232 – 0.705 (0.456) por 0.157 – 0.479 (0.256), respectivamente. El ovario es esférico, más pequeño que los testículos y posterior a éstos; algunas veces su parte posterior entra en contacto con la parte anterior del testículo posterior; se encuentra situado ventralmente a los folículos vitelinos. Mide 0.157 – 0.479 (0.256) de largo por 0.091 – 0.541 (0.272) de ancho. Glándulas vitelógenas en la parte posterior, ventrales al ovario y al útero; constituidas por tres a cinco folículos. El útero se encuentra dorsalmente a los demás órganos y se extiende a lo largo de todo el espacio intercecal llegando casi hasta la parte posterior de los folículos vitelinos.

Se obtuvieron los huevos de cinco ejemplares que presentaron una longitud total de 34.8 – 40.6 μm (37.7) por 11.6 – 17.4 μm (14.5). El filamento con 17.4 – 23.2 μm (20.58) de longitud.

Resumen Taxonómico

Localidad: Atenquique, Jalisco

Hábitat: debajo de la lengua

Número de catálogo: CNHE 7996 – 7999

Comentarios taxonómicos

En México se han registrado dos especies de este género: *Halipegus eschi* y *H. occidualis* (Paredes-León *et al.*, 2008).

Los ejemplares recolectados en *L. psilonota* se distinguen de *Halipegus eschi* por que este último habita en el esófago, sus testículos son más pequeños y el ovario es más grande, la proporción de la ventosa oral con respecto al acetábulo es menor en *H. eschi* (1:1.10) que en los ejemplares obtenidos (1:1.54), así como por la longitud del filamento del huevo, la cual va de 20 – 32.5 μm en *H. eschi* y en los ejemplares de este trabajo es de 17.4 – 23.2 μm .

El material recolectado comparte características con *H. occidualis* y *H. eccentricus* (el tamaño del acetábulo, de la ventosa oral, de los testículos y del ovario y del número de folículos); sin embargo, difiere de ambas en el tamaño del filamento del huevo (Fig. 17 a y b), cuya longitud menor al de éstas (Tabla 6), y de *H. eccentricus* además, se distingue por el hábitat que ocupa: tubos de Eustaquio vs. lengua. Aparte de las tres especies ya mencionadas, en el mundo se han registrado otras tres especies más dentro de este género: *H. dubuis* (Brasil) *H. ovocaudatus* (Europa) y *H. mehransis* (India), de todas ellas la presente especie se diferencia por el tamaño de las ventosas, de los testículos y del ovario y por el tamaño del filamento del huevo.

Debido a lo anterior, se considera que estos ejemplares podrían pertenecer a una especie nueva, pero es necesario disponer de más datos morfológicos y moleculares para ratificar su determinación.

El ciclo de vida de la mayoría de las especies de este género no se conoce muy bien. En la figura 18 se presenta el esquema del ciclo de vida hecho por Olsen 1986 en base a la descripción hecha por Thomas, 1939 de *Halipegus eccentricus*, una de las especies parecidas a la descrita en este trabajo. Bolek *et al.*, 2010 proponen que además de los copépodos, que es el segundo hospedero intermediario, hay un hospedero paraténico, las larvas de las libélulas.

Tabla 6. Diferencias entre las tres especies de *Halipegus* y los ejemplares obtenidos. *Medidas en mm

	<i>H. eschi</i>	<i>H. occidualis</i>	<i>H. eccentricus</i>	<i>Halipegus</i> n. sp.
Hábitat	esófago	cavidad bucal	tubos de Eustaquio	debajo de la lengua
long total *	4.95 – 5.651 (5.30)	5.8	6 – 6.5	1.70 – 4.77
ancho *	0.137 – 0.145 (0.145)	1.7	1.8	0.249 – 0.98
ventosa oral	480 – 510 (500)	470	534 – 621	240 – 562
acetábulo	560 – 755 (560)	414	674 – 700	390 – 833
long testículo anterior	260 – 440 (330)	782	674 – 700	298 – 645
ancho testículo anterior	250 – 380 (300)	590	796 – 805	166 – 583
long testículo posterior	260 – 510 (360)	782	796 – 884	232 – 705
ancho testículo posterior	230 – 420 (340)	590	805 – 892	190 – 541
diámetro ovario	330 – 510 (510)	307		91 – 541
longitud ovario	385 – 550 (510)	384	402 – 490	479 - 190
# de folículos	de 2 a 5	de 4 a 6	de 4 a 6 y de 4 a 5	de 3 a 5
longitud huevos	30 – 60	50 – 60	67 – 27	46.4-23.2
ancho huevos	10 – 20	21 – 26		17.4 y 11.6
longitud filamento	20 – 32.5	160 – 200	56 – 58	23.2 y 17.4

1 mm

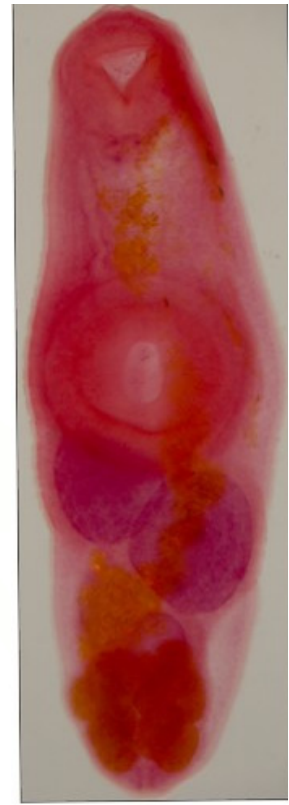
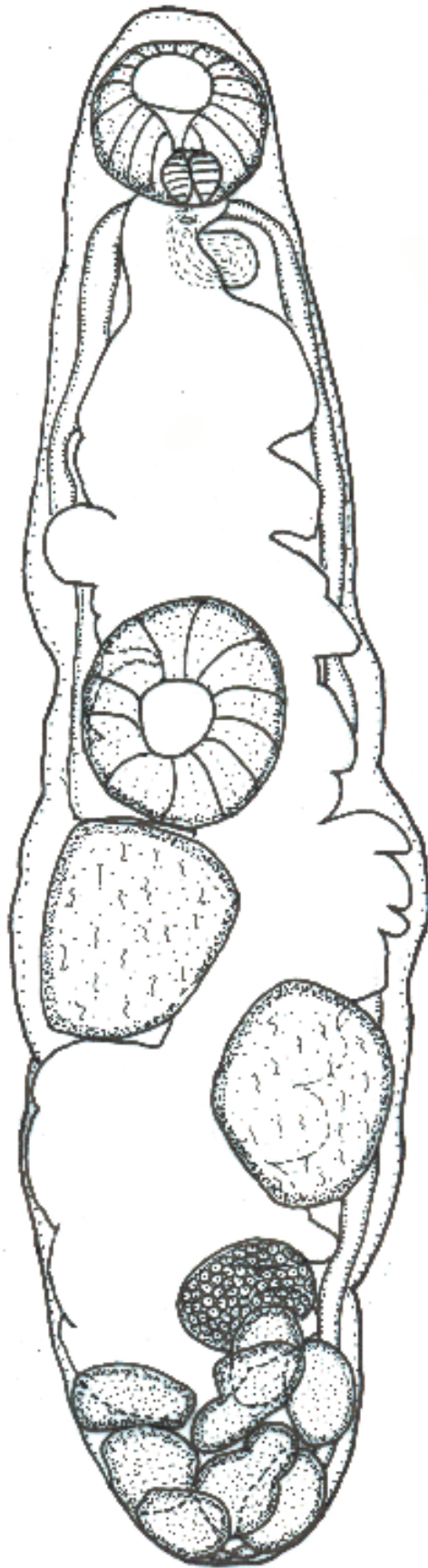


Fig. 16 Vista ventral de *Halipegus n. sp.*

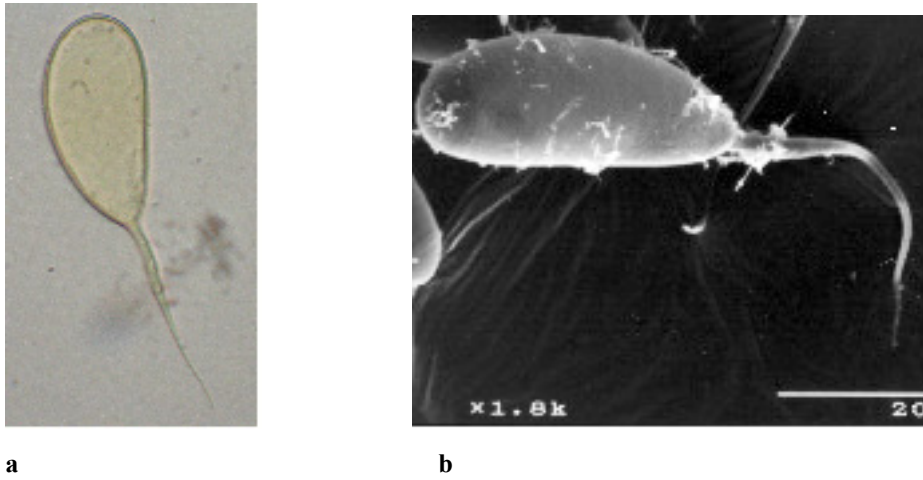


Fig. 17 Huevo de *Halipegus* n. sp. a) microscopio óptico 100x y b) microscopía de barrido 200 μm

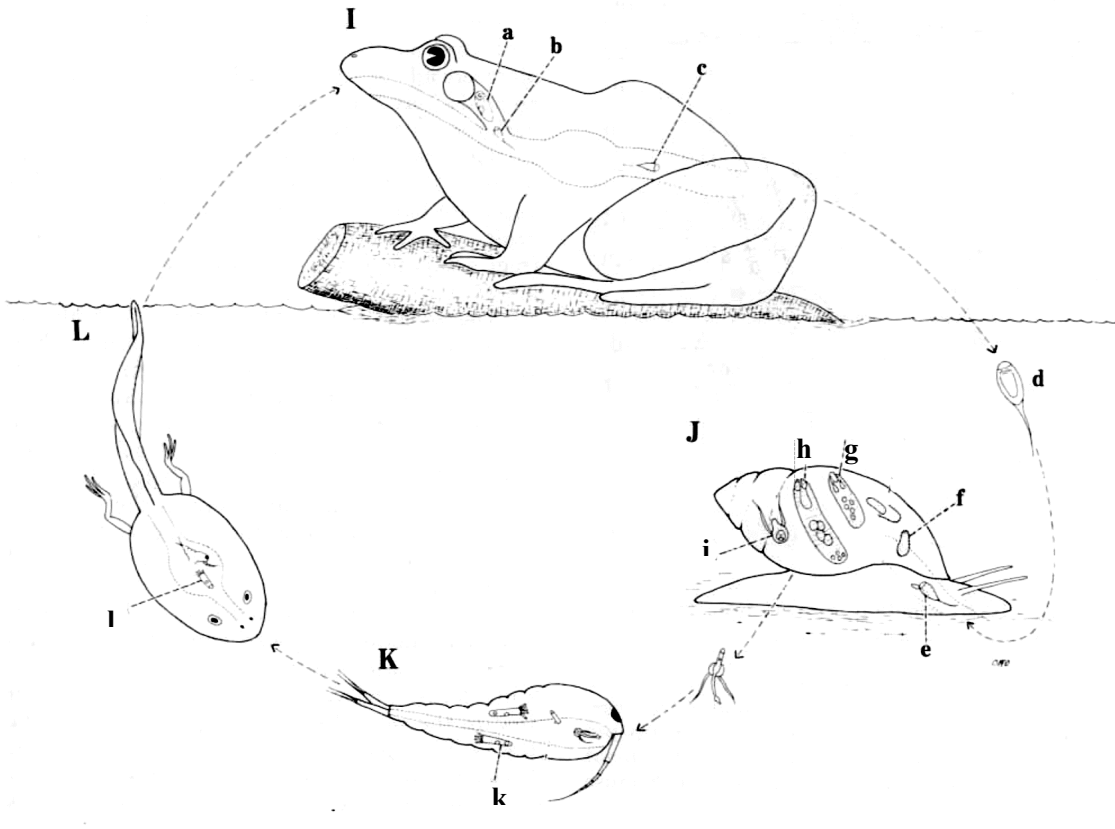


Fig. 18 Ciclo de vida de *Halipegus eccentricus*. El adulto (a), en el hospedero definitivo (I), libera huevos embrionados que pasan a la faringe (b) y pasan por el intestino (c) para ser expulsados con las heces al agua (d). El huevo solo va a eclosionar cuando sea comido por el primer hospedero intermediario, el caracol (e, J). Una vez adentro el miracidio se libera y migra a través de las paredes del intestino (f), donde se transforman en esporocisto madre (g), el cual va a originar a la redia (h) originando la cercaria que saldrá del caracol (i) y va a estar libre en el agua (j) hasta que sea ingerida por el segundo hospedero intermediario, el copépodo (K) y se convierte en metacercaria (k). Cuando el copépodo es ingerido por el renacuajo (L) la metacercaria permanece en el estómago hasta la metamorfosis de la rana (I), después de esta migra hacia los tubos de Eustaquio o la boca y se desarrolla como adulto (a) (Modificado de Olsen, 1986).

Phylum Nematoda

Familia: Onchocercidae

Género: *Foleyellides*

Foleyellides n. sp. (Figura 19)

Se recolectaron 21 ejemplares adultos, hembras y machos.

La caracterización se realizó con base en 16 ejemplares; ocho machos y ocho hembras.

MACHOS. El cuerpo presenta una longitud total de 17.21 – 27.3 (20.62) con un ancho a nivel del esófago de 0.27 – 0.48 (0.37). El esófago es largo de 0.9 – 1.45 (1.20) y se divide en dos regiones: la muscular con una longitud de 0.2 – 0.275 (0.23) por 0.025 – 0.042 (0.035) de ancho y la glandular con 1.22 – 0.77 (1.02) por 0.11 – 0.062 (0.089) respectivamente. El anillo nervioso se encuentra a 0.16 – 0.25 (0.19) del extremo anterior. Presentan una ala caudal. Alas laterales.

Presenta cinco pares de papilas caudales, una precloacal y cuatro postcloacales. Las espículas son de diferente tamaño, la más grande es de 0.06 – 0.41 (0.17) y la menor de 0.11 y 0.15 (0.13). La cloaca se encuentra a 0.05 – 0.07 de la punta de la cola.

HEMBRAS: El cuerpo tiene una longitud de 14.6 – 90.7 (57.35) con un ancho máximo al nivel del esófago de 0.29 – 0.9 (0.57). La longitud total del esófago es de 0.67 – 1.35 (1.04); la región muscular mide 0.17 – 0.9 (0.29) de longitud por 0.17 – 0.03 (0.09) de ancho y la región glandular de 0.53–1.5 (2.88) por 0.07 – 0.32 (0.15), respectivamente. El anillo nervioso está a 0.12 -0.19 (0.14) del extremo anterior. La vulva se localiza posterior al esófago en la unión de este con el intestino, a 1.0 – 1.6 (1.3) del extremo anterior. El ano está a 0.04 – 0.15 (0.08) del extremo posterior. Alas laterales.

Resumen Taxonómico

Localidad: Atenquique y Zapopan Jalisco

Hábitat: Mesenterio

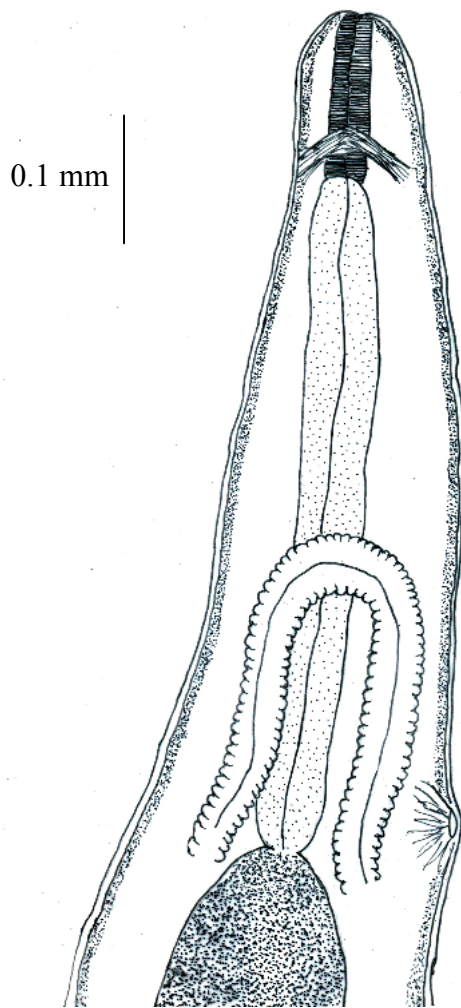
Número de catálogo: **CNHE** 8000 – 8003

Comentarios taxonómicos

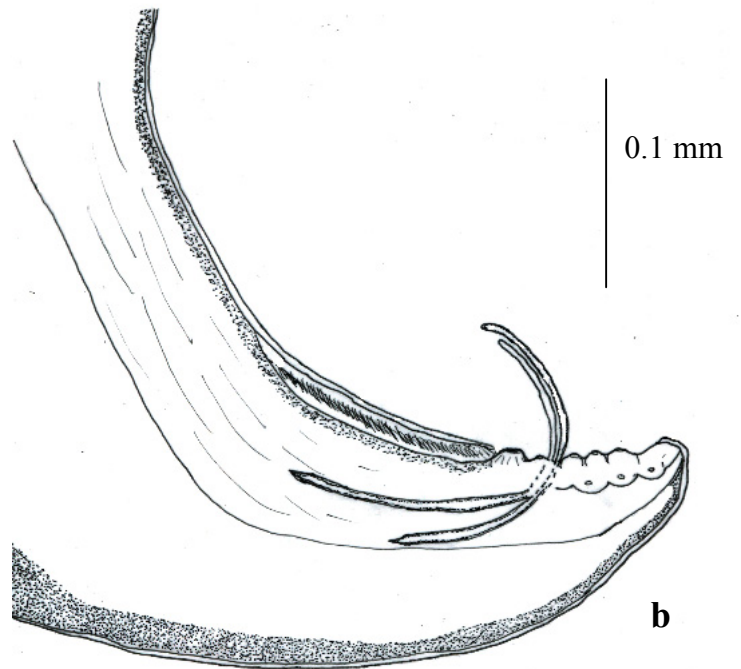
Los ejemplares analizados en este trabajo se incluyeron en el género *Foleyellides* debido a que presentan las siguientes características: 1) Se encuentran en el mesenterio, 2) Presentan cuatro pares de papilas cefálicas submedias, las externas con su base ensanchada; 3) Región cefálica con un par de estructuras similares a aletas, adyacentes a la boca; 4) Alas laterales presentes en ambos sexos; 5) Machos provistos de ala caudal; 6) Apertura de la vulva a nivel de la unión esófago-intestinal; 7) Esófago corto en la región muscular y ancho y largo en la región glandular.

De acuerdo con Paredes-León *et al.* (2008), en México solo se ha registrado una especie del género: *Foleyellides striatus*, descrita como parásito de *Lithobates montezumae* en el Lago de Xochimilco en el Distrito Federal por Ochoterena y Caballero (1932). Los ejemplares de este trabajo se diferencian de la especie de Ochoterera y Caballero ya que presentan cinco pares de papilas caudales, una cloacal y cuatro postcloacales (Fig. 20 a), mientras que *F. striatus* posee solo cuatro pares (Fig. 20 b), un par precloacal y tres postcloacales. Del resto de las especies descritas para el género, el material de *L. psilonota* también difiere por que presentan un número mayor [*F. ranae* (8), *F. americana* (7), *F. flexicauda* (6), *F. brachyoptera* (6)] o menor (*F. duboisi* (4)) de papilas caudales. Por esta razón, se considera que los ejemplares aquí estudiados pertenecen a una especie nueva que se describirá posteriormente.

No hay muchos estudios acerca del ciclo de vida de este género, por lo que se sabe muy poco acerca de sus especies. Wehr y Causey (1939) realizaron el ciclo de vida de la especie *Foleyellides brachyoptera* (Fig. 21) en donde la especie de mosquito puede pertenecer a los géneros *Aedes* y *Culex* (Olsen, 1986).



a



b

Fig. 19 *Foleyellides* n. sp. **a)** Región anterior mostrando esófago y vulva en una hembra (10 x)
b) Región caudal del macho mostrando las espículas y las papilas caudales (40 x).

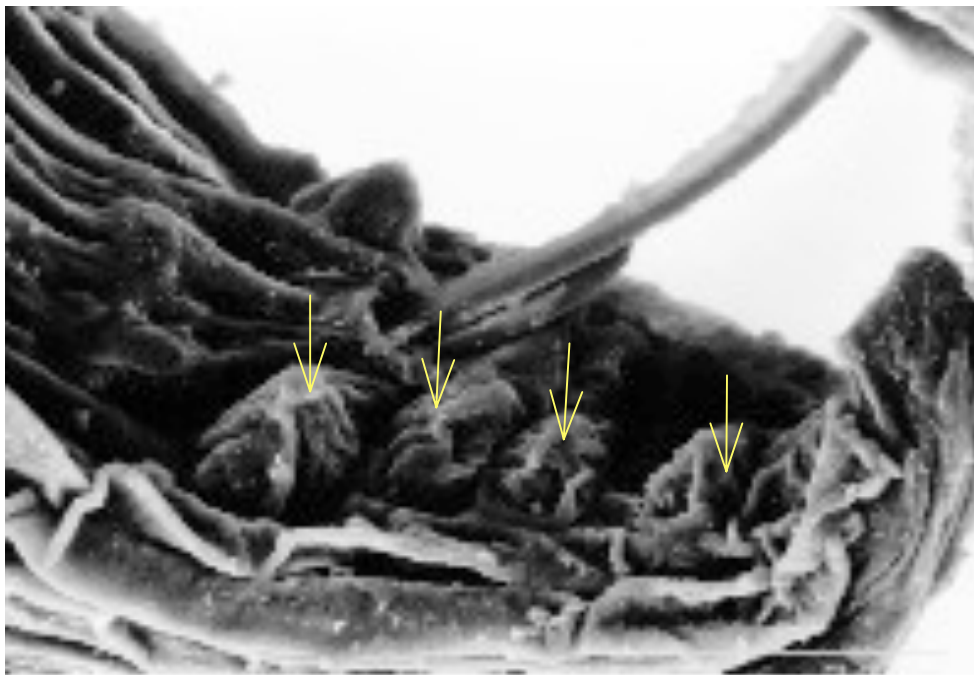
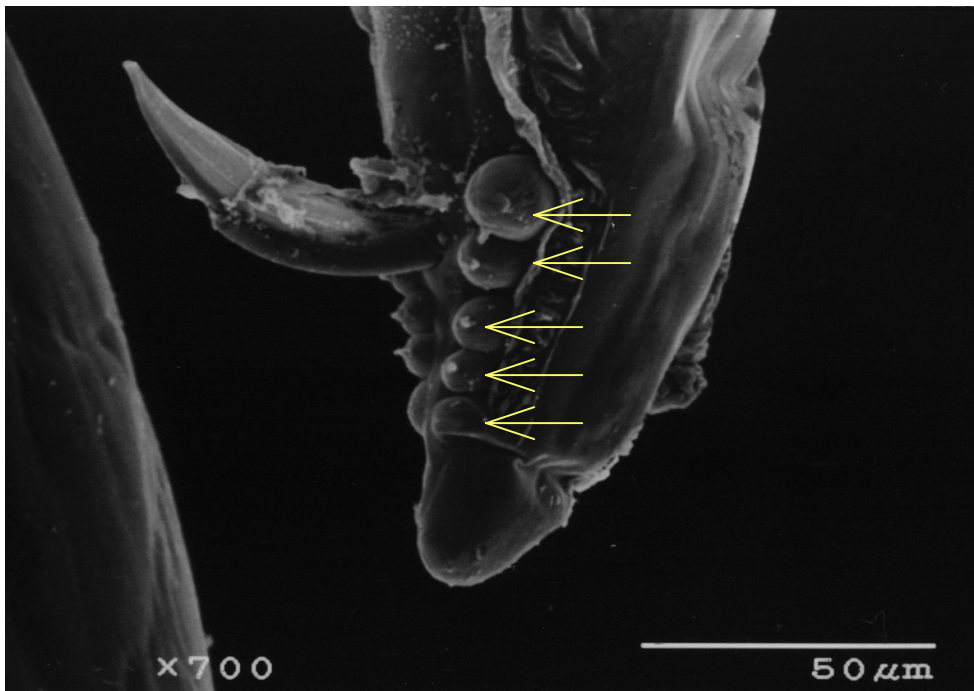


Fig. 20 a) Región caudal del macho de *Foleyellides n. sp.* con cinco pares de papilas caudales; b) Región caudal de *Foleyellides striatus* con cuatro pares de papilas caudales.

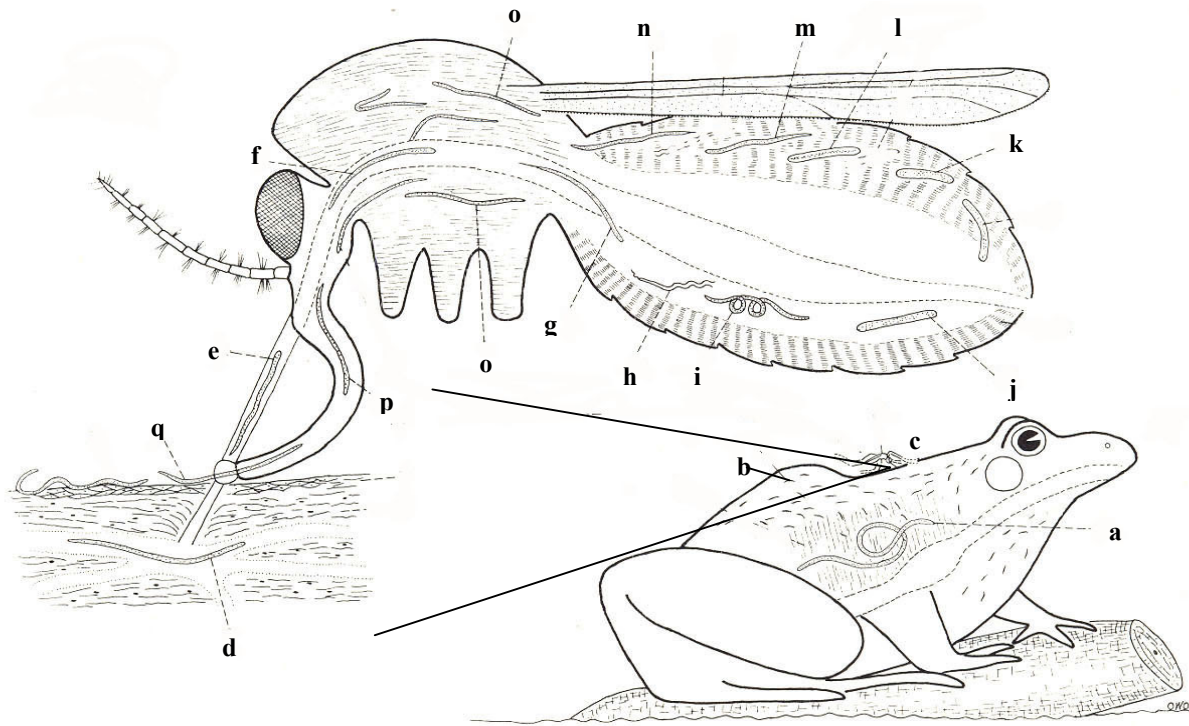


Fig. 21 Ciclo de vida de *Foleyllides brachyoptera*. El adulto se encuentra en el mesenterio de la rana (a). A partir de una larva enrollada se desarrolla una microfilaria (b) que se abre camino hacia los vasos sanguíneos (c), cuando el mosquito se alimenta (d), la microfilaria es succionada por éste (e) pasando al intestino anterior del mosquito (f) y de ahí al hemocele (g y h) donde se forma el primer estadio larval (i y j). Posteriormente se desarrolla el segundo estadio larvario (k y l) y finalmente el tercer estadio larvario (m y n) se desarrolla en el tórax. La larva infectiva pasa por la proboscis del mosquito (o) hasta llegar a la piel de la rana (p). No se sabe como la larva entra a la rana para convertirse en adulto (Modificado de Olsen, 1986).

Superfamilia Dioctophymatoidea Railliet, 1916

Familia Dioctophymatidae Railliet, 1915

Género *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909

***Eustrongylides* sp.** Jägerskiöld, 1909 (Figura 22)

Se recolectaron tres ejemplares.

La caracterización se realizó con base en tres ejemplares. Presenta una longitud de 47.8 – 105.9 (80.76) y un ancho de 0.51 – 0.7 (0.61) en la parte anterior. La cavidad bucal se encuentra en el extremo anterior, mide 0.10 – 0.18 (0.14). En la región cefálica se encuentran doce papilas acomodadas en dos círculos rodeando la boca, uno interno con seis papilas y el otro externo con las otras seis papilas. El esófago muscular mide 9.2 – 14.4 (11.7). El anillo nervioso se encuentra a 0.12 – 0.20 (0.16) del extremo anterior. La cutícula presenta estrías transversales. La parte anterior con papilas. El ano es terminal.

Resumen taxonómico

Localidad: Atenquique, Jalisco

Hábitat: Mesenterio

Número de acceso: **CNHE** 8008 y 8009

Comentarios taxonómicos

La identificación hasta nivel de especie es imposible al contar únicamente con larvas de este género, ya que no han desarrollado las características morfológicas diagnósticas de la especie. Generalmente, los hospederos intermediarios han sido peces de los órdenes Cypriniformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes, Atheriniformes, Perciformes y Synbranchyformes. Otros hospederos intermediarios pueden ser anfibios y reptiles (Moravec, 1998).

Los ejemplares encontrados se incluyeron en este género, por la presencia de las papilas cefálicas, doce en total acomodadas en dos círculos, seis en el interno y seis en el externo. En el caso de los peces las larvas de *Eustrongylides* se encuentran encapsuladas en un quiste fibroso que se localiza en la pared del estómago, musculatura y otros órganos internos; se han observado principalmente en peces dulceacuícolas de estanques, lagos, reservorios de agua, cenotes y en las partes poco profundas de los grandes ríos que proporcionan hábitats propicios para el hospedero definitivo, que son aves acuáticas y para sus hospederos intermediarios (oligoquetos) (Moravec, 1998).

Existen tres especies reconocidas de este género. En la figura 23 se presenta el ciclo de vida general de las especies de este género (Anderson, 2000).

Registros previos de *Eustrongylides* sp. en ranas del género *Lithobates*:

- *L. megapoda*: Lago de Cuitzeo, Michoacán (Ramírez–Lezama y Osorio–Sarabia, 2002).
- *L. dunni*: Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Pulido–Flores, 1994).

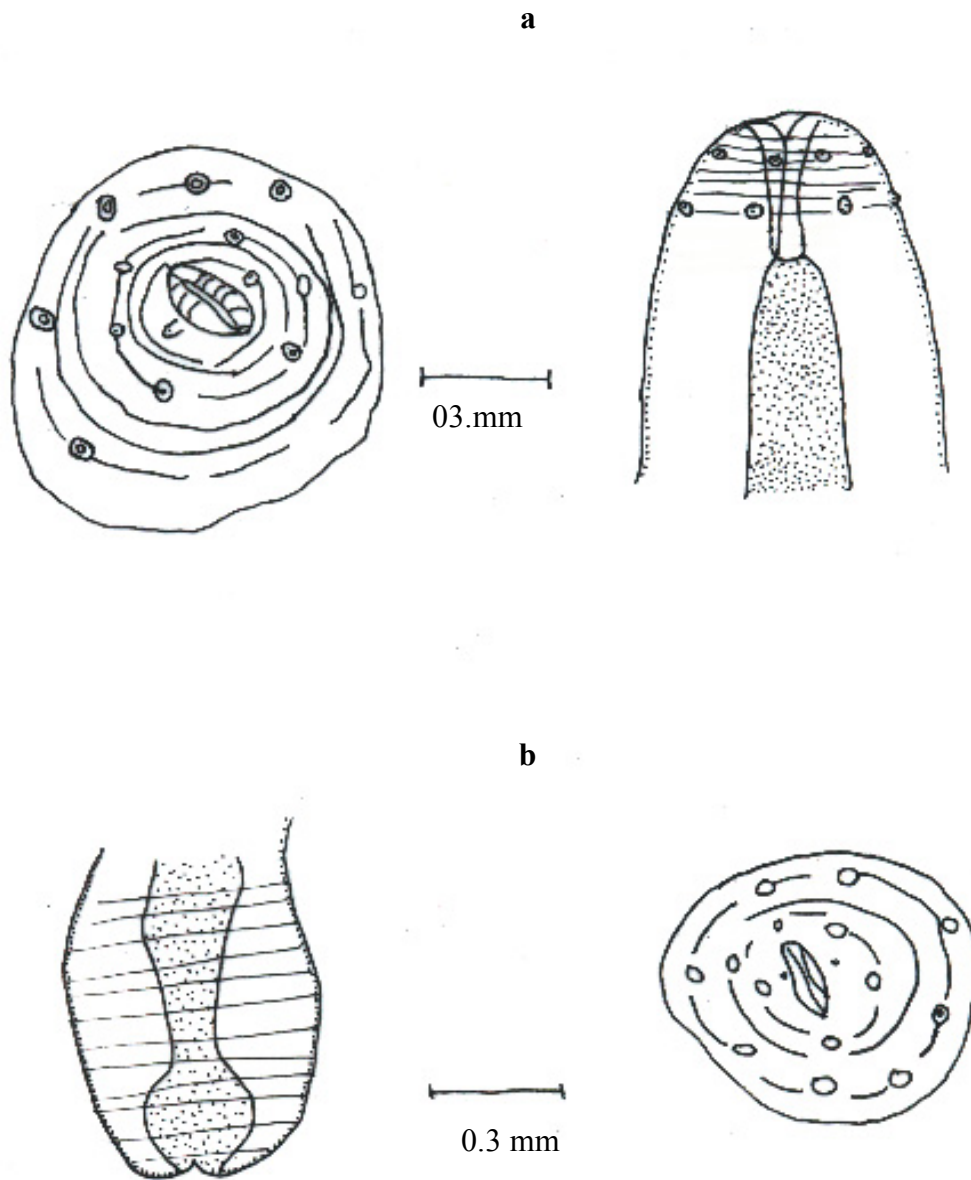


Figura 22. *Eustrongylides* sp. **a)** Región cefálica mostrando las 12 papilas acomodadas en dos círculos y la boca. **b)** Región caudal mostrando las papilas y el ano terminal.

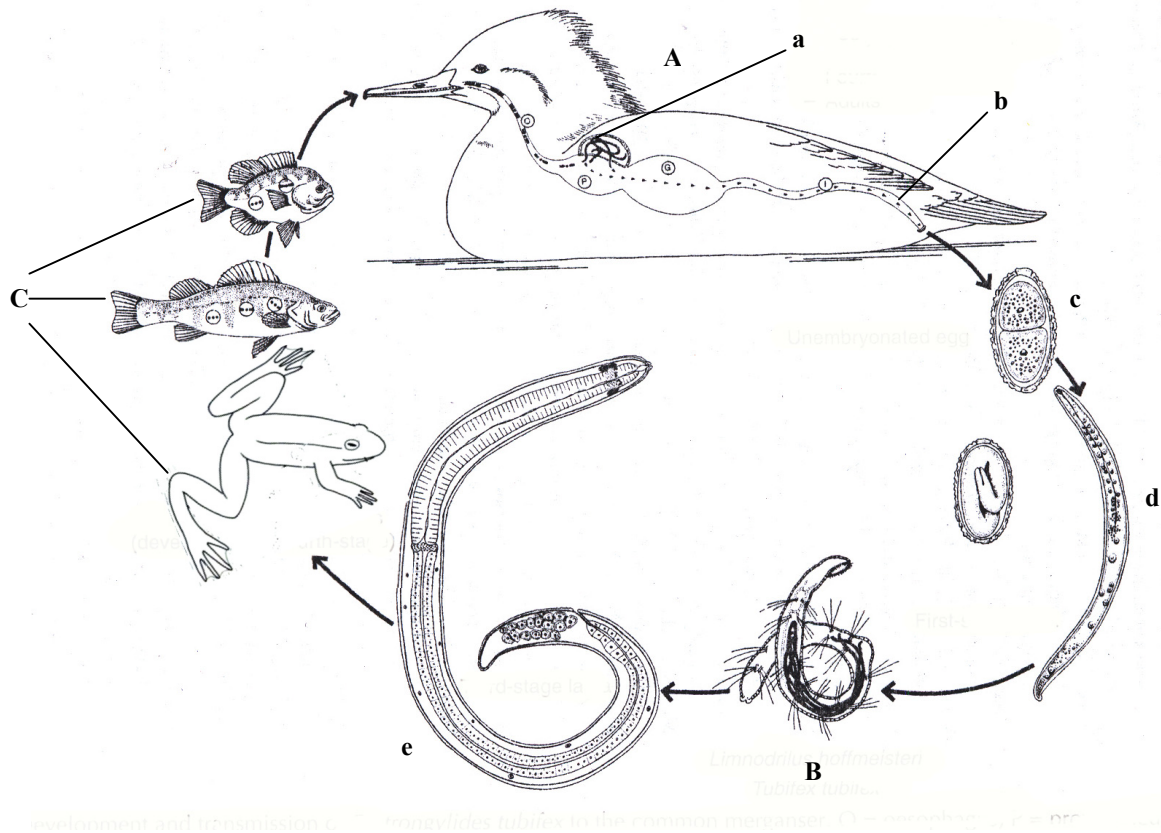


Fig. 23 Ciclo de vida de *Eustrongylides* sp. Las hembras adultas (a), que se encuentran en la mucosa del esófago o en el intestino del hospedero definitivo (A), liberan huevos embrionados con las heces (b y c). Se desarrolla el primer estado larvario (d) y es este el que va a ser ingerido por el primer hospedero intermediario, un oligoqueto (B), invadiendo los vasos sanguíneos y se desarrolla hasta el tercer esta larvario alcanzando una longitud de 9 a 10 mm (e). El segundo hospedero intermediario, peces o rana (C) ingieren a los oligoquetos y encapsulándose la larva del nematodo en el mesenterio y se desarrolla el cuarto estado larvario. Posteriormente las aves ictiófagas (A) se infectan por medio de la ingestión de los peces o ranas y alcanzando la madurez en ellos (a) (Modificado de Anderson, 2000).

ECOLOGÍA

- POBLACIONALES

Solo dos especies de helmintos presentaron una prevalencia mayor o igual al 50% en ambas localidades: el nemátodo *Foleyellides* n. sp. con el 50% en Zapopan y el tremátodo *Megalodiscus americanus* con el 60% en Atenquique. El valor de este parámetro para el resto de las especies de helmintos varió de 10 a 40% en las ranas de Atenquique y de 10 a 30% en las de Zapopan. Un poco menos de la mitad (45.4%) de las especies tuvieron una abundancia promedio menor a uno en los dos sitios muestreados, siendo las metacercarias y *Haematoloechus* n. sp. en Zapopan, y el nemátodo 1 en Atenquique, las que registraron los valores más bajos (0.1 cada una). La abundancia promedio más alta la presentó *Halipegus* n. sp. con 4.9 en Atenquique, seguido por *Foleyellides* n. sp. y *Megalodiscus americanus* con 1.8, en Zapopan. El 63.3% de las especies en ambas localidades tuvo una intensidad promedio menor a cinco, mientras que el 36.6% supero este valor, siendo *Halipegus* n. sp., en Atenquique, la que presentó la más alta con 12.25 que representa el doble del nivel que presentó *Megalodiscus americanus* en Zapopan. De las tres especies que comparten las localidades, i.e., *Foleyellides* n. sp., *Haematoloechus* n. sp. y *Megalodiscus americanus*, es esta última, en la muestra de Atenquique la que presentó la prevalencia y la abundancia promedio más altas (60% y 3.6, respectivamente), con valores idénticos de intensidad promedio en las dos localidades (seis). Los valores más bajos para todos los parámetros los presentó *Haematoloechus* n. sp. en ambas localidades, siendo las más baja en Zapopan (Tabla 7).

Tabla 7. Parámetros poblacionales para *Lithobates psilonota* en Zapopan y Atenquique, Jalisco.

	ZAPOPAN					ATENQUIQUE				
	Prevalencia	Abundancia promedio	Intensidad promedio	Intervalo de intensidad	Prevalencia	Abundancia promedio	Intensidad promedio	Intervalo de intensidad		
<i>Foleyellides</i> n. sp.	50%	1.8	3.6	(1 – 10)	10%	0.3	3	-		
<i>Eustrongylides</i> sp.	-	-	-	-	10%	0.3	3	-		
<i>Glyphelminis quieta</i>	30%	1.7	5.6	(1 – 12)	-	-	-	-		
<i>Haematoloechus</i> n.sp.	10%	0.1	1	-	30%	0.5	1.6	(1 – 3)		
<i>Megalodiscus americanus</i>	30%	1.8	6	(1 – 12)	60%	3.6	6	(2 – 10)		
<i>Halipegus</i> n. sp	-	-	-	-	40%	4.9	12.2	(1 – 26)		
Metacercaria	10%	0.1	1	-	-	-	-	-		
Nematodo 1	-	-	-	-	10%	0.1	1	-		

- INFRACOMUNIDADES

El análisis de las infracomunidades realizada en dos poblaciones de la rana *Lithobates psilonota* durante el mes de junio de 2010, en las localidades de Atenquique y Zapopan Jalisco, mostró que los hospederos de la primera localidad registraron los valores más altos para todos los atributos obtenidos e incluso algunos de ellos (abundancia y diversidad) fueron casi del doble. En ambas localidades la especie dominante fue un digéneo (*Halipegus* n. sp. en Atenquique y *Glypthelmins quieta* en Zapopan).

Una característica común en las dos localidades fue la presencia de una gran cantidad de infracomunidades alojando 0 o 1 especie de helmintos (50% en Atenquique y 60% en Zapopan) (Tabla 8).

Tabla 8. Atributos obtenidos de las infracomunidades de helmintos de Zapopan y Atenquique Jal.

	Zapopan	Atenquique
Riqueza	1 – 3 (1.3)	1 – 5 (1.6)
Abundancia	2 – 7 (5.8)	5 – 17 (10)
Diversidad	0.464 – 1.03 (0.264)	0.464 – 1.639 (0.439)
Equidad	0.69 – 1 (0.332)	0.614 – 0.828 (0.357)
Dominancia	2/10 (0.281)	1/10 (0.475)
Infracomunidad con 0 o 1 sp	6	5

- SIMILITUD

Desde el punto de vista cuantitativo, el 68.8% de los pares de infracomunidades de helmintos comparados para la rana *Lithobates psilonota* de Zapopan, registraron un valor de similitud de 0, el 24.4 % presentaron valores de similitud de entre 0.28 y 0.66. y solo un par alcanzó el valor de 1. Cualitativamente, el 64.4% de los pares presentaron un valor de 0, el 26.6% osciló entre el 0.25 y 0.5% y los restantes (8.8%) tuvieron el valor de 1.

En la segunda localidad, Atenquique, el análisis cuantitativo mostró que el 68.8% de los pares tenían un valor de 0, el 31.1% registraron valores de entre 0.16 y 0.88, mientras que ningún par presentó el valor de 1. En el análisis cualitativo, más de la mitad de los pares, el 66.6%, presentaron valores de 0, el 31.1% tuvieron valores entre el 0.2 y 0.6, y solamente un par presentó el valor de 1.

La comparación del componente de comunidad entre ambas localidades, cuantitativa y cualitativamente, registró valores de similitud de 0.28 y 0.37, respectivamente.

DISCUSIÓN

Registro helmintológico

La fauna helmintológica de *Lithobates psilonota* en Atenquique y Zapopan, Jalisco se encuentra conformada por ocho especies de helmintos distribuidos en dos Phyla: Trematoda (75%) y Nematoda (25%). En la primera localidad se registraron 58 individuos de cuatro especies en estado adulto y una en estado de metacercaria la cual no pudo ser determinada; en la segunda localidad se registraron 95 ejemplares en estado adulto (cuatro tremátodos y dos nemátodos) y solo un nemátodo en estado larvario, el cual solo se pudo identificar hasta nivel de género (*Eustrongylides* sp.). Debido a que esta especie de rana tiene poco tiempo de haber sido descrita, los estudios acerca de su historia de vida y de sus parásitos son escasos; hasta la fecha, solo existe el registro del tremátodo *Glypthelmins quieta* en el intestino de esta especie de hospedero en Atenquique, Jalisco (Razo–Mendivil & Pérez–Ponce de León, 2008). De los ocho taxa que se encontraron, tres son nuevas especies para la ciencia: un nemátodo (*Foleyellides* n. sp.) y dos tremátodos (*Haematoloechus* n. sp. y *Halipegus* n. sp.), cinco son registros nuevos para el hospedero: *Haematoloechus* n. sp. y *Halipegus* n. sp., *Megalodiscus americanus*, *Foleyellides* n. sp. y *Eustrongylides* sp., y todos son registros nuevos para ambas localidades.

La composición de la helmintofauna de esta especie de rana, muestra que hubo dominancia por parte de los tremátodos; este patrón es más común en anfibios asociados a hábitats acuáticos, a diferencia de aquellos como sapos e hílidos, que no son tan dependientes de los cuerpos de agua, por lo que suelen ser parasitados más por nemátodos (Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000). Esto permite inferir que *L. psilonota* realiza la mayor parte de sus actividades en hábitats acuáticos y en menor medida en hábitats terrestres.

Foleyellides n. sp. presentó la prevalencia más alta en Zapopan y *Megalodiscus americanus* en Atenquique y en toda la muestra, mientras que las abundancias más bajas las registraron cinco taxa: las metacercarias y *Haematoloechus* n. sp. en Zapopan y *Eustrongylides* sp., *Foleyellides* n. sp. y el nemátodo 1 en Atenquique. La abundancia más alta en ambas localidades la presentó *Halipegus* n. sp. de Atenquique seguida por *Megalodiscus americanus*, en la misma localidad, y *Foleyellides* n. sp. y *M. americanus* en la primera localidad. La diferencia de este parámetro entre las localidades es muy marcada, siendo en Atenquique del doble que en Zapopan. En la intensidad promedio,

Halipegus n. sp. tuvo también los valores más altos tanto en su localidad, Atenquique, como en toda la muestra. Este valor fue también el doble del más alto observado en Zapopan (*Megalodiscus americanus*).

A nivel de infracomunidades, las ranas de la muestra de Atenquique presentaron los valores más altos de riqueza, abundancia y diversidad en comparación con las de Zapopan (Tabla 6); en las dos localidades dominó una especie de digéneo (*Halipegus* n. sp. en las infracomunidades de Atenquique y *Glypthelmins quieta* en las de Zapopan), pudiéndose observar que la equidad en la muestra de Atenquique fue menor, ya que la mayoría de los individuos obtenidos pertenecen a dos especies: *Halipegus* n. sp. (49 individuos) y *Megalodiscus americanus* (36), mientras que los individuos de las cinco especies registradas en Zapopan se encontraron distribuidos más homogéneamente.

Particularmente para México se han realizado cinco trabajos sobre infracomunidades con cuatro especies de ranas del género *Lithobates*: *L. dunni* (García-Altamirano *et al.*, 1993), *L. berlandieri* y *L. vaillanti* (Guillén-Hernández, 1992), *L. vaillanti* (Cañeda-Guzmán, 2001 y Paredes-Calderón *et al.*, 2004) y *Lithobates* cf. *forreri* (Cabrera-Guzmán, 2002). La mayoría de los muestreos de estos trabajos fueron realizados en Los Tuxtlas, Veracruz, con excepción de los trabajos de García-Altamirano (1992) cuyo muestreo fue realizado en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán y el de Cabrera-Guzmán (2002), el cual se realizó en Acapulco, Guerrero (Tabla 9). Comparando los presentes valores con los de los trabajos ya mencionados, se observó que esta rana tiene los atributos de riqueza, diversidad y abundancia más bajos reportados hasta el momento en especies de ranas del género *Lithobates*.

Lo anterior podría atribuirse a que con excepción del trabajo de Cañeda-Guzmán (2001), la muestra analizada en los estudios mencionados anteriormente, se conformó a partir de colectas realizadas en diferentes épocas y en algunos casos en diferentes años y no de una manera puntual como en este estudio. El lapso en el que se realizaron éstos, tanto en años como en temporadas, podría estar influenciado los parámetros ecológicos registrados en las infracomunidades de las ranas que estudiaron, debido a que las muestras son muy heterogéneas y no se está considerando el efecto de suma que podría causar la ocurrencia estacional de algunas especies de helmintos, relacionada con la presencia de los hospederos intermediarios y con las condiciones ambientales (secas y lluvias) a lo largo del año, entre otras. Lo anterior puede verse claramente ejemplificado en los estudios de Cañeda-Guzmán (2001) y Paredes-Calderón *et al.* (2004), quienes estudiaron la infracomunidad de helmintos asociada a

Lithobates villanti en la misma localidad (Laguna Escondida) a principios de lluvias y al final de esta época, respectivamente. Cañeda–Guzmán (2001) en julio de 1997, obtuvo en su muestreo los valores más altos para la riqueza (4.5), la abundancia (31.2), diversidad (1.36) y equidad (0.8) mientras que Paredes–Calderón *et al.*, (2004) en octubre y noviembre de 1998 obtuvo valores más bajos para los mismos atributos (3.49, 16.1, 1 y 0.7), respectivamente.

En el único trabajo con un muestreo similar al presente, Cañeda–Guzmán (2001) analizó 40 hospederos procedentes de una sola colecta durante la época de lluvias en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz. Las amplias diferencias encontradas entre su trabajo y el este podría ser resultado de los distintos tamaños de muestra utilizados así como de las distintas riquezas regionales presentes en cada localidad, tanto de parásitos como de hospederos.

Tabla 9. Trabajos de infracomunidades de helmintos en especies del género *Lithobates* en México.

	<i>L. berlandieri</i>	<i>L. vaillanti</i>	<i>L. dumni</i>	<i>L. vaillanti</i>	<i>L. vaillanti</i>	<i>L. forreri</i>	<i>L. forreri</i>	<i>L. vaillanti</i>
	(Guillén-Hernández, 1992)	(Guillén-Hernández, 1992)	(García-Altamirano, et al., 1993)	(Cañeda-Guzmán, et 2001) Julio, 1997	(Cañeda-Guzmán, 2001) Noviembre, 1998	(Cabrera-Gúzman, 2002) San Pedro las Playas	(Cabrera-Gúzman, 2002) Carretera Aeropuerto	(Paredes – Calderón et al., 2004)
Tamaño de muestra	30	46	66	42	10	15	25	76
Localidad	Laguna Escondida Tuxtlas	Laguna Escondida Los Tuxtlas	Lago de Pátzcuaro Michoacán	Laguna Escondida Los Tuxtlas	Laguna Escondida Los Tuxtlas	San Pedro las Playas Cerca de la Laguna de Tres Palos	Carretera Aeropuerto Cerca de la Laguna de Tres Palos	Laguna Escondida Los Tuxtlas
Riqueza promedio	1.86	2.86	3.3	4.5	5	3.2	3.32	3.49
Abundancia promedio	16.3	15.2	878.4	31.2	14.1	53.2	35.6	16.1
Diversidad promedio	0.96	0.85	0.539	1.36	1.36	0.915	1.07	1
Equidad promedio	0.77	0.76	0.376	0.8	0.83	0.516	0.731	0.70
Especie dominante	<i>Cosmocerca</i> sp.	<i>Rhabdias</i> sp.	<i>Ochetosoma</i> sp.	--	--	<i>Cosmocerca podicipinus</i>	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	<i>Langerchia macrocirra</i>

De acuerdo con Aho (1990), la riqueza de las comunidades de helmintos se encuentra determinada por factores como: la amplitud y la selectividad en la dieta, la vagilidad del hospedero y su fisiología. También considera que los ciclos de vida directos o más simples podrían contribuir a la riqueza de las comunidades, por lo que las infracomunidades de anfibios no son sensibles a la dinámica de las cadenas alimenticias. Concluye que el número de especies y de individuos de nematodos varía en las especies de hospedero, pero que frecuentemente éstos dominan la composición de las comunidades, particularmente especies generalistas. En cuanto a la diversidad sugiere que esta está determinada por las condiciones locales (abióticas y bióticas), pero el número de especies encontrado refleja los procesos regionales como la geografía dispersal y la acumulación histórica de parásitos en diferentes hospederos.

La mayoría de las especies de helmintos registradas en *L. psilonota* presentan ciclos de vida indirectos, solo una especie, el nemátodo *Foleyellides* n. sp., tiene un ciclo biológico en el que participa un vector (Anderson, 2000). Dos de los helmintos, *Haematoloechus* n. sp. y *Halipegus* n. sp. requieren de un segundo hospedero intermediario (Olsen, 1986), mientras que *Megalodiscus americanus* y *Glypthelmins quieta* presentan un ciclo de vida simple, ya que solo necesitan de uno, pues sus metacercarias se enquistan en la muda del hospedero y este se infecta al ingerirla (Olsen, 1986). Lo anterior podría explicar que estas dos especies registraran dos de las abundancias más altas en la muestra, ya que esta adaptación asegura la transmisión independientemente de la participación de un hospedero intermediario. En las infracomunidades de las ranas de las localidades de Atenquique y Zapopan, de las ocho especies que las conforman, cinco presentan un ciclo de vida en donde la infección del hospedero definitivo se da por medio de la ingestión, una es transmitida mediante el piquete de un vector y para dos de ellas se desconoce su ciclo de vida. Por lo tanto, en éstas infracomunidades el proceso de infección que las está estructurando es básicamente la ingestión, mientras que la riqueza y la abundancia se ven ligeramente incrementadas por especies que ingresan al hospedero por otra vía. El que las infracomunidades no presentaran más especies con ciclos de vida directos, especialmente nemátodos, sugiere que la rana pasa mucho más tiempo en el ambiente acuático, exponiéndose a infecciones por digéneos principalmente, y en menor cantidad en la tierra, con lo que disminuye su exposición a las especies de nemátodos que la infectaran directamente. De esta forma, tanto los niveles de riqueza como de abundancia en las infracomunidades de *L. psilonota* son producto de su tipo de alimentación, es

decir una alimentación generalista, por lo que si son sensibles a la dinámica de las cadenas alimenticias, contradiciendo el planteamiento de Aho (1990) referido previamente. Este mismo patrón se ha sido descrito previamente para las infracomunidades de otras especies de anfibios estudiadas en México (García–Altamirano *et al.*, 1993 y Mata – López *et al.*, 2002).

En cuanto a las especies dominantes, y contrario a lo concluido por Aho (1990), se pudo ver que en las infracomunidades de esta rana, el grupo de helmintos con mayor presencia fueron los digéneos tanto en el número de especies como en el número de individuos, mientras que los nemátodos se registraron en menor cantidad para ambos atributos. Estos resultados también concuerdan con la mayoría de los trabajos realizados con las infracomunidades de otras especies de ranas con hábitos acuáticos en México, donde también se registra mayor riqueza y abundancia de estos platelmintos (Guillén–Hernández *et al.*, 2000; Pérez–Ponce de León *et al.*, 2000; Boleck & Coggnis 2003 y Paredes–Calderón *et al.*, 2004). No obstante, Yáñez–Arenas & Guillén–Hernández (2010) registraron valores inversos a los presentes en dos de tres de las localidades de Yucatán en las que analizaron las infracomunidades de helmintos asociadas a *Lithobates brownorum*, lo cual atribuyeron entre otras razones, al elevado tiempo que pasa esta rana fuera del agua expuesta a nemátodos monoxenos.

Con relación a que las especies generalistas son las que dominan en las infracomunidades, observación hecha por Aho (1990), en el presente muestreo se obtuvo un registro contrario a esta propuesta. Con excepción de *Eustrongylides* sp., las demás especies de helmintos que se están reportando para *L. psilonota* son especialistas para el grupo de los anuros.

Se ha demostrado que los factores abióticos, como la temperatura, turbidez, concentración de oxígeno y luminosidad del agua, influyen en la presencia y distribución de organismos acuáticos como los caracoles, anélidos, crustáceos y varios grupos de insectos (Osorio–Sarabia, 2000). Estos grupos actúan como hospederos intermediarios de numerosas especies de helmintos, por lo que las alteraciones ambientales que les afecten, se verán reflejadas en la composición y abundancia de los parásitos dentro de sus hospederos. En los presentes muestreos, la influencia de las condiciones ambientales se ejemplifican con las larvas de *Eustrongylides* sp. Este nemátodo tiene como hospedero definitivo a aves acuáticas, como primer hospedero intermediario tiene a un oligoqueto y como segundo a un pez; las ranas actúan como hospederos accidentales que ocasionalmente sustituyen al segundo hospedero, en estas

el nemátodo en su segundo estadio larvario se enquistaba en el mesenterio o en músculo (Anderson, 2000). Las únicas infracomunidades infectadas por este helminto fueron las de las ranas de Atenquique, lo cual podría atribuirse a que en este sitio, la eutrofización es alta y puede favorecer la proliferación del oligoqueto cuya abundancia se ve fuertemente modificada por la presencia de materia orgánica en forma de aguas negras, aspecto relevante para señalar sus prevalencias o abundancias elevadas como indicador de incremento en la materia orgánica del medio acuático de referencia (Osorio–Sarabia, 2000). En México, *Eustrongylides* solo se ha registrado en otras dos especies de ranas del género *Lithobates*: *L. megapoda* con diez larvas de una muestra de 80 ranas en el Lago de Cuitzeo (Ramírez–Lezama & Osorio–Sarabia, 2002) y *L. dunni* con una larva en una muestra de 82 ranas del Lago de Pátzcuaro (Pulido–Flores, 1994), ambas localidades en el estado de Michoacán. En el presente estudio se encontraron tres larvas en un muestra de diez ranas y en muestreos anteriores (a finales de lluvias, no incluidos en el análisis) en esta misma especie se encontraron 11 larvas en una muestra de 11 ranas.

El tipo de hábitat en las localidades puede ser un factor más que esté influyendo. De acuerdo con las observaciones, el río de Zapopan corre a lo largo de una barranca con muchas piedras, y su corriente no es muy fuerte, lo que propicia la formación de pequeñas charcas. De la fauna presente en esta localidad, se pudieron observar cangrejos, chinches acuáticas, mariposas y muy pocos renacuajos. Estas características podrían favorecer el desarrollo de los vectores de *Foleyellides* n. sp., especie que alcanzó niveles de infección más altos en esta localidad que en Atenquique, donde el río es de mayor tamaño y la corriente es más fuerte.

En cuanto a la similitud intraespecífica entre las infracomunidades de cada localidad, los valores de los índices aplicados muestran que en ambas, éstas son muy heterogéneas en cuanto a composición y número de individuos, lo que refleja que los hospederos en cada una de las localidades no comparten a las especies de helmintos; más de la mitad de las infracomunidades de las ranas, tanto en Atenquique como en Zapopan registraron valores menores a 0.5 o iguales a 0.

En cuanto a la similitud entre las localidades, los valores en los dos análisis mostraron una gran diferencia, aún mayor que la que se presentó entre las infracomunidades de cada localidad. Las infracomunidades registraron un valor de 0.28 cuantitativamente y de 0.37 cualitativamente. Lo que se puede inferir a partir de estos valores en los dos niveles de análisis es que la ranas presenten una amplia y poco

selectiva dieta en las localidades, lo que determina que no exista una estructura replicada entre las infracomunidades ni al comparar los componentes de comunidad. Adicionalmente, estos resultados sugieren que existe una disponibilidad y distribución de los hospederos intermediarios diferencial en los dos sitios de colecta, o bien que durante la temporada en la que se realizaron los muestreos los niveles de infección que presentaron algunas de las especies de helmintos eran muy reducidos y no pudieron colectarse. Un ejemplo es *Glythelmins quieta*, el único registro previo que se tiene para este hospedero en una de las localidades de muestreo, Atenquique (Razo–Mendivil & Pérez–Ponce de León, 2008). En el muestreo esta especie de tremátodo no se registró para esta localidad, lo que se podría deberse a la temporada en que se realizó y a la disponibilidad de los hospederos intermediarios disponibles en esa época del año.

Como ya se mencionó al principio, los helmintos tienen una gran capacidad como bioindicadores indirectos de perturbación, ya que son sensibles a muchos tipos de impactos (Marcogliese & Cone, 1997; Overstreet, 1997; Lafferty & Holt, 2003). Generalmente este grupo requiere de varios hospederos para completar su ciclo de vida y la influencia negativa por perturbación puede interferir con la eficiencia de transmisión de un hospedero a otro (Huspine *et al.*, 2005). La vía de transmisión al hospedero definitivo que predomina es por medio de la ingestión y es este aspecto de los ciclos de vida lo que permiten hacer inferencias acerca las redes tróficas y su funcionamiento en el hábitat (Marcogliese, 2001).

La mayoría de los ejemplares muestran un grado de especificidad hacia el grupo de los anfibios, característica que presentan los helmintos parásitos usados como bioindicadores. Los estudios acerca del efecto patológico en sus hospederos no se ha estudiado en la mayoría de las especies de helmintos parásitos de fauna silvestre. Al principio se mencionaron dos trabajos enfocados en este sentido. En el trabajo de Ramírez–Lezama & Osorio–Sarabia (2002) se estudió el daño provocado por el nemátodo *Eustrongylides* sp., nemátodo encontrado en el muestreo, en ranas de interés comercial. Los resultados obtenidos demuestran que si existe un efecto patológico en sus hospederos pero no muy marcado. Esto se encuentra relacionado con el número de parásitos que se distribuyen en la población de hospederos (prevalencia) y con la cantidad de los parásitos en un solo hospedero (intensidad promedio). Estos parámetros se pueden ver incrementados cuando el nivel de eutrofización es alto ya que alcanza dar lugar a que la abundancia, diversidad y estructura ecológica de los cuerpos de agua se

vean alterados, propiciando que las especies oportunistas como los anélidos, caracoles y otros invertebrados proliferen con mayor facilidad.

Los helmintos podrían estar actuando como bioindicadores indirectos de un nivel de contaminación en el ambiente de la localidad de Atenquique; esto se estaría reflejando en las altas abundancias y prevalencias de algunas de las especies de tremátodos y los altos niveles de abundancia de un nemátodo considerado como accidental en ranas (*Eustrongylides* sp.). No obstante, es necesario un estudio detallado con análisis más específicos para sostener datos que confirmen o no si los niveles de eutrofización son altos y si hay otros factores que podrían estar afectando a las infracomunidades de helmintos de esta rana y a las redes tróficas en Atenquique, Jalisco.

CONCLUSIONES

- La helmintofauna de *Lithobates psilonota* se encuentra conformada por seis taxa distribuidos en dos Phyla; cuatro helmintos: *Megalodiscus americanus*, *Glyphelmins quieta*, *Haematoloechus* n. sp. y *Halipegus* n. sp. y dos nemátodos: *Foleyellides* n. sp. y *Eustrongylides* sp.
- Salvo el registro de Razo–Mendivil y Pérez–Ponce de León (2008), este es el primer estudio que se realiza de manera sistemática para esta especie de rana.
- A excepción de *Glyphelmins quieta*, todas las especies son nuevos registros para la especie de hospedero.
- Todos los taxa son nuevos registros para ambas localidades.
- Se registran tres especies nuevas, una de nemátodo: *Foleyellides* n. sp. y dos de tremátodos: *Haematoloechus* n. sp. y *Halipegus* n. sp.
- El Phylum con más representación corresponde al de Platyhelminthes.
- A nivel de infracomunidad los valores obtenidos en ambas localidades son los más bajos con respecto a los registrados en trabajos con los helmintos de otras especies de este género de hospedero.
- Atenquique, fue la localidad que presentó una mayor riqueza, abundancia y diversidad de parásitos mientras que Zapopan presentó los niveles más bajos de estos atributos.
- Las especies dominantes en ambas localidades fueron dos digéneos: *Glyphelmins quieta* y *Halipegus* n. sp.
- Zapopan fue la localidad con una mayor equidad en su infracomunidad.

- La prevalencia elevada de *Eustrongylides* sp. en un hospedero considerado accidental nos indica que Atenquique puede presentar un nivel de eutrofización alto.

LITERATURA CITADA

- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. Pp. 157-195. En: Parasite Communities: Patterns and Processes. Esch, G. W.; Bush, A. O. & Aho, J. M. (eds.) Chapman and Hall, Londres.
- Anderson, R. C., 2000. Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission. CABI Publishing. 650 pp.
- Anderson, R. C., Chabaud, A. G. & Willmott, S. 1974. CHI Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Commonwealth Agricultural Bureaux CAB. England. 548 pp.
- Baez-Vale R. 2001. Análisis de la estructura de las comunidades de helmintos de cuatro especies de anuros de la región de “Los Tuxtlas”, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 101 p.
- Baird, W. 1858. Description of two new species of *Entozoa*. *Proc. Zool. Soc. London*. 26:224-225.
- Barton, D. P. 1999. Ecology of helminth communities in tropical Australian amphibians. *Int.J.Parasitol.* 29: 921–926.
- Brandt, B. B. 1936. Parasites of certain North Carolina Salientia. *Ecol. Monogr.*, 6: 491-532.
- Bray, R. A., Gibon, D. I. & Jones A. 2008. Keys to the Trematoda Vol 3. Natural History Museum, London, UK. 824 pp.
- Bravo-Hollis, M. 1941. Revisión de los géneros *Diplodiscus* Diesing, 1836 y *Megalodiscus* Chandler, 1923 (Trematoda: Paramphistomoidea) II. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zoología* 12: 643-661.
- Bravo-Hollis, M. 1943. Dos nuevos nemátodos parásitos de Anuros del Sur de Puebla. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zoología*. 14:69-78.
- Bravo-Hollis M. & Caballero y C. E. 1940. Nemátodos parásitos de los batracios de México IV. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zoología* 11:239-247.
- Bolek, M. G. & Coggins J. R. 2001. Seasonal occurrence and community structure of helminth parasites in green frogs, *Rana clamitans melanota*, from Southeastern Wisconsin, U.S.A. *Com. Parasitol.* 68(2), 164–172.

- Bolek, M. G. & Coggins J. R., 2003. Helminth community structure of sympatric Eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, Northern leopard frog *Rana pipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystoma laterale*, from Southeastern Wisconsin. *J. Parasitol.*, 89: 673–680.
- Bolek, M. G., Tracy R. H. & Janovy J. J. 2010. The role of damselflies (Odonata: Zygoptera) as paratenic host in the transmission of *Halipegus eccentricus* (Digenea: Hemiuridae) to anuras. *J. Parasitol.*, 96(4): 724–735.
- Brooks, D. R., León-Règagnon, V. & Pérez-Ponce de León, G. 2001. Los parásitos y la Biodiversidad. En: Hernández, H. M., García A., Álvarez F. y Ulloa, M. (Eds). 2001. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México. 413 pp.
- Burse, C. R. & Goldberg S. R. 2001. *Falcustra lowei* n. sp. and other helminth from the tarahumara frog, *Rana tarahumarae* (Anura: Ranidae), from Sonora, México. *J. Parasitol.*, 87: 340-344.
- Bush, A.O. & Holmes J.C. 1986. Intestinal parasites of lesser scaup ducks: an interactive community. *Can. J. Zool.* 64:142-152.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D, Lotz, M. J & Shostak, W. A. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *J. Parasitol.*, 83: 575-583.
- Caballero y C.E. 1942. Tremátodos de las ranas de la Ciénega de Lerma, Estado de México III. Redescrición de una forma norteamericana de *Haematoloechus* y algunas consideraciones sobre *Glypthelmins californiensis* (Cort, 1919). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zoología.* 13:71-79.
- Caballero y C.E. 1949. Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la República de Guatemala. Nematoda, 5ª Parte. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zoología* 20:279-292.
- Cabrera-Guzmán, E. 2002. Comunidades de helmintos parásitos de *Rana forreri* Boulenger, 1883 (Amphibia: Ranidae) en dos localidades del Municipio de Acapulco, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 130 pp.
- Campbell, R. A. 1968. A comparative study of the parasites of certain Salientia from Pocahontas State Park, Virginia. *Virginia J. Sci.*, 9:13-20.

- Cañeda – Guzmán, C. I. 2001. Comunidades de helmintos parásitos de dos especies de anuros de los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 60 pp.
- Coggins, J. R. & Sajdak, R. A. 1982. A survey of helminth parasites in the salamanders and certain anurans from Wisconsin. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.*, 49:99-102.
- Dronen, N. O., Jr. 1978. Host-parasite population dynamics of *Haematoloechus coloradensis* Cort, 1915 (Digenea: Plagiorchiidae). *Am. Midl. Nat.*, 99:330-349.
- Dunbar, J. R. & Moore, J. D. 1979. Correlations of host specificity with host habitat in helminth parasitizing the plethodontids of Washington County, Tennessee. *J. Tenn. Acad. Sci.*, 54: 106-109.
- Esch, G.W., Bush, A. O. & Aho J. M. 1990. Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman and Hall. New York. 335 pp.
- Esch, G. W. & Fernández, J.C.. 1993. A functional biology of parasitism: Ecological and evolutionary implications. Cambridge, Chapman & Hall, 337 pp.
- Fischthal, J. H. 1955. Helminth of salamanders from Promised Land State Forest Park, Pennsylvania. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.*, 22: 46-49.
- Flores-Villela, O. A. & Gerez, P. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO-UNAM, México. 439 pp.
- Flores-Villela, O. A. & Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20:115-144.
- Galicia-Guerrero, S. 1998. Helmintos parásitos de tres especies de *Bufo* en diferentes localidades de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- García-Altamirano, I., Pérez-Ponce de León, G. & García-Prieto, L. 1993. Contribución al conocimiento de las comunidades de helmintos de dos especies de anfibios endémicos del lago de Pátzcuaro, Michoacán: *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilli*. *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 1: 73-80.
- Geetanjali, M. K. S., Malhortra, A., Ansari, Z. & Chatterji, A. 2002. Role of nematodes as bioindicators in marine and freshwater habitats. *Current Science*. 82 (5): 505–507.

- Gibson, D.I., Jones, A. & Bray, R. A. 2002. Keys to the trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 521 pp.
- Goater, T. M., Esch, G. W. & Bush, A. O. 1987. Helminth parasites of sympatric salamanders ecological concepts at infracommunity, component, and compound community levels. *Am. Midl. Nat.*, 118: 289-300.
- Goldberg, S. R., & Bursey, C.R. 2002. Helminth parasites of seven anuran species from Northwestern Mexico. *West. North Am. Nat.*, 62 160–169.
- Guillén-Hernández, S. 1992. Comunidades de helmintos de algunos anuros de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestria. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guillén-Hernández, S., Salgado-Maldonado, G. & Lamothe-Argumedo, R. 2000. Digenean (Platyhelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Stud. Neotro. Fauna and Environm.* 35: 10–13.
- Harwood, P.D. 1932. The helminthes parasitic in the Amphibia and Reptilia of Houston, Texas, and vicinity. *Proc. U.S. Nat. Museum*, 18:1-77.
- Hechinger, R. F. & Lafferty, K. D. 2005. Host diversity beget parasite diversity: bird final host and trematodes in snail intermediate host. *Proc. R. Soc. Lond B. Biol. Sci.* 272:1059–1066.
- Hechinger, R. F., Lafferty, K. D., Huspine, T. C., Brooks, A. J. & Kuris, A. M. 2007. Can parasites be indicators of free-living diversity? Relationships between species richness and the abundance of larval trematodes and of local benthos and fishes. *Oecologia* 151:82–92.
- Hillis, D.M. Frost, J.S. & Wright, D.A. 1983. Phylogeny and biogeography of the *Rana pipiens* complex: a biochemical evaluation. *Sist. Zool.* 32: 132-143.
- Hillis, D. M. & Wilcox, T. 2005. Phylogeny of the New World true frogs (*Rana*) *Mol. Phyl. Evol.* 34: 299-314.
- Huspeni, T. C., Hechinger, R. F. & Lafferty, K. D. 2005. Trematode parasites as estuarine indicators: opportunities, applications and comparisons with conventional community approaches. En *Eustarine indicators* S. Bortone, (Ed) pp 297–314.
- INEGI, Marco Geoestadístico Nacional 2005. En: www.cuentame.inegi.org.mx/mapas.

- Johnson, J. D., Mata-Silva, V. & Ramírez-Bautista, A. 2010. Geographic distribution and conservation of the herpetofauna of the southeastern Mexico en: Wilson, L. D., Townsend, J. H. & Johnson, J. D. (Eds.). Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publishing. pp 324 – 369.
- King, K.C, McLaughlin, J. D., Gendron, A. D., Pauli, B. D., Giroux, I., Rondeau, B., Boily M., Juneau, P. & Marcogliese, D. J. 2007. Impacts of agriculture on the parasite communities of northern leopard frogs (*Rana pipiens*) in Southern Quebec, Canada. *Parasitology* 134:2063-80.
- Krull W. H. & Price H. F. 1932. Studies on the life history of *Diplodiscus temperatus* Stafford from the frog. *Occ. Pap. Mus. Uni. Mich.* 237: 1–38 pp.
- Lafferty, K. D. & R. D. Holt. 2003. How should environmental stress affect the population dynamics of disease?. *Ecology Letters* 6: 797–802.
- Lamothe-Argumedo, R. 1972. Monogéneos de reptiles. V. Redescrición de cuatro especies de monogéneos (Polystomatidae) parásitos de la vejiga urinaria de tortugas de México. *An. Inst. Biol. UNAM.*43: 1-16.
- Lamothe-Argumedo, R. 1976. Monogeneos de los anfibios de México, VI. Redescrición de *Polystoma naevius* Caballero y Zerecero, 1942. *An. Inst. Biol. UNAM.* 47:1-8.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editor, S.A. México. 43pp.
- León-Règagnon, V. 1992. Fauna helmintológica de algunos vertebrados acuáticos de la Ciénega de Lerma, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Mexico*, 63, 151 – 153.
- León-Règagnon, V. Brooks, D.R. & Pérez-Ponce de León, G. 1999. Differentiation of Mexican species of *Haematoloechus* Loos, 1899 (Digenea: Plagiorchiformes): combining molecular and morphological evidence, *J. Parasitol.* 85: 935-946.
- León-Règagnon, V. & Paredes-Calderón, E. L. 2002. *Haematoloechus danbrooksin* sp. (Digenea: Plagiorchioidea) from *Rana vaillanti* from Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Journal of Parasitology* 88: 1215-1221.
- León-Règagnon, V., Martínez-Salazar, E. A., Lazcano-Villareal, D. & Rosas-Valdez, R. 2005. Helminth parasites of four species of anuran from Nuevo León, México. *The Southwestern Naturalist.* 50(2): 251 – 158.

- León-Règagnon, V. 2008. El éxito de una forma de vida. *Ciencia y Desarrollo* 34:8-17.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton New Jersey. USA. 179 pp.
- Marcogliese, D. J. 2001. Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic system. *Acta Parasitologica* 46:82–93.
- Marcogliese, D. J. 2005. Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *Int. J. Parasitol.* 35:705-716.
- Marcogliese, D. J. & Cone D. K. 1997. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parassitologia* 39: 227–232.
- Martínez–Salazar E. A. & León–Règagnon, V. 2007. New species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from *Bufo occidentalis* (Anura: Bufonidae) from Sierra Madre del Sur, México. *J. Parasitol.* 93:1171-1177.
- Mata - López, R. 2006. A new gorgoderid species of the urinary bladder of *Rana zweifeli* from Michoacán, México. *Rev. Mex. Biodiv. UNAM*, 77: 191-198.
- Mata–López, R., García–Prieto, L. & León–Règagnon, V. 2002. Infracomunidades de helmintos parásitos de *Ambystoma lermaensis* (Caudata: Ambystomatidae) en Lerma, México. *Rev. Biol. Trop.* 50(1): 303–307.
- Mata–López, R., León–Règagnon, V. & Brooks, D. R. 2005. Species of *Gorgoderina* (Digenea: Gorgoderidae) in *Rana vaillanti* and *Rana* cf. *ferrerii* (Anura: Ranidae) from Guanacaste, Costa Rica, including a description a new species. *J. Parasitol.* 91:403-410.
- McAlpine, D. F. 1997. Helminth communities in bull frogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*) and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Can. J. Zool.* 75:1883–1890.
- Moravec, F. 1998. Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region. *Academia Praha*, 464 pp.
- Moravec, Frantisek. 1998. Nematodes of fresh water fishes of the Neotropical Region. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic. 464pp.
- Muzzal, P. M. 1991. Helminth infracommunities of the *Rana catesbeiana* and *Rana clamitans* from Turkey Marsh, Michigan. *J. Parasitol.* 77(3), 366-371.

- Muzzal, P. M., Guilliland, M. G., Summer C. S. & Mehne C. J. 2001. Helminth communities of green frogs *Rana clamitans* Latreille, from southwestern Michigan. *Journal of Parasitology* 87(5):962 – 968.
- Ochoa-Ochoa, L. & Flores-Villela, O. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la Herpetofauna Mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. 211pp.
- Ochotorena, I. & Caballero – Caballero E. 1932. Una nueva filaria parásita de ranas. *Anales del Instituto de Biología*. 3: 29 – 32.
- Olsen, O. W. 1986. *Animal Parasites. Their Life Cycles and Ecology*. Dover Publications. 562 pp.
- Osorio-Sarabia, D. 2000. Parásitos. Las simbiosis parasitarias (helminthos – huésped) como indicadores en los medios acuáticos., en: De la Lanza – Espino G., Hernández – Pulido, S. & Carbajal – Pérez, J. L. (Eds.). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, UNAM y Plaza Valdes. México, pp. 551 – 633.
- Overstreet, R. M. 1997. Parasitological data as monitors of environmental health. *Parassitologia*. 39: 169–175 .
- Paredes-Calderón, E. L. 2000. Helminthos parásitos de *Rana vaillanti* Brocchi, 1877 (Anura: Ranidae) de la Estación Biológica Tropical Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Paredes-Calderón L., León-Règagnon, V. & García-Prieto, L. 2004. Helminth infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in los Tuxtlas, Veracruz, México. *J. Parasitol.* 90:692-696.
- Paredes-León, R., García-Prieto, L., Guzmán-Cornejo, C., León-Règagnon, V. & Pérez, M. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. Magnolia Press. New Zealand. 166pp.
- Pérez-Ponce de León, G., León-Règagnon, V., García-Prieto, L., Razo, M. U. & Sánchez, A. A. 2000. Digenean Fauna of Amphibians from Central Mexico: Nearctic and Neotropical Influences. *Comp. Parasitol.* 67: 92-106.
- Pérez-Ponce de León, G. & García-Prieto, L. 2001. Diversidad de Helminthos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas* 6:7-11.

- Pulido–Flores, G. 1994. Helminths of *Rana dunni* endemic species of Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anal. Inst. Biol.*, Universidad Nacional Autónoma de México. 65: 205–307.
- Rankin, J. S. 1937. An ecological study of parasites of some North Carolina salamanders. *Ecol. Monogr.* 7: 169-269.
- Rankin, J. S. 1945. An ecological study of the helminth parasites of amphibians and reptiles of Western Massachusetts and vicinity. *J. Parasitol.*, 31: 142-150.
- Ramírez–Bautista, A., Hernández–Salinas U., García–Vázquez U. O., Leyte–Manrique, A. & Canseco–Márquez L., 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y CONABIO, México. 213 pp.
- Ramírez–Lezama, J. & Osorio–Sarabia, D. 2002. Lesiones histológicas en músculo esquelético, causadas por larvas de *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatidae) en ranas comestibles del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Veterinaria México*, 33: 335 – 341 pp.
- Razo – Mendivil, U., Lacleste J. P. & Pérez-Ponce de León, G. 1999. New host and locality records for the three species of *Glyphelmins* (Digenea: Macroderoididae) in anurans of México. *J. Helminth. Soc. Washing.* 66:197-201.
- Razo–Mendivil, U. & León–Règagnon, V. 2001. *Glyphelmins poncedeleoni* n. sp. (Trematoda: Macroderoididae) of amphibians from the Neotropical Region of Mexico. *J. Parasitol.* 87: 686-691.
- Razo–Mendivil, U., León–Règagnon, V. & Pérez–Ponce de León, G. 2006. Monophyly and systematic position of *Glyphelmins* (Digenea), based on partial 18S rDNA sequences and morphological evidence. *Organisms, Diversity and Evolution*, 6: 308 – 320.
- Razo-Mendivil & Pérez-Ponce de León. 2008. Taxonomic revision of the genus *Glyphelmins* Stafford, 1905 (Platyhelminthes: Digenea: Plagiorchiida), parasites of anurans in the Americas. *Zootaxa* 18882: 1 – 45.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogra.* 43: 95-124.
- Schell, S. C. 1962. Development of the sporocyst generations of *Glyphelmins quieta* (Stafford, 1900) (Trematoda: Plagiorchioidea), a parasite of frogs. *J. Parasitol.* 48(3): 387–394.

- Sokoloff, D. & Caballero, C. E. 1933. Primera contribución al conocimiento de los parásitos de *Rana montezumae*. *An. Inst. Biol. UNAM*. 4:15-21.
- Stafford, J. 1905. Trematodes from Canadian vertebrates. *Zool. Anz*. 28:681 – 694.
- Thomas, L. J. 1939. Life cycle of a fluke, *Halipegus eccentricus* n. sp., found in the ears of frogs. *J. Parasitol.* 25:207–221.
- Vázquez–Nuñez, Ramírez–Lezama, J., Osorio–Sarabia, D., Chávez–Soriano, L. A. & Constantino–Casas, F. 2004. Lesiones causadas por helmintos del aparato digestivo en peces estuarinos de la Laguna Tres Palos, Guerrero, México. *Veterinaria México*, 35(4): 369–378 pp.
- Vidal, M. V. M. 1990. Comunidades de helmintos intestinales de *Cichlasoma uophthalmus* (Günther, 1862). Patrones de distribución en algunas localidades del Sureste de México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Estudios Avanzados de I.P.N., Mérida, Yucatán. 151 pp.
- Webb, R. G. 2001. Frogs of the *Rana tarahumarae* group in Western México, pp 20-43 En: Jhonson, J. D.; R.G. Webb y Flores-Villela O. (Eds.). Mesoamerican Herpetology: Systematics, zoogeography, and conservation. Centennial Museum, Special Publication, University of Texas, El Paso Texas, USA. 1: 1-200.
- Wehr, E. E. & Causey, O. R. 1939. Two new nematodes (Filarioidea: Dipetalonematidae) from *Rana sphenoccephala*. *Ame. J. Hig.* 30:65–68.
- Yamaguti, S. 1971. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Keigaku Publishing Co. Tokyo Vol. I, 1974 pp. Vol. II.
- Yáñez–Arenas, C. A. & Guillén–Hernández, S. 2010. Helminth fauna of *Lithobates brownorum* (Anura: Ranidae) at three localities in the state of Yucatán, México. *Rev. Mex. Bio.* 81: 191 – 195.
- Young, B. I., Lips, K. R., Rehacer, J. K., Ibáñez, R., Salas, A. W., Cerdeño, J. R., Coloma, L. A., Ron, S., La Marca, E., Meyer, J. R., Muños, A., Bolaños, S., Chaves, G. & Romo, D. 2000. Population decline and priorities for amphibians conservation in latino american. *Conservation Biological* 15:1213-1223.
- Zaldivar-Riverón, A., León-Règagnon, V. & Nieto-Montes de Oca, A., 2004. Phylogeny of the Mexican coastal leopard frogs of the *Rana berlandieri* group based on mtDNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 30:38-49.

- Zelmer, D. A. & Esch G. A., 1999. Reevaluation of the Taxonomic status of *Halipegus occidualis* Stafford, 1905 (Digenea: Hemiuridae). *J. Parasitol.* 85(1): 157 – 160.

APENDICE A

Parásitos del género *Lithobates* en México (Paredes-León *et al.*,2008).

Hospedero	Parásito	Grupo
<i>Lithobates berlandieri</i> (Baird)	<i>Cephalogonimus americanus</i>	Trematoda
	<i>Glypthelmins californiensis</i>	Trematoda
	<i>G. facioi</i>	Trematoda
	<i>G. parva</i>	Trematoda
	<i>G. tuxtlasensis</i>	Trematoda
	<i>Gorgoderina</i> sp.	Trematoda
	<i>G. parvicava</i>	Trematoda
	<i>Haematoloechus medioplexus</i>	Trematoda
	<i>H. complexus</i>	Trematoda
	<i>H. danbrooksi</i>	Trematoda
	<i>Langeronia macrocirra</i>	Trematoda
	<i>Megalodiscus americanus</i>	Trematoda
	<i>Clinostonum</i> sp.	Trematoda
	<i>Halipegus occidualis</i>	Trematoda
	<i>Ophiotaenia filaroides</i>	Cestoidea
	<i>Centrorhynchus</i> sp.	Acanthocephala
	<i>Aplectana</i> sp.	Nematoda
	<i>Chabaudgolvania</i> sp.	Nematoda
	<i>Cosmocerca</i> sp.	Nematoda
	<i>Gnathostoma</i> sp.	Nematoda
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	Nematoda
	<i>Rhabdias</i> sp.	Nematoda
	<i>R. fülleborni</i>	Nematoda
	<i>R. savagei</i>	Nematoda
	<i>Hannemania anurae</i>	Acari
	<i>H. hylae</i>	Acari
<i>H. mexicana</i>	Acari	
<i>H. pelaezi</i>	Acari	
<i>Lithobates brownorum</i> (Sanders)	<i>Haematoloechus floedae</i>	Trematoda
	<i>Loxogenes</i> sp.	Trematoda
	<i>Glypthelmins brownorumae</i>	Trematoda
<i>Lithobates dunni</i> (Zweifel)	<i>Cephalogonimus americanus</i>	Trematoda
	<i>Glypthelmins californiensis</i>	Trematoda
	<i>G. quieta</i>	Trematoda
	<i>Gorgoderina attenuata</i>	Trematoda

	<i>Haematoloechus coloradensis</i>	Trematoda
	<i>Megalodiscus americanus</i>	Trematoda
	<i>Ochetosoma</i> sp.	Trematoda
	<i>Ophiotaenia filaroides</i>	Cestoda
	<i>Arhythmorhynchus brevis</i>	Acanthocephala
	<i>Eustrongylides</i> sp.	Nematoda
	<i>Falcaustra chabaudi</i>	Nematoda
	<i>F. mexicana</i>	Nematoda
	<i>Foleyellides striatus</i>	Nematoda
	<i>Hedruris siredonis</i>	Nematoda
	<i>Ochoterenella digiticauda</i>	Nematoda
	<i>Spiroxys contortus</i>	Nematoda
<i>Lithobates forreri</i> (Boulenger)	<i>Cephalogonimus americanus</i>	Trematoda
	<i>Megalodiscus temperatus</i>	Trematoda
	<i>Clinostomum attenuatum</i>	Trematoda
	<i>Haematoloechus</i> sp.	Trematoda
	<i>Cosmocerca podicipinus</i>	Nematoda
	<i>Foleyellides striatus</i>	Nematoda
	<i>Physaloptera</i> sp.	Nematoda
<i>Lithobates cf. forreri</i>	<i>Apharyngostrigea</i> sp	Trematoda
	<i>Catadiscus rodriguezii</i>	Trematoda
	<i>Mesostephanus</i> sp.	Trematoda
	Diplostomidae gen. sp.	Trematoda
	<i>Haematoloechus coloradensis</i>	Trematoda
	Diphyllobothriidae gen. sp.	Cestoidea
	<i>Cylindrotaenia americana</i>	Cestoidea
	<i>Neoechinorhynchus golvani</i>	Acanthocephala
	<i>Oncicola</i> sp.	Acanthocephala
	<i>Globocephalus</i> sp.	Nematoda
	<i>Contraecaecum</i> sp.	Nematoda
	<i>Rhabdias sphaerocephala</i>	Nematoda
	<i>Serpinema trispinosum</i>	Nematoda
	<i>Aplectana incerta</i>	Nematoda
	<i>Cosmocerca podicipinus</i>	Nematoda
	<i>Gnathostoma</i> sp.	Nematoda
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	Nematoda
	<i>Foleyellides striatus</i>	Nematoda
	<i>Physaloptera</i> sp.	Nematoda
<i>Lithobates johni</i> (Blair)	<i>Hannemania mexicana</i>	Acari
<i>Lithobates magnaocularis</i>	<i>Haematoloechus complexus</i>	Trematoda

(Frost & Babnara)	<i>Glyphelmims quieta</i> <i>Aplectana itzocanensis</i> <i>Cosmocercoides variabilis</i> <i>Oswaldocruzia pipiens</i> <i>Foleyellides striatus</i> <i>Physaloptera</i> sp. <i>Subulascaris falcaustriformis</i> <i>Rhabdias ranae</i>	Trematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda
<i>Lithobates megapoda</i> (Taylor)	<i>Glyphelmims californiensis</i> <i>G. quieta</i> <i>Gorgoderina attenuata</i> <i>Haematoloechus complexus</i> <i>Megalodiscus americanus</i> <i>Ochetosoma</i> sp. <i>Contraecaecum</i> sp. <i>Eustrongylides</i> sp. <i>Spiroxys</i> sp. <i>Foleyellides striatus</i>	Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda
<i>Lithobates montezumae</i> (Baird)	<i>Cephalogonimus americanus</i> <i>C. robustus</i> <i>Fibricola</i> sp. <i>Glyphelmims californiensis</i> <i>G. quieta</i> <i>Gorgoderina attenuata</i> <i>Haematoloechus coloradensis</i> <i>H. complexus</i> <i>H. elongatus</i> <i>H. illimis</i> <i>H. longiplexus</i> <i>H. macrorchis</i> <i>H. medioplexus</i> <i>H. parcvitellarius</i> <i>H. pulcher</i> <i>H. varioplexus</i> <i>H. occidualis</i> <i>Megalodiscus americanus</i> <i>M. temperatus</i> <i>Ochetosoma</i> sp. <i>Hexaparuterina mexicana</i> <i>Metroliasthes mexicana</i>	Trematoda Cestoda Cestoda

	<i>Ophiotaenia filaroides</i> <i>O. magna</i> <i>Abbreviata ranae</i> <i>Falcustra caballeroi</i> <i>F. ranae</i> <i>Foleyellides striatus</i> <i>Gnathostoma</i> sp. <i>Hannemania anurae</i> <i>Spiroxys corti</i> <i>S. susanae</i>	Cestoda Cestoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda Nematoda Acari Nematoda Nematoda
<i>Lithobates neovolcanica</i> (Hillis & Frost)	<i>Cephalogonimus americanus</i> <i>Glythelmins quieta</i> <i>G. californiensis</i> <i>Gorgoderina attenuata</i> <i>Haematoloechus complexus</i> <i>Megalodiscus americanus</i> <i>Mesocoelium monas</i> <i>Ochetosoma</i> sp. <i>Paracamallanus</i> sp.	Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Nematoda
<i>Lithobates</i> <i>pilonota</i> (Webb).	<i>Glythelmins quieta</i>	Trematoda
<i>Lithobates</i> <i>pustulosus</i> (Boulenger)	<i>Hannemania anurae</i>	Acari
<i>Lithobates</i> sp.	<i>Cephalogonimus americanus</i> <i>Gorgoderina attenuata</i> <i>Glythelmins californiensis</i> <i>G. quieta</i> <i>Haematoloechus complexus</i> <i>H. longiplexus</i> <i>H. macrorchis</i> <i>H. medioplexus</i> <i>Halipegus occidualis</i> <i>Limatulum</i> sp. <i>Langeronia macrocirra</i> <i>Megalodiscus americanus</i> <i>M. temperatus</i> <i>Pleurogenoides</i> sp. <i>Distoichometra bufonis</i> <i>Aplectana</i> sp. <i>Oswaldocruzia pipiens</i>	Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Trematoda Cestoidea Nematoda Nematoda

	<i>Foleyellides striatus</i>	Nematoda
	<i>Rhabdias sphaerocephala</i>	Nematoda
	<i>Gnathostoma</i> sp.	Nematoda
	<i>Falcaustra ranae</i>	Nematoda
	<i>Limnobdella olivacea</i>	Hirudinae
	<i>Hannemania hylae</i>	Acari
	<i>Eutrombicula alfreddugesi</i>	Acari
<i>Lithobates temporaria</i>	<i>Gnathostoma</i> sp.	Nematoda
<i>Lithobates vaillanti</i> (Brocchi)	<i>Catadiscus rodriguezii</i>	Trematoda
	<i>C. propinquus</i>	Trematoda
	<i>Cephalogonimus americanus</i>	Trematoda
	<i>Glypthelmins californiensis</i>	Trematoda
	<i>G. facioi</i>	Trematoda
	<i>G. parva</i>	Trematoda
	<i>Glypthelmins</i> sp.	Trematoda
	<i>G. tuxtlasensis</i>	Trematoda
	<i>Gorgoderina attenuata</i>	Trematoda
	<i>G. parvicava</i>	Trematoda
	<i>Haematoloechus complexus</i>	Trematoda
	<i>H. danbrooksi</i>	Trematoda
	<i>H. fuelleborni</i>	Trematoda
	<i>H. lutzii</i>	Trematoda
	<i>H. medioplexus</i>	Trematoda
	<i>Halipegus eschi</i>	Trematoda
	<i>Langeronia macrocirra</i>	Trematoda
	<i>Centrorhynchus</i> sp.	Acanthocephala
	<i>Oncicola</i> sp.	Acanthocephala
	<i>Plagiorhynchus</i> sp.	Acanthocephala
	<i>Aplectana incerta</i>	Nematoda
	<i>Aplectana</i> sp.	Nematoda
	Ascaroidea gen. sp.	Nematoda
	<i>Contraecum</i> sp.	Nematoda
	<i>Cosmocerca parva</i>	Nematoda
	<i>Cosmocerca</i> sp.	Nematoda
	<i>Cosmocercoides</i> sp.	Nematoda
	<i>Ochoterenella digiticauda</i>	Nematoda
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	Nematoda
	<i>O. subauricularis</i>	Nematoda
	<i>Physocephalus</i> sp.	Nematoda
	<i>Rhabdias</i> sp.	Nematoda

	<i>R. fuelleborni</i>	Nematoda
	<i>R. sphaerocephala</i>	Nematoda
	<i>Spiroxys</i> sp.	Nematoda
	<i>Subulascaris falcaustriformes</i>	Nematoda
<i>Lithobates zweifeli</i> (Hillis, Frost & Webb)	<i>Gorgoderina tarascae</i>	Trematoda
	<i>Haematoloechus elongatus</i>	Trematoda
	<i>Gnathostoma turgidum</i>	Nematoda

APENDICE B

TÉCNICAS PARA TINCIÓN DE HELMINTOS

Paracarmín de Meyer

- 1.- Lavar en alcohol al 96%, dos cambios de 10 minutos cada uno.
- 2.- Teñir con Paracarmín de Meyer durante 8 a 10 minutos.
- 3.- Lavar con alcohol al 96% para quitar el exceso de colorante durante 5 o más minutos.
- 4.- Diferenciar en alcohol acidulado al 2% con ácido clorhídrico, hasta que los bordes del gusano queden blancos y los órganos internos visiblemente teñidos.
- 5.- Lavar con alcohol al 96% por uno o dos minutos para evitar que el alcohol ácido siga actuando.
- 6.- Lavar con alcohol absoluto durante 20 o 30 minutos.
- 7.- Aclarar en salicilato de metilo no más de 15 minutos.
- 8.- Montar con bálsamo de Canadá, el parásito debe quedar ventral, vertical y en el centro de la preparación.
- 9.- Etiquetar con los datos de la recolecta.

Hematoxilina de Delafield

- 1.- Hidratar lentamente con alcoholes graduales al 50% y 25% hasta agua destilada.
- 2.- Teñir con hematoxilina de Delafield durante 8 a 10 minutos o más según el grueso del parásito.
- 3.- Lavar con agua destilada eliminando el exceso del colorante.
- 4.- Diferenciar con agua acidulada el 2% con ácido clorhídrico, hasta que el parásito tome un color rosa pálido.

- 5.- Lavar con agua destilada durante uno o dos minutos para evitar que siga actuando el agua acidulada.
- 6.- Virar en agua de la llave hasta que tome un color azul pálido.
- 7.- Deshidratar lentamente en alcoholes graduales de 25, 50, 70 y 96%, 10 minutos en cada cambio.
- 8.- Lavar con alcohol absoluto por 20 ó 25 minutos.
- 9.- Aclarar con salicilato de metilo.
- 10.- Montar en bálsamo de Canadá.
- 11.- Etiquetar con los datos de recolecta.